

**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 навчання: очна (денна) / дистанційна

**КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

на тему «Прогнозування рівня інфляції в Україні та країнах Європи»  
(назва теми)

здобувача Кучерявої Марини Андріївни  
(ПІБ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Науковий керівник: кандидат економічних наук,  
доцент **Наталія ДАЦЕНКО**

\_\_\_\_\_  
(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**

## **ЗМІСТ**

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ</b> .....                                                    | 3  |
| <b>ВСТУП</b> .....                                                                        | 4  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛГІЧНІ ОСНОВИ<br/>ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ</b> ..... | 7  |
| 1.1 Поняття інфляції, її види та причини виникнення.....                                  | 7  |
| 1.2 Наслідки інфляції та показники її вимірювання.....                                    | 12 |
| 1.3 Методи прогнозування інфляції.....                                                    | 17 |
| <b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ<br/>ЄВРОПИ</b> .....        | 23 |
| 2.1 Характеристика джерел та особливостей статистичних даних.....                         | 23 |
| 2.2. Аналіз динаміки рівня інфляції в Україні та країнах Європи.....                      | 26 |
| 2.3 Кластеризація країн за динамікою інфляції.....                                        | 32 |
| <b>РОЗДІЛ 3. ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ ДЛЯ УКРАЇНИ,<br/>МОЛДОВИ ТА ГРУЗІЇ</b> .....    | 39 |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....                                                                     | 56 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....                                                   | 57 |
| <b>ДОДАТКИ</b> .....                                                                      | 60 |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

ГІСЦ - гармонізований індекс споживчих цін

ІСЦ - індекс споживчих цін

## ВСТУП

Інфляція є одним із провідних показників макроекономічної стабільності, що відображає загальну динаміку цін у національній економіці. Зростання інфляційного тиску в умовах глобальних криз, воєнних викликів та нестабільності енергетичних ринків обумовлює необхідність ефективного прогнозування цього процесу.

*Актуальність теми* зумовлена потребою в оперативному аналізі інфляційних процесів для формування ефективної монетарної та фінансової політики в умовах макроекономічної нестабільності. Своєчасне прогнозування інфляції дозволяє своєчасно реагувати на зовнішні виклики, пом'якшити наслідки економічних шоків і зберігати купівельну спроможність населення. Важливою є й оцінка інфляційних тенденцій у країнах із різними моделями економічного розвитку, зокрема в Україні та країнах Європи. Їхнє порівняння дозволяє виявити загальні закономірності, відмінності у структурі ризиків і підходах до регуляторної політики. Це формує підґрунтя для розробки ефективних стратегій стабілізації вітчизняної економіки.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Теоретичні основи інфляції, її класифікація, фактори та наслідки висвітлені у працях вітчизняних і зарубіжних науковців, зокрема В. Гєєця, О. Барановського, М. Бланшара та П. Самуельсона. Методи аналізу часових рядів і побудови прогнозів, зокрема ARIMA-моделі, розроблені у працях Дж. Бокса та Г. Дженкінса й активно адаптуються до сучасних економічних умов. У публікаціях Національного банку України та міжнародних аналітичних центрів акцентується увага на практичному використанні прогнозних моделей для оцінки інфляційних ризиків. Проте дослідження, які поєднують кластеризацію країн за інфляційними показниками з моделюванням прогнозів на основі ARIMA, залишаються недостатньо представленими в науковому просторі, що і зумовлює наукову новизну теми.

*Метою дослідження* є аналіз та моделювання динаміки рівня інфляції в

Україні та низці європейських країн.

Для досягнення мети визначено такі *завдання*:

- ~ розкрити економічну сутність інфляції та показників її вимірювання;
- ~ систематизувати класифікацію інфляційних факторів і наслідків;
- ~ дослідити методи статистичного аналізу та моделювання рівня інфляції;
- ~ збір необхідних статистичних даних для проведення аналітичних розрахунків;
- ~ провести кластеризацію країн Європи на основі показників інфляції;
- ~ побудувати прогностичні ARIMA-моделі для окремих країн та порівняти їх;
- ~ оцінити точність моделей і зробити аналітичні висновки.

*Об'єктом дослідження* є інфляційні процеси в Україні та країнах Європи.

*Предметом дослідження* виступають методи статистичного аналізу та моделі прогнозування рівня інфляції на основі часових рядів.

*Методи дослідження.* Методологічну базу становлять прийоми статистичного аналізу, методи кластеризації та економетричного моделювання.

*Теоретична значущість отриманих результатів.* Теоретична цінність дослідження полягає в обґрунтуванні можливості застосування ARIMA-моделей для прогнозування інфляції в умовах економічної нестабільності, а також у комбінуванні методів кластерного аналізу з економетричним моделюванням. Отримані результати розширюють сучасні підходи до вивчення інфляційних процесів у країнах, що знаходяться у фазі трансформації економіки або зазнають воєнного та зовнішньополітичного впливу.

*Практична значущість отриманих результатів.* Результати дослідження мають прикладний характер і можуть бути використані для підтримки рішень у сфері економічного управління. Побудовані моделі прогнозування інфляції дають змогу оцінити очікувану динаміку цін, що є важливим для розробки ефективної монетарної та фіскальної політики. Зокрема, прогностичні оцінки можуть застосовуватись при плануванні державного бюджету, встановленні параметрів

соціального захисту, оцінці реальної вартості доходів і активів. Крім того, використання кластерного підходу дозволяє визначити країни з подібною інфляційною поведінкою, що може стати основою для адаптації зарубіжного досвіду до українських реалій. Практичне застосування результатів можливе як у державному секторі, так і в приватних структурах, які займаються макроекономічною аналітикою, плануванням або оцінкою ризиків.

*Інформаційна база дослідження* включає офіційні статистичні дані Державної служби статистики України, Євростату, Національного банку України та інші відкриті джерела.

*Структура роботи.* Кваліфікаційна бакалаврська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

# **РОЗДІЛ 1**

## **ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛІГІЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ**

### **1.1 Поняття інфляції, її види та причини виникнення**

Інфляція — це надмірне надходження грошей в обіг, що перевищує потреби товарообігу, внаслідок чого знижується купівельна спроможність грошей і відбувається загальне зростання цін на товари та послуги. [1]

Інфляція є одним із ключових макроекономічних показників, який відображає загальну динаміку цінової ситуації в економіці та безпосередньо впливає на добробут населення, стабільність національної валюти, ефективність грошово-кредитної політики та загальні темпи економічного розвитку. З огляду на її системну важливість, інфляція стала об'єктом постійної уваги як з боку науковців, так і практиків.

Термін «інфляція» вперше було офіційно застосовано для характеристики економічної ситуації, що склалася під час Громадянської війни у США (1861–1865 рр.). У цей період відбулося надмірне переповнення каналів грошового обігу паперовими грошима, емісія яких значно перевищувала потреби реального сектора економіки. Такий дисбаланс між грошовою масою та обсягами товарної пропозиції спричинив різке зростання цін, що й стало типовим проявом інфляційного процесу [2].

Проблематика інфляції посідає чільне місце в економічній науці протягом кількох століть, а її багатогранна природа обумовила існування різних наукових підходів до визначення сутності цього явища. Нижче наведено деякі з найпоширеніші тлумачення цього терміну, які запропоновані представниками різних економічних шкіл [2]:

~ Мілтон Фрідмен, представник монетаризму, вважав інфляцію виключно грошовим явищем, що виникає тоді, коли темпи зростання грошової маси випереджають темпи зростання обсягів виробництва товарів і послуг. У цьому підході акцент робиться на провідній ролі грошово-кредитної політики центрального банку.

~ Пол Самуельсон, один із найавторитетніших представників неокласичної школи дав визначення інфляції як періоду загального підвищення цін як на товари споживання, так і на фактори виробництва.

~ Джон Мейнард Кейнс, засновник кейнсіанської школи, вперше інтегрував інфляційні процеси в загальну макроекономічну модель. У його теоретичних концепціях інфляція розглядається як невід'ємний елемент функціонування макроекономічної системи. Кейнс підкреслював, що основною причиною інфляції є надмірний попит у порівнянні з пропозицією, тобто ситуація, коли сукупні витрати перевищують потенційний обсяг випуску. Такий дисбаланс він назвав «інфляційним розривом».

Значний внесок у дослідження інфляційних процесів зробили також українські вчені-економісти, які адаптували світові підходи до умов вітчизняної економіки. Серед них варто відзначити таких авторитетних дослідників, як Базилевич К.С., Барановський О.І., Ніколенко Ю.В., Баластрик Л.О., Василик О.Д. та інші [2].

У сучасній економічній науці інфляцію класифікують за різними критеріями: за причинами виникнення, за темпами, за механізмом, за формою прояву.

а) За причинами її виникнення в умовах ринкової економіки. Теоретичні концепції інфляції доцільно умовно поділити на дві основні групи::

- ~ неекономічні;
- ~ економічні.

Неекономічні теорії інфляції, у свою чергу, поділяються на політичні та природні. Політичні чинники інфляції пов'язані з мілітаризацією економіки, веденням воєн та політичною нестабільністю. Поведінкові фактори такі як

інфляційна інерція тощо.

Економічні чинники доцільно класифікувати за характером дії на:

- ~ внутрішні;
- ~ зовнішні.

Зовнішні чинники інфляції формуються під впливом зростаючої інтеграції національних економік у світове господарство. Це супроводжується посиленням конкуренції на глобальних ринках товарів, капіталу, послуг і трудових ресурсів, ускладненням міжнародних валютно-фінансових відносин, а також виникненням структурних криз світового масштабу, таких як енергетичні, продовольчі чи фінансові потрясіння [3].

Наприклад зовнішній інфляційний тиск для України став особливо відчутним у 2022–2023 роках на тлі повномасштабного вторгнення РФ. Розрив логістичних ланцюгів, зростання світових цін на продовольство та паливо спричинили стрибки внутрішніх цін. За даними НБУ, інфляція в 2022 році досягла 26,6% [4].

Внутрішні економічні чинники поділяються на три основні групи:

- ~ монетарні (ліквідність банків, рівновага грошового ринку, довіра до банківської системи),
- ~ фіскальні (рівень виробництва, заробітної плати, зайнятості, конкурентоспроможність національної економіки)
- ~ чинники внутрішньої економічної кон'юнктури (рівень виробництва, заробітної плати, зайнятості, конкурентоспроможність національної економіки). [5]

b) За формами прояву розрізняють явну та приховану інфляцію.

Явна інфляція характерна для економік з ринковим типом господарювання, де існує вільне ціноутворення. У таких умовах зростання цін відбувається відкрито, що дозволяє фіксувати темпи інфляції за допомогою статистичних показників. Цей тип інфляції є прозорим для аналізу, на нього можуть бути спрямовані інструменти державного регулювання.

Прихована інфляція притаманна централізованим, неринковим економічним системам, де існує жорстке державне регулювання цін. Унаслідок

«заморожування» цін виникає дефіцит товарів, погіршується їх якість, поширюються тіньові форми обміну та спекуляція. Населення змушене витрачати значні ресурси часу та зусиль на пошук найнеобхідніших товарів. Подібний тип інфляції мав місце в економіці колишнього Радянського Союзу. [6]

с) Залежно від інтенсивності зростання загального рівня цін виділяють кілька основних типів інфляції: помірну, галопуючу, гіперінфляцію та супергіперінфляцію.

Помірна інфляція (5–20 % річних) поступово змінює поведінку економічних агентів: споживачі та підприємства адаптуються до нових цінових умов, держава — до зростаючих соціальних зобов'язань. Часто це супроводжується збільшенням грошової маси, що з часом може спричинити ширше зростання цін у різних секторах економіки..

Галопуюча інфляція (20–50 %, іноді до 100 % на рік) супроводжується перевищенням сукупного попиту над пропозицією, що провокує нестабільне зростання цін. У таких умовах відбувається скорочення виробництва, падіння інвестицій та знецінення заощаджень, що в підсумку дестабілізує грошовий обіг.

Гіперінфляція (понад 100 % річних) часто виникає внаслідок глибоких політичних чи воєнних криз. Втрата довіри до національної валюти призводить до дезорганізації фінансової системи, посилення бартерних відносин і глибоких соціально-економічних дисбалансів.

Супергіперінфляція — це найбільш радикальна форма інфляційного вибуху, коли зростання цін сягає 1000 % і більше протягом року. За таких обставин грошова одиниця фактично втрачає свою економічну цінність і перестає виконувати базові функції. В обігу зникають монети та купюри низького номіналу, відбувається обвальне падіння купівельної спроможності [7].

Інфляція є складним макроекономічним явищем, що формується під впливом багатьох взаємопов'язаних чинників. У загальному вигляді вона є наслідком порушення основних закономірностей грошового обігу, зокрема перевищення кількості грошей в обігу над обсягом товарної маси. Це свідчить

про наявність макроекономічного дисбалансу між сукупним попитом і сукупною пропозицією.

d) У науковій літературі виділяють два базові механізми формування інфляції — інфляцію попиту та інфляцію витрат (пропозиції).

~ Інфляція попиту виникає тоді, коли сукупний попит перевищує виробничі можливості економіки. Це означає, що витрати держави, бізнесу та населення зростають швидше, ніж обсяги виробництва. До основних причин відносять надмірні державні видатки, популістську політику, тіньову економіку, неефективне управління та надмірну грошову емісію.

~ Інфляція пропозиції виникає через зростання витрат на виробництво, зокрема підвищення зарплат, цін на імпортовані ресурси або монопольне завищення цін. Це знижує прибутковість, стримує обсяги виробництва й спричиняє подальше зростання цін.[8]

e) У межах цього підходу інфляцію поділяють залежно від рівномірності зростання цін серед різних товарних груп, що дозволяє оцінити структурні диспропорції в економіці.

~ Збалансована інфляція характеризується тим, що ціни на різні товарні групи зростають одночасно та з однаковою інтенсивністю. Це означає плавне й помірне підвищення цін на більшість товарів і послуг.

~ Незбалансована інфляція відзначається нерівномірним зростанням цін у різних товарних категоріях, коли окремі групи товарів дорожчають швидше за інші.

f) За ступенем передбачуваності інфляційних процесів:

~ Очікувана інфляція передбачає можливість прогнозування змін рівня цін у майбутньому. Це дає змогу економічним суб'єктам заздалегідь підготуватися до змін, що знижує рівень негативних наслідків.

~ Неочікувана інфляція виникає раптово й супроводжується несподіваним зростанням цін, що погіршує становище як споживачів, так і виробників через відсутність підготовки до змін.[17]

## 1.2 Наслідки інфляції та показники її вимірювання

Інфляція справляє комплексний вплив на економіку та суспільство, який може мати як позитивні, так і негативні наслідки. У помірних, контрольованих межах вона здатна стимулювати економічне зростання, активізувати інвестиції та зменшувати реальне боргове навантаження.

Проте в більшості випадків, особливо коли інфляція є високою й неочікуваною, вона має переважно негативний ефект: знижує купівельну спроможність, посилює економічну невизначеність, ускладнює планування та спричиняє соціальну напругу.

Незважаючи на окремі потенційні позитивні ефекти, загалом інфляція створює більше економічних і соціальних ризиків, ніж вигоди.

До основних ризиків, зумовлених інфляційними процесами, належать:

- дестабілізація економіки, зокрема порушення господарських зв'язків, ускладнення планування економічної діяльності та прийняття рішень;
- знецінення заощаджень, що знижує довіру населення до банківської системи та стримує довгострокове накопичення;
- посилення соціальної нерівності через перерозподіл доходів на користь економічно сильніших груп населення;
- ерозія довіри до національної валюти внаслідок втрати її купівельної спроможності;
- активізація спекулятивної діяльності та тіньової економіки, яка підриває прозорість ринку;
- погіршення зовнішньоекономічного становища, зокрема зменшення конкурентоспроможності експорту та тиск на валютний курс;
- зростання безробіття та соціальної напруги внаслідок зниження економічної активності та скорочення стимулів до праці. [4]

Дослідження інфляційних процесів передбачає використання науково обґрунтованих методів, які забезпечують кількісне вимірювання темпів

зростання цін та аналітичне обґрунтування чинників, що їх зумовлюють. У сучасній економічній практиці основними індикаторами, що застосовуються для аналізу інфляції, виступають індекс інфляції та темп інфляції[9].

В Україні базовим показником інфляції, згідно з методологією Держстату, є індекс споживчих цін (ІСЦ), який фіксує зміну загального рівня цін на товари та послуги, що входять до споживчого кошика домогосподарств. Цей кошик включає 335 найменувань, переважно продуктів харчування (37%). Для порівняння: у Франції він охоплює 500 позицій, у Великій Британії — 700, а в Німеччині — 800. У розвинених країнах структура кошика охоплює майже всі рівні потреб за Маслоу, тоді як український — здебільшого базові фізіологічні потреби. [10].

Індекси цін, що застосовуються в аналізі інфляції, поділяються на індивідуальні та зведених. Індивідуальний індекс характеризує зміну ціни окремого товару або послуги між базовим та звітним періодами і має вигляд [11, с. 34–35]:

$$I = \frac{p_1}{p_0} \quad (1.1)$$

де  $p_1$ - ціна звітнього періоду,

$p_0$ - ціна базового періоду.,

Для оцінки загальної динаміки цін доцільно використовувати агрегатні індекси. Найбільш поширеними серед них є індекси Пааше, Ласпейреса, Фішера, Карлі та Маршалла–Еджворта. [10] .Основна відмінність між ними полягає у використанні різних систем ваг при розрахунку.

а) Індекс Пааше:

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \quad (1.2)$$

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

$p_0$  - ціна базового періоду;

*p1-ціна звітнього періоду.*

Індекс Пааше є узагальненим показником інфляції, який враховує поточну структуру споживання, використовуючи обсяги продажів товарів і послуг у звітному періоді як ваги. Такий підхід дозволяє точніше відобразити зміну вартості споживчого кошика з урахуванням актуального попиту. Індекс Пааше відображає приріст або зниження сукупних витрат населення та часто використовується як дефлятор ВВП.[11]

Індекс Ласпейреса:

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \quad (1.1)$$

*де q1 - кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у звітному періоді;*

*p0-ціна базового періоду*

*p1-ціна звітнього періоду*

У формулі індексу Ласпейреса чисельник відображає вартість споживчого кошика в поточному періоді, тоді як знаменник — у базовому. Такий підхід дозволяє оцінити зміну загального рівня цін, однак порівняння результатів із іншими методами (наприклад, Пааше) може виявляти відмінності у динаміці інфляції [11].

Індекс Ласпейреса є найпоширенішим у статистичній практиці і лежить в основі побудови багатьох офіційних індексів цін, зокрема індексу споживчих цін (ІСЦ), який розраховується в Україні.

Крім того, на основі модифікації індексу Ласпейреса побудовано гармонізований індекс споживчих цін (ГІСЦ), який використовується в країнах Європейського Союзу для міжкраїнового порівняння інфляції.

ГІСЦ розраховується за тією ж формулою, але у формі ланцюгового індексу, де базовим періодом виступає грудень попереднього року, а ваги оновлюються щорічно відповідно до структури споживчих витрат населення.

Формально формула ГІСЦ виглядає наступним чином [12]:

$$P_L^{t,m} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i^{m,t} q_i^{t-1}}{\sum_{i=1}^N p_i^{t-1} q_i^{t-1}} \quad (1.3)$$

де  $p_i^{m,t}$  — ціна товару  $i$  у місяці  $m$  поточного року  $t$ ;

$q_i^{t-1}$  — кількість спожитого товару у попередньому році;

$p_i^{t-1}$  — ціна базового періоду.

У методології Eurostat також зазначається, що грудень має подвійну роль — і як референтний період, і як період порівняння. У зв'язку з цим ГІСЦ вважається 13-періодним індексом, що охоплює грудень попереднього року та 12 місяців поточного року [12].

Основні відмінності між індексами Ласпейреса (ІСЦ) і Пааше (дефлятор ВВП) полягають у наступному [13]:

~ Набір товарів і послуг: дефлятор ВВП (індекс Пааше) враховує не лише споживчі, а й капітальні блага, тоді як індекс Ласпейреса (ІСЦ) базується виключно на споживчих товарах і послугах.

~ Географічне охоплення: при розрахунку дефлятора ВВП враховуються тільки вітчизняні товари та послуги (включаючи експорт), на відміну від ІСЦ, який охоплює також імпорتنі товари, що відображає зміни їхніх цін.

~ Структура споживання: ІСЦ розраховується на основі фіксованого споживчого кошика, тоді як дефлятор ВВП змінюється разом зі структурою валового випуску.

Таким чином, індекс Ласпейреса краще характеризує зміни вартості життя населення, а дефлятор ВВП — загальний рівень цін в економіці. Їхнє поєднане використання дозволяє комплексно оцінити інфляційні процеси.

#### б) Індекс І. Фішера

Згідно з [11], для оцінки рівня інфляції також використовується індекс І. Фішера, який часто називають «ідеальним індексом цін», оскільки він поєднує

у собі сильні сторони індексів Пааше та Ласпейреса. За своєю суттю, це середнє геометричне значення згаданих індексів, що дозволяє усунути їх окремі недоліки. Формула індексу Фішера має такий вигляд:

$$I_p = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} * \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}} \quad (1.4)$$

*де  $q_0$  – кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у базисному періоді;*

*$q_1$  – кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у звітному періоді;*

*$p_0$  – ціна базового періоду;*

*$p_1$  – ціна звітного періоду.*

с) Індекс Д. Карлі є ще одним методом розрахунку рівня інфляції виступає:

$$I_p = \frac{1}{n} \sum \left( \frac{p_1}{p_0} \right) \quad (1.5)$$

*де  $n$  – кількість товарів;*

*$p_0$  – ціна базового періоду;*

*$p_1$  – ціна звітного періоду.*

Серед альтернативних методів обчислення індексу споживчих цін виокремлюють формулу Карлі, яка базується на визначенні темпу зміни цін для кожного товару чи послуги, після чого розраховується їх середнє арифметичне. Такий підхід відображає ідею середніх відносних змін цін у вибірці товарів і послуг.

d) Ще одним відомим методом визначення рівня інфляції є формула А. Маршалла (або формула Еджворта), яка передбачає використання середніх арифметичних обсягів споживання в базисному та звітному періодах як вагових коефіцієнтів. Загальний вигляд цієї формули подається наступним чином:

$$I_p = \frac{\sum p_1 * \frac{q_1 + q_0}{2}}{\sum p_0 * \frac{q_1 + q_0}{2}} \quad (1.6)$$

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

$q_1$  – кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у звітному періоді;

$p_0$  – ціна базового періоду;

$p_1$  – ціна звітнього періоду.

### 1.3 Методи прогнозування інфляції

Прогнозування інфляції є складовою частиною стратегічного планування макроекономічної політики, оскільки точність прогнозу рівня цін впливає на ефективність дій центрального банку, уряду та суб'єктів господарювання. У сучасній економічній науці використовуються різні групи моделей прогнозування інфляції, серед яких вирізняються економетричні моделі, комбіновані підходи, методи машинного навчання, а також інноваційні та гібридні моделі.

#### а) Економетричні моделі

До найбільш поширених економетричних підходів належать:

- ~ авторегресійні моделі (AR),
- ~ моделі з ковзним середнім (MA),
- ~ моделі ARMA,
- ~ ARIMA — найпопулярніша у практиці короткострокового прогнозування [15].

Економетричні моделі є основою прогнозування інфляції в економічній науці. Найпоширенішими з них є ARIMA, VAR, ECM, а також моделі на основі кількісної теорії грошей. Модель ARIMA (авторегресивна інтегрована з ковзним

середнім) ефективно описує часові ряди зі стаціонарними або слабкоструктованими коливаннями. Її загальна форма має вигляд:

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_t + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (1.7)$$

де  $y_t$  — рівень інфляції,

$\varphi_1$  — коефіцієнти авторегресії,

$\theta_q$  — коефіцієнти ковзного середнього,

$\varepsilon_{t-j}$  — випадкова помилка.

ARIMA-моделі застосовуються здебільшого для коротко- та середньострокових прогнозів, коли інфляційні ряди мають сезонні або трендові компоненти. Їх перевагою є простота реалізації та хороша адаптація до одномірних рядів. Недоліком є те, що модель не враховує взаємозв'язки з іншими змінними, такими як ВВП, обмінний курс чи зовнішні ціни.

Для моделювання взаємозв'язків між кількома макроекономічними змінними, включаючи інфляцію, ВВП, обмінний курс і рівень безробіття, застосовуються моделі векторної авторегресії (VAR). Загальна форма VAR-моделі має вигляд [15]:

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1.8)$$

де  $Y_t$  — вектор ендегенних змінних,

$A_i$  — матриці коефіцієнтів,

$\varepsilon_t$  — вектор залишкових компонент.

Також використовуються моделі корекції похибки (ECM), що дозволяють моделювати короткострокові відхилення навколо довгострокової рівноваги. На додачу, в класичних підходах застосовується модель множинної регресії для пояснення інфляції через вплив кількох факторів:

$$h = \alpha + \beta_1 u + \beta_2 m + \beta_3 a + \beta_4 y + \varepsilon \quad (1.9)$$

де  $h$  — місячна інфляція,

$u$  — приріст ВВП,

$m$  — приріст грошової маси,

$a, y$  — інші чинники,

$\varepsilon$  — випадкова похибка.

Ще одним підходом є модель кількісної теорії грошей [7]:

$$M \cdot V = P \cdot Y \quad (1.10)$$

де  $M$  — грошова маса,

$V$  — швидкість обігу,

$P$  — рівень цін,

$Y$  — реальний ВВП.

Вона використовується як теоретичне підґрунтя для побудови регресійних моделей інфляції.

#### б) Комбіновані моделі прогнозування

Жодна модель не є абсолютно точною. Тому сучасна аналітика дедалі частіше використовує комбіновані підходи. Комбіновані прогнози знижують ризик помилки за рахунок усереднення результатів кількох моделей, зокрема ARIMA, VAR та машинного навчання. У практиці НБУ та ЄЦБ подібний підхід вважається ефективним способом зниження чутливості прогнозу до конкретної методології. Найчастіше використовують метод усереднення прогнозів [15]:

$$\hat{\pi}_t = \sum_{i=1}^n w_i * \hat{\pi}_t^i, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1.11)$$

де  $\hat{\pi}_t^i$  — прогноз, отриманий за  $i$ -тою моделлю,

$w_i$  — вага, яка відображає ступінь довіри до відповідної моделі.

Альтернативою усередненню є байєсівське агрегування [15], яке враховує апостеріорні ймовірності для зважування прогнозів. Такий підхід дозволяє моделювати невизначеність та ризики, що особливо важливо в умовах нестабільної економічної динаміки.

Серед статистичних методів також використовується модель покомпонентного прогнозування ІСЦ :

$$P = \alpha P_F + \beta P_N + \gamma P_S \quad (1.12)$$

де  $P_F, P_N, P_S$  — відповідно ціни на продовольчі, непродовольчі товари та послуги,  
 $\alpha, \beta, \gamma$  — вагові коефіцієнти.

#### с) Моделі на основі машинного навчання (ML)

Моделі машинного навчання виявили високу ефективність у прогнозуванні інфляції завдяки здатності враховувати складні нелінійні залежності між змінними [15]. Найбільш поширеними є:

- ~ регуляризовані методи регресії (Lasso, Ridge),
- ~ дерева рішень,
- ~ випадкові ліси,
- ~ градієнтний бустинг,
- ~ нейронні мережі (включаючи LSTM).

Регуляризована регресія (наприклад, Ridge) описується рівнянням:

$$\hat{\pi}_t = X_t \beta + \varepsilon, \quad \beta = \arg \min_{\beta} (\|y - X\beta\|^2 + \lambda \|\beta\|^2) \quad (1.13)$$

де  $X$  — матриця предикторів,

$y$  — цільова змінна,

$\lambda$  — параметр регуляризації.

У дослідженнях для України модель Ridge з макроекономічними індикаторами (грошова маса, очікування, індекси ділової активності) показала

середню квадратичну помилку менше 0,3, що свідчить про її високу точність на короткому горизонті [18].

d) Інноваційні та гібридні підходи

Інноваційні методи прогнозування інфляції поєднують властивості різних підходів і забезпечують гнучкість при моделюванні структурних змін у динаміці цін [18].

Моделі зі змішаною частотою (MIDAS) дозволяють поєднувати дані з різною періодичністю (наприклад, щомісячні індекси цін та щоквартальні показники ВВП), що дає змогу оперативно оновлювати прогнози [18].

Перспективним напрямом є використання динамічної суміші скінченних сумішей факторних аналізаторів (DMFMFA):

$$y_t - \mu_k = \Lambda_k f_t^{\{(k)\}} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \Xi_k) \quad (1.14)$$

де  $\Lambda_k$  — матриця факторних навантажень,

$f_t^{\{(k)\}}$  — латентні фактори,

$\Xi_k$  — діагональна матриця ідіосинкратичних помилок.

Ця модель дозволяє групувати країни або періоди за схожістю інфляційних режимів [19].

Також враховується ефект зміни споживчих вподобань, який створює упередження при вимірюванні інфляції. Він фіксується як різниця між офіційним ІСЦ та реальним рівнем цін для домогосподарств, що впливає на точність прогнозів [21].

Таким чином, сучасні методи прогнозування інфляції охоплюють широкий спектр моделей — від лінійних економетричних до складних багаторівневих гібридних. Їх комбіноване застосування дозволяє адаптуватися до швидкозмінного економічного середовища, підвищити точність оцінок та забезпечити надійність аналітичних висновків у макроекономічному прогнозуванні.

У першому розділі було розглянуто теоретичні та методологічні засади дослідження інфляції як макроекономічного явища. Узагальнено ключові підходи до визначення сутності інфляції, її видів, причин виникнення та наслідків для національної економіки. Встановлено, що інфляція, хоча й може мати короткострокові позитивні ефекти, у переважній більшості випадків чинить деструктивний вплив на економічну стабільність, добробут населення та ефективність функціонування фінансової системи.

Особливу увагу приділено методам кількісного вимірювання інфляційних процесів. Проаналізовано основні типи індексів цін — індивідуальні та агрегатні (індекси Пааше, Ласпейреса, Фішера, Карлі, Маршалла–Еджворта), а також гармонізований індекс споживчих цін (ГІСЦ), що застосовується для порівняння інфляції в межах ЄС. Наведено формули та методологічні особливості їх розрахунку.

У підсумку також здійснено систематизацію сучасних підходів до прогнозування інфляції, що включають економетричні, комбіновані та інтелектуальні методи. Такий огляд слугує основою для формування аналітичного інструментарію в наступних розділах дослідження.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПИ

#### 2.1 Характеристика джерел та особливостей статистичних даних

У процесі дослідження інфляційних процесів було сформовано аналітичну базу статистичних даних з офіційних національних та міжнародних джерел. Вона охоплює 30 країн, у тому числі всі держави ЄС, а також Україну, Швейцарію, Норвегію, Ісландію та інші. Період дослідження охоплює січень 2005 року — грудень 2024 року .

У дослідженні використано показники темп приросту індексу до відповідного місяця попереднього року — показник річної інфляції, який є основою для порівняння інфляційної динаміки між країнами.

Основними джерелами інформації стали:

- ~ Eurostat — як основне джерело ГІСЦ для країн ЄС ,
- ~ Державна служба статистики України - національний ІСЦ для України;
- ~ UNECE Statistical Database - як додаткове джерело перевірки і поповнення пропущених спостережень.

Вибір цих джерел був зумовлений їх авторитетністю, відкритістю та використанням у міжнародних макроекономічних дослідженнях.

Інфляційні ряди мають щомісячну періодичність. Всього у фінальному масиві — понад 7000 індивідуальних спостережень. Дані для кожної країни охоплюють 240 місяців, що забезпечує високу статистичну репрезентативність.

|         | Albania | Andorra | Austria | Belarus | Belgium | Bosnia and Herzegovina | Bulgaria | Croatia | Cyprus | Czechia | Denmark | Estonia | Finland | France | Georgia | Germany | Greece | Hungary | Iceland | Ireland |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 2005-01 | 3,3     | 4       | 2,9     | 13,1    | 2,3     | 0,5                    | 3,3      | 2,1     | 2,9    | 1,6     | 1       | 4,3     | 0,2     | 1,5    | 9,3     | 1,4     | 4      | 4,1     | 4       | 2,3     |
| 2005-02 | 1,7     | 4,4     | 2,8     | 12,1    | 2,6     | 1,2                    | 3,9      | 3,2     | 2,8    | 1,6     | 1,2     | 4,4     | 0,3     | 1,7    | 9,2     | 1,7     | 3,1    | 3,3     | 4,5     | 2,2     |
| 2005-03 | 1,7     | 4,2     | 3       | 11,8    | 3,1     | 1,9                    | 4,3      | 4       | 2,9    | 1,5     | 1,4     | 5       | 1       | 2      | 9,6     | 1,8     | 2,9    | 3,4     | 4,6     | 2,1     |
| 2005-04 | 1,3     | 4       | 2,8     | 11      | 2,8     | 2,7                    | 5,1      | 3,5     | 3,1    | 1,6     | 1,8     | 4,6     | 1,1     | 1,9    | 10,4    | 1,2     | 3,4    | 3,9     | 4,3     | 2,4     |
| 2005-05 | 2       | 3,5     | 2,4     | 11      | 2,5     | 2,5                    | 4,6      | 2,7     | 2,4    | 1,2     | 1,4     | 2,8     | 0,6     | 1,6    | 8,9     | 1,2     | 3,2    | 3,5     | 2,9     | 2,4     |
| 2005-06 | 2,9     | 3,5     | 2,3     | 10      | 2,9     | 3,8                    | 5        | 2,8     | 1,7    | 1,8     | 1,8     | 3,1     | 0,8     | 1,6    | 9       | 1,3     | 3,3    | 3,8     | 2,8     | 2,2     |
| 2005-07 | 1,9     | 3       | 2,4     | 9,9     | 3,1     | 5,2                    | 3,9      | 3       | 1,9    | 1,6     | 2,1     | 3,7     | 0,5     | 1,7    | 6       | 1,5     | 3,9    | 3,8     | 3,4     | 2,5     |
| 2005-08 | 2,3     | 3       | 2       | 9,8     | 3,1     | 5,3                    | 5        | 3,1     | 2,1    | 1,6     | 2,3     | 4,2     | 0,7     | 1,8    | 7,2     | 1,5     | 3,7    | 3,6     | 3,6     | 2,2     |
| 2005-09 | 3,1     | 3,4     | 2,2     | 9,8     | 3,2     | 6                      | 5,5      | 3,8     | 2,9    | 2,3     | 2,4     | 4,9     | 0,8     | 2,1    | 7,7     | 1,9     | 3,9    | 3,6     | 4,8     | 3       |
| 2005-10 | 3,3     | 3,1     | 2       | 9,5     | 2,5     | 6                      | 6,5      | 4,1     | 3,1    | 2,6     | 2       | 4,5     | 0,4     | 1,8    | 7,7     | 1,9     | 3,8    | 3,2     | 4,7     | 3       |
| 2005-11 | 3       | 2,9     | 1,5     | 8,3     | 2,6     | 5,8                    | 6,9      | 3,8     | 2,9    | 2,4     | 1,9     | 3,9     | 0,6     | 1,6    | 8       | 1,8     | 3,5    | 3,3     | 4,2     | 2,6     |
| 2005-12 | 2       | 3,3     | 1,4     | 8       | 2,9     | 5,3                    | 6,4      | 3,6     | 2      | 2,3     | 2,3     | 3,5     | 0,6     | 1,6    | 6,2     | 1,4     | 3,6    | 3,4     | 4,1     | 2,5     |
| 2006-01 | 1,4     | 3,9     | 1,2     | 8,6     | 2,6     | 7,2                    | 6,5      | 3,9     | 2,4    | 3       | 2,2     | 4,7     | 0,8     | 2,1    | 5,2     | 1,9     | 3,2    | 2,7     | 4,4     | 2,9     |
| 2006-02 | 1,4     | 3,5     | 1,2     | 7,8     | 2,4     | 7                      | 8,8      | 3,5     | 2,5    | 2,7     | 2,2     | 4,6     | 0,9     | 1,8    | 5,1     | 1,8     | 3,2    | 2,5     | 4,1     | 3,3     |
| 2006-03 | 1,5     | 3,6     | 1       | 6,8     | 1,7     | 6,5                    | 8,7      | 2,9     | 3      | 2,9     | 1,9     | 4       | 0,9     | 1,5    | 4,6     | 1,4     | 3,3    | 2,4     | 4,4     | 3,4     |
| 2006-04 | 2,4     | 3,8     | 1,7     | 7,2     | 2       | 6,4                    | 8,1      | 3,4     | 2,9    | 2,7     | 1,9     | 4,3     | 1,3     | 1,7    | 6       | 2       | 3,3    | 2,4     | 5,5     | 3,7     |
| 2006-05 | 3,1     | 4,1     | 1,7     | 7       | 2,2     | 7,3                    | 8,5      | 4       | 3      | 3,1     | 2       | 4,6     | 1,7     | 2,1    | 10      | 1,7     | 3,1    | 2,8     | 7,6     | 4       |
| 2006-06 | 2,4     | 3,9     | 1,5     | 7       | 1,9     | 6,9                    | 8,2      | 4,1     | 3,2    | 2,7     | 2,1     | 4,3     | 1,7     | 2      | 11,4    | 1,8     | 3,2    | 2,8     | 8,1     | 3,9     |
| 2006-07 | 3,2     | 4,1     | 1,5     | 6,7     | 1,6     | 6,2                    | 7,6      | 3,5     | 2,6    | 3       | 2       | 4,5     | 1,9     | 1,9    | 14,5    | 1,8     | 3,8    | 3       | 8,4     | 4,2     |
| 2006-08 | 2,8     | 4,1     | 1,8     | 6,3     | 1,6     | 6,4                    | 6,8      | 3,4     | 2,4    | 3,2     | 2       | 5       | 1,9     | 1,9    | 13,4    | 1,5     | 3,5    | 3,5     | 8,6     | 4,5     |
| 2006-09 | 2,6     | 3,7     | 1,4     | 6,4     | 1,2     | 5,7                    | 5,6      | 2,9     | 1,8    | 2,7     | 1,6     | 3,8     | 1,5     | 1,3    | 11,2    | 1,1     | 2,9    | 5,9     | 7,6     | 4       |
| 2006-10 | 2,2     | 3,2     | 1,2     | 6,2     | 1,2     | 4,9                    | 5,7      | 2,1     | 1,2    | 1,2     | 1,5     | 3,7     | 1,9     | 1,1    | 10,2    | 1,1     | 2,8    | 6,3     | 7,1     | 3,9     |
| 2006-11 | 2,9     | 3,4     | 1,6     | 7,6     | 1,5     | 4,5                    | 6,2      | 2,5     | 1,1    | 1,5     | 1,8     | 4,6     | 2,1     | 1,4    | 9,8     | 1,4     | 2,9    | 6,4     | 7,4     | 4,4     |
| 2006-12 | 2,5     | 3       | 1,5     | 6,6     | 1,6     | 4,5                    | 6,5      | 2,1     | 1,6    | 1,7     | 1,8     | 5,2     | 2,2     | 1,5    | 8,8     | 1,4     | 2,9    | 6,5     | 7       | 5       |
| 2007-01 | 2,8     | 2,8     | 1,6     | 7,1     | 1,7     | 0,8                    | 7,1      | 1,7     | 1,6    | 1,2     | 1,8     | 5,1     | 2,3     | 1,2    | 10,4    | 1,7     | 2,7    | 7,7     | 6,9     | 5,1     |
| 2007-02 | 2,9     | 2,3     | 1,6     | 7,8     | 1,8     | 0,7                    | 4,5      | 1,3     | 1,5    | 1,4     | 1,9     | 4,7     | 2,2     | 1      | 11      | 1,7     | 2,7    | 8,8     | 7,4     | 4,8     |
| 2007-03 | 2,7     | 2,4     | 1,8     | 8,1     | 1,8     | 0,7                    | 4,1      | 1,8     | 1,5    | 1,8     | 2       | 5,8     | 2,6     | 1,2    | 9,8     | 1,9     | 2,6    | 9,1     | 5,9     | 5       |
| 2007-04 | 1,9     | 2,3     | 1,8     | 7       | 1,8     | 0,8                    | 4,2      | 2,3     | 1,8    | 2,6     | 1,6     | 5,5     | 2,6     | 1,2    | 8,1     | 2,1     | 2,5    | 8,7     | 5,3     | 5,1     |
| 2007-05 | 1,4     | 1,8     | 2       | 7       | 1,3     | 0,2                    | 4,3      | 2,3     | 2,2    | 2,4     | 1,8     | 5,7     | 2,4     | 1,1    | 7,3     | 2,1     | 2,6    | 8,5     | 4,6     | 5       |
| 2007-06 | 2       | 2       | 2       | 7,2     | 1,3     | 0                      | 5,6      | 1,9     | 1,8    | 2,4     | 1,4     | 5,8     | 2,5     | 1,2    | 7,3     | 1,9     | 2,6    | 8,6     | 4       | 5       |
| 2007-07 | 2       | 2       | 2,1     | 7,2     | 1,4     | 0,3                    | 8,4      | 2,1     | 2,4    | 2,4     | 1,2     | 6,4     | 2,6     | 1,1    | 6,6     | 2       | 2,5    | 8,4     | 3,8     | 4,9     |
| 2007-08 | 4,2     | 2,2     | 1,7     | 8,2     | 1,1     | 0,9                    | 12       | 2,7     | 2,5    | 2,5     | 0,9     | 5,7     | 2,2     | 1,2    | 7,7     | 2,1     | 2,5    | 8,3     | 3,4     | 4,7     |
| 2007-09 | 4,4     | 2,4     | 2,1     | 9       | 1,5     | 1,6                    | 13,1     | 3,9     | 2,6    | 2,9     | 1,3     | 7,2     | 2,6     | 1,5    | 9       | 2,7     | 2,9    | 6,4     | 4,2     | 4,6     |

Рисунок 2.1 – Фрагмент вхідних статистичних даних за темпами приросту індексу до відповідного місяця попереднього року

Джерело: розроблено автором на основі [21, 22]

З огляду на наявність двох різних індексів інфляції — ГІСЦ і ІСЦ, необхідно зазначити їх методологічні відмінності, які мають суттєве значення для порівняння. Згідно з [12] та [30], ці індекси різняться:

Охопленням: ГІСЦ враховує всі монетарні транзакції в межах країни, незалежно від резидентства, тоді як ІСЦ — лише витрати резидентів;

Методами обліку житлових витрат: ІСЦ враховує витрати на власне житло, тоді як ГІСЦ їх не включає;

Частотою оновлення ваг: у ГІСЦ це щороку, у ІСЦ — рідше (в Україні — раз на кілька років);

Методами обчислення: ГІСЦ зазвичай формується як ланцюговий індекс із груднем попереднього року як референтною точкою, ІСЦ — як фіксований базисний індекс.

Такі розбіжності у підходах призводять до статистичної непорівнюваності даних між країнами, що підтверджується результатами порівняння ІСЦ та ГІСЦ у Німеччині (різниця сягала 2,7 у 2022 році).

З метою усунення диспропорцій, що виникають внаслідок використання індексів з різними шкалами, у дослідженні було застосовано Z-нормалізацію кожного інфляційного ряду. Це забезпечило:

уніфікацію масштабів значень;  
збереження динаміки змін (структури варіацій);  
можливість проведення подальшого кластерного аналізу країн на основі поведінки інфляції, а не абсолютних значень.

У процесі попередньої обробки даних у Microsoft Excel було сформовано додаткову змінну з назвою «Mean», яка відображає усереднений рівень інфляції по всіх країнах вибірки. Для її обчислення було розраховано середнє арифметичне значення темпів інфляції за кожен календарний місяць досліджуваного періоду. Таким чином, змінна Mean виступає агрегованим показником, що дозволяє простежити загальні інфляційні тенденції в регіоні та провести зіставлення з інфляцією окремих країн, зокрема України.

| Date    | Albania  | Andorra  | Austria  | Belarus  | Belgium  | and Herze | Bulgaria | Croatia  | Cyprus   | Czechia  | Denmark  | Estonia  | Finland  | France   | Georgia  | Germany  | Greece   |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2005-01 | 0,485408 | 0,951646 | 0,144363 | -0,1014  | -0,07111 | -0,48414  | -0,1993  | -0,17865 | 0,481453 | -0,4674  | -0,47147 | 0,007532 | -0,85861 | -0,11348 | 0,930934 | -0,32963 | 0,75566  |
| 2005-02 | -0,61818 | 1,134802 | 0,098105 | -0,15369 | 0,064339 | -0,30851  | -0,07014 | 0,181923 | 0,443166 | -0,4674  | -0,36134 | 0,027842 | -0,80981 | 0,025476 | 0,907673 | -0,16401 | 0,435239 |
| 2005-03 | -0,61818 | 1,043224 | 0,190621 | -0,16938 | 0,290088 | -0,13287  | 0,015965 | 0,444155 | 0,481453 | -0,49424 | -0,25122 | 0,149701 | -0,46824 | 0,233917 | 1,000718 | -0,1088  | 0,364034 |
| 2005-04 | -0,89408 | 0,951646 | 0,098105 | -0,21122 | 0,154638 | 0,067849  | 0,188177 | 0,28026  | 0,558026 | -0,4674  | -0,03097 | 0,068461 | -0,41944 | 0,164437 | 1,186808 | -0,44004 | 0,542046 |
| 2005-05 | -0,41126 | 0,722702 | -0,08693 | -0,21122 | 0,019189 | 0,017668  | 0,080545 | 0,018028 | 0,29002  | -0,57475 | -0,25122 | -0,29712 | -0,66342 | -0,044   | 0,837889 | -0,44004 | 0,470841 |
| 2005-06 | 0,20951  | 0,722702 | -0,13318 | -0,26352 | 0,199788 | 0,343844  | 0,166651 | 0,050807 | 0,022015 | -0,41373 | -0,03097 | -0,23619 | -0,56583 | -0,044   | 0,86115  | -0,38483 | 0,506444 |
| 2005-07 | -0,48023 | 0,493757 | -0,08693 | -0,26875 | 0,290088 | 0,69511   | -0,07014 | 0,116365 | 0,098588 | -0,4674  | 0,134213 | -0,11433 | -0,71222 | 0,025476 | 0,163313 | -0,27442 | 0,720058 |
| 2005-08 | -0,20434 | 0,493757 | -0,27196 | -0,27398 | 0,290088 | 0,7202    | 0,166651 | 0,149144 | 0,175161 | -0,4674  | 0,244337 | -0,01278 | -0,61463 | 0,094957 | 0,442448 | -0,27442 | 0,648853 |
| 2005-09 | 0,347459 | 0,676913 | -0,17944 | -0,27398 | 0,335238 | 0,895833  | 0,274284 | 0,378597 | 0,481453 | -0,27955 | 0,299398 | 0,129391 | -0,56583 | 0,303398 | 0,558754 | -0,0536  | 0,720058 |
| 2005-10 | 0,485408 | 0,539546 | -0,27196 | -0,28967 | 0,019189 | 0,895833  | 0,489549 | 0,476934 | 0,558026 | -0,19904 | 0,079151 | 0,048152 | -0,76101 | 0,094957 | 0,558754 | -0,0536  | 0,684456 |
| 2005-11 | 0,278485 | 0,447968 | -0,50325 | -0,35243 | 0,064339 | 0,845653  | 0,575655 | 0,378597 | 0,481453 | -0,25271 | 0,02409  | -0,07371 | -0,66342 | -0,044   | 0,628538 | -0,1088  | 0,577649 |
| 2005-12 | -0,41126 | 0,631124 | -0,5495  | -0,36812 | 0,199788 | 0,7202    | 0,468022 | 0,313039 | 0,136874 | -0,27955 | 0,244337 | -0,15495 | -0,66342 | -0,044   | 0,209836 | -0,32963 | 0,613251 |
| 2006-01 | -0,82511 | 0,905857 | -0,64202 | -0,33674 | 0,064339 | 1,196919  | 0,489549 | 0,411376 | 0,29002  | -0,09169 | 0,189275 | 0,088771 | -0,56583 | 0,303398 | -0,02278 | -0,0536  | 0,470841 |
| 2006-02 | -0,82511 | 0,722702 | -0,64202 | -0,37858 | -0,02596 | 1,146738  | 0,984658 | 0,28026  | 0,328307 | -0,1722  | 0,189275 | 0,068461 | -0,51703 | 0,094957 | -0,04604 | -0,1088  | 0,470841 |
| 2006-03 | -0,75613 | 0,768491 | -0,73454 | -0,43088 | -0,34201 | 1,021286  | 0,963132 | 0,083586 | 0,519739 | -0,11853 | 0,02409  | -0,0534  | -0,51703 | -0,11348 | -0,16234 | -0,32963 | 0,506444 |
| 2006-04 | -0,13536 | 0,860068 | -0,41073 | -0,40996 | -0,20656 | 0,996195  | 0,833973 | 0,247481 | 0,481453 | -0,1722  | 0,02409  | 0,007532 | -0,32185 | 0,025476 | 0,163313 | 0,00161  | 0,506444 |
| 2006-05 | 0,347459 | 0,997435 | -0,41073 | -0,42042 | -0,11626 | 1,222009  | 0,920079 | 0,444155 | 0,519739 | -0,06486 | 0,079151 | 0,068461 | -0,12667 | 0,303398 | 1,093763 | -0,16401 | 0,435239 |
| 2006-06 | -0,13536 | 0,905857 | -0,50325 | -0,42042 | -0,25171 | 1,121648  | 0,855499 | 0,476934 | 0,596312 | -0,1722  | 0,134213 | 0,007532 | -0,12667 | 0,233917 | 1,41942  | -0,1088  | 0,470841 |
| 2006-07 | 0,416434 | 0,997435 | -0,50325 | -0,43611 | -0,38716 | 0,946014  | 0,72634  | 0,28026  | 0,366593 | -0,09169 | 0,079151 | 0,048152 | -0,02907 | 0,164437 | 2,140519 | -0,1088  | 0,684456 |
| 2006-08 | 0,140536 | 0,997435 | -0,36447 | -0,45703 | -0,38716 | 0,996195  | 0,554128 | 0,247481 | 0,29002  | -0,03802 | 0,079151 | 0,149701 | -0,02907 | 0,164437 | 1,884645 | -0,27442 | 0,577649 |
| 2006-09 | 0,002587 | 0,81428  | -0,5495  | -0,4518  | -0,56776 | 0,820562  | 0,29581  | 0,083586 | 0,060301 | -0,1722  | -0,1411  | -0,09402 | -0,22426 | -0,25245 | 1,372898 | -0,49525 | 0,364034 |
| 2006-10 | -0,27331 | 0,585335 | -0,64202 | -0,46226 | -0,56776 | 0,619839  | 0,317337 | -0,17865 | -0,16942 | -0,57475 | -0,19616 | -0,11433 | -0,02907 | -0,39141 | 1,140285 | -0,49525 | 0,328432 |
| 2006-11 | 0,20951  | 0,676913 | -0,45699 | -0,38904 | -0,43231 | 0,519477  | 0,424969 | -0,04753 | -0,2077  | -0,49424 | -0,03097 | 0,068461 | 0,068518 | -0,18297 | 1,04724  | -0,32963 | 0,364034 |
| 2006-12 | -0,06639 | 0,493757 | -0,50325 | -0,44134 | -0,38716 | 0,519477  | 0,489549 | -0,17865 | -0,01627 | -0,44057 | -0,03097 | 0,190321 | 0,117314 | -0,11348 | 0,814628 | -0,32963 | 0,364034 |
| 2007-01 | 0,140536 | 0,402179 | -0,45699 | -0,41519 | -0,34201 | -0,40887  | 0,618708 | -0,30976 | -0,01627 | -0,57475 | -0,03097 | 0,170011 | 0,16611  | -0,32193 | 1,186808 | -0,16401 | 0,29283  |
| 2007-02 | 0,20951  | 0,173235 | -0,45699 | -0,37858 | -0,29686 | -0,43396  | 0,059018 | -0,44088 | -0,05456 | -0,52108 | 0,02409  | 0,088771 | 0,117314 | -0,46089 | 1,326375 | -0,16401 | 0,29283  |
| 2007-03 | 0,071561 | 0,219024 | -0,36447 | -0,36289 | -0,29686 | -0,43396  | -0,02709 | -0,27698 | -0,05456 | -0,41373 | 0,079151 | 0,312181 | 0,312498 | -0,32193 | 1,04724  | -0,0536  | 0,257227 |
| 2007-04 | -0,48023 | 0,173235 | -0,36447 | -0,42042 | -0,29686 | -0,40887  | -0,00556 | -0,11309 | 0,060301 | -0,19904 | -0,1411  | 0,251251 | 0,312498 | -0,32193 | 0,651799 | 0,056817 | 0,221625 |

Рисунок 2.2 - Фрагмент вхідних статистичних даних за темпами приросту індексу до відповідного місяця попереднього року після Z-нормалізації

Джерело: розроблено автором на основі [21][22]

Первинне структурування даних, обробка пропущених значень, трансформація індексу у темпи приросту, формування масиву було здійснено в Microsoft Excel. Там само було створено допоміжні показники (середні значення), проведено нормалізацію. Для побудови складніших візуалізацій, нормалізації та реалізації кластерного аналізу використано середовище RStudio.

Саме R надає змогу реалізувати статистично обґрунтовану обробку інфляційних рядів із використанням вбудованих пакетів.

## 2.2. Аналіз динаміки рівня інфляції в Україні та країнах Європи

З урахуванням суттєвих відмінностей в рівні економічного розвитку, структурі споживчих цін та чинниках впливу, інфляційні процеси в Україні доцільно аналізувати окремо від країн Європейського регіону. Такий підхід дозволяє глибше розкрити специфіку національної інфляційної динаміки, а також зіставити її з усередненими показниками європейських країн, що сприяє виявленню періодів підвищеної нестабільності або синхронності тенденцій.

У першій частині аналізу буде розглянуто динаміку середньорічного темпу інфляції в Україні у порівнянні із середнім рівнем по країнах Європи. Графічна інтерпретація цих даних дозволить простежити періоди істотного зростання або уповільнення інфляції, виявити критичні фази відхилень між рядами та оцінити загальний характер змін у довгостроковій перспективі.



Рисунок 2.3 – Графік динаміку рівня інфляції в Україні та середнього по Європі за 2005- 2024 рр.

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Аналіз графіка свідчить про те, що інфляція в Україні характеризується більшою амплітудою коливань порівняно з європейським середнім. Зокрема, найвищі піки інфляції спостерігалися у 2008, 2015 та 2022 роках, що корелює з періодами кризових явищ, спричинених військово-політичними факторами та економічними потрясіннями. Середній темп інфляції в Європі залишався стабільнішим і не перевищував позначки 13%.

Для глибшого розуміння внутрішньої структури інфляційного процесу в Україні було здійснено STL-декомпозицію. STL-декомпозиція виконується поетапно: сезонну і трендову складові виділяють за допомогою згладжування LOESS, при цьому алгоритм дозволяє зменшити вплив викидів і виокремити залишкову компоненту, яка містить нерегулярні коливання ряду. [23]. Цей метод дозволяє виділити три основні компоненти часового ряду: сезонність, тренд та залишкові коливання.

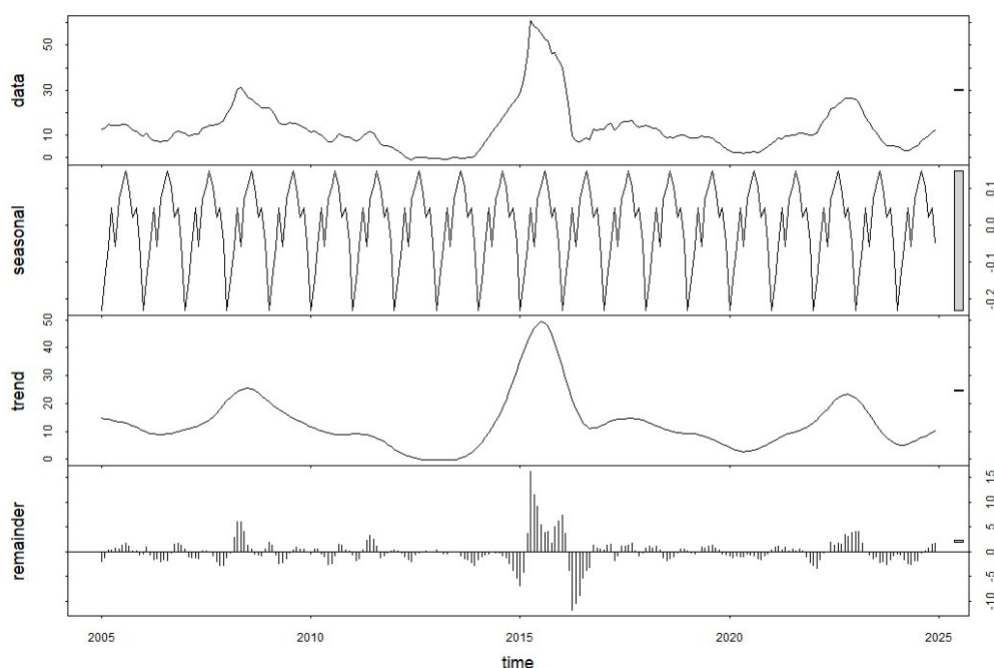


Рисунок 2.4 – Графік компонент рівня інфляції в Україні

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для глибшого аналізу структури інфляційного процесу в Україні було застосовано STL-декомпозицію ряду індексу споживчих цін, яка дозволяє виокремити трендову, сезонну та залишкову компоненти. Результати свідчать про

стабільну сезонність, зумовлену циклічними факторами (наприклад, цінами на харчі та енергоносії), а також про наявність яскраво виражених інфляційних хвиль у 2015 та 2022 роках, що збігаються з періодами економічних криз. Залишкова компонента демонструє підвищену волатильність у нестабільні періоди, що свідчить про домінування довгострокових шоків.

Для кількісного порівняння інфляційних змін в Україні та середнього по Європі було обчислено описові статистики (середнє, медіану, мінімум, максимум, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації), а також показники асиметрії та ексцесу (див. Додатки А).

Середнє значення інфляції в Україні за аналізований період становить  $\approx 12,21\%$ , що значно перевищує європейський показник  $\approx 3,45\%$ . Стандартне відхилення в Україні ( $11,26\%$ ) майже у 4,5 рази перевищує аналогічний показник по Європі ( $2,57\%$ ), а коефіцієнт варіації ( $92,3\%$  проти  $74,4\%$ ) вказує на вищу цінову нестабільність.

Коефіцієнт асиметрії ( $\approx 2,00$ ) та ексцес ( $\approx 4,99$ ) для України свідчать про виражену правосторонню асиметрію та "важкі хвости" в розподілі інфляції, що характерно для країн із частими кризовими епізодами. Для європейського середнього відповідні значення наближені до нуля, що вказує на більш симетричний та стабільний розподіл.

З метою загальної оцінки змін інфляції у країнах Європи побудовано графік, що ілюструє динаміку темпів зростання індексу споживчих цін (ІСЦ) за період 2005–2024 рр.

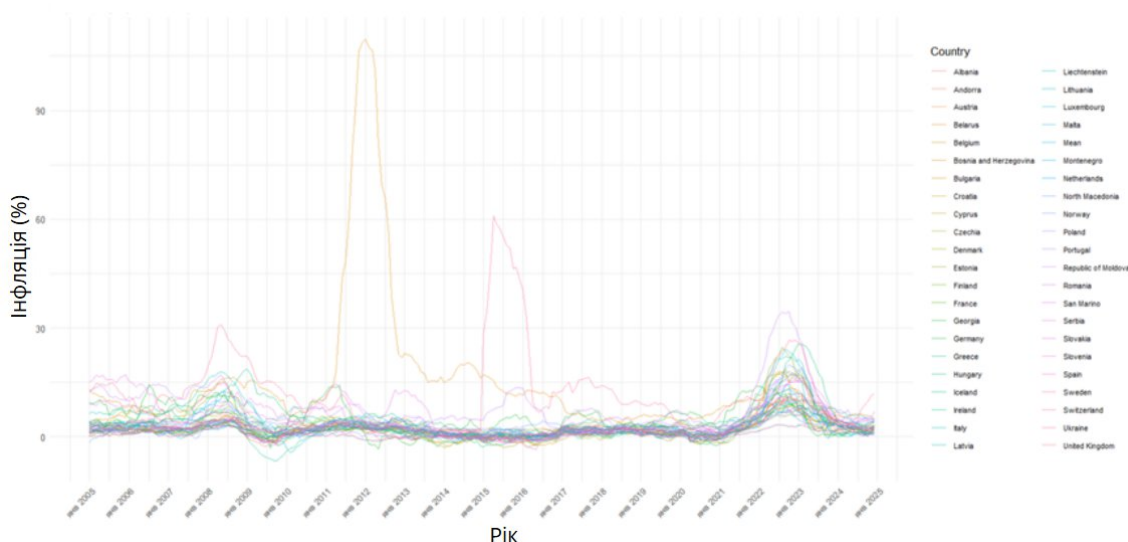


Рисунок 2.5 – Графік динаміку рівня інфляції по всім країнам

Джерело: розроблено автором на основі [21]

Аналіз графічних даних свідчить про значну різницю в амплітуді інфляційних коливань між окремими країнами. Зокрема, Україна, Білорусь та Молдова демонструють різко виражені сплески інфляції, особливо у кризові періоди (2014–2015, 2022–2023 рр.), тоді як держави Західної Європи переважно характеризуються відносною ціновою стабільністю. Подібні розбіжності обумовлені різницею в макроекономічних умовах, політичній ситуації та валютному регулюванні.

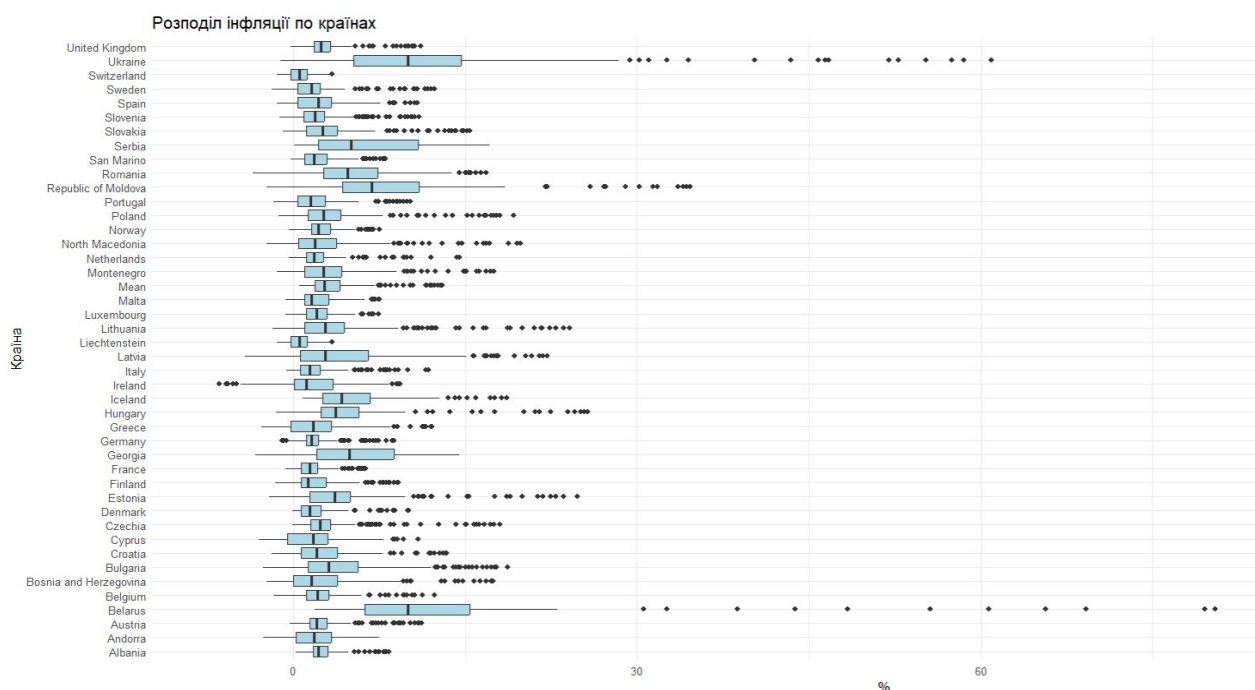


Рисунок 2.6 – Розподіл інфляції по країнах Європи

Джерело: розроблено автором на основі [21]

Побудова boxplot-діаграми за даними по окремих країнах Європи допомогла візуалізувати розкид і наявність викидів інфляційних показників. Така діаграма (рис. 2.6) ілюструє, що розподіл міжкраїнної інфляції значно неоднорідний: найбільші розмах міжквартильних значень та викиди спостерігаються у невеликих економіках (Ліхтенштейн, Швейцарія тощо), а інші країни централізовані біля низького рівня. Водночас виділяється особливість України – вона разом з Білоруссю і Молдовою демонструвала «рвані» сплески інфляції у кризові періоди, тоді як Західна Європа. Ці розбіжності обумовлені різницею макроекономічних умов, політичних потрясінь та валютної політики в регіоні.

Таблиця 2.1 – ТОП-10 європейських країн нестабільним рівнем інфляції

| Країна                 | CV     | Skew | Kurt  |
|------------------------|--------|------|-------|
| Liechtenstein          | 202,81 | 0,54 | -0,06 |
| Switzerland            | 202,07 | 0,54 | -0,06 |
| Ireland                | 164,91 | 0,15 | 0,82  |
| Bosnia and Herzegovina | 164,04 | 1,73 | 3,31  |
| Cyprus                 | 159,02 | 0,69 | 0,81  |
| Greece                 | 149,6  | 1,01 | 1,82  |
| North Macedonia        | 135,89 | 2,11 | 4,91  |
| Sweden                 | 127,77 | 2,05 | 4,45  |
| Belarus                | 127,14 | 3,62 | 13,22 |
| Latvia                 | 125,94 | 1,5  | 1,73  |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для висвітлення синхронності пікових інфляційних періодів складено перелік п'яти років з найбільшими інфляційними темпами в Європі і порівнювальну ситуацію в Україні:

~ 2008 р. – хвиля глобальної фінансової кризи. Багато європейських економік (зокрема країни Східної Європи) зазнали різкого підвищення інфляції; в Україні рік також відзначився піковими темпами (літа 2008), тоді як середній по Європі показник залишався набагато нижчим.

~ 2014 р. – економічні та політичні шоки. В Україні на кінець 2014-го спостерігався сильний стрибок інфляції, у Європі загальний рівень залишався порівняно низьким.

~ 2015 р. – став рекордним для України — інфляція перевищила 48%. У той час як Європа відновлювала стабільність, в Україні відбулося різке зростання цін, що підкреслює асинхронність інфляційних циклів.

~ 2022 рік позначився одночасним інфляційним шоком як в Україні, так і в Європі. В Україні інфляція сягнула близько 30%, такий сплеск був зумовлений геополітичним шоком — початком повномасштабної війни РФ проти України [27], у ЄС — перевищила 10% на тлі енергетичної кризи. Хоча загальний тренд був схожим, рівні інфляції суттєво різнилися. Порушення енергетичної безпеки, перебої в поставках і зростання виробничих витрат через війну спричинили значний тиск на ціни. За оцінками [28; 29], тригерами виступили: зростання вартості енергоносіїв, дефіцит агропродукції та вразливість підприємств у базових галузях (агросектор, транспорт, хімічна промисловість).

~ 2023 р. – показав поступове уповільнення темпів інфляції в обох регіонах. В Україні спад був більш помітним, тоді як у Європі зниження відбувалося повільніше, що свідчить про часткове розходження траєкторій. Банки Єврозони вдалися до посилення монетарної політики — зокрема, шляхом підвищення облікових ставок, що, за висновками [30], є одним із ключових антикризових заходів у сучасних умовах.

Таблиця 2.2 – Порівняння середніх значень рівня інфляції в Україні та країнами Європи за роки з найбільшим рівнем інфляції

| Рік  | Середнє по країнам ЄС | Україна |
|------|-----------------------|---------|
| 2008 | 6,600                 | 25,292  |
| 2011 | 4,819                 | 7,992   |
| 2012 | 4,109                 | 0,583   |
| 2022 | 10,748                | 20,05   |
| 2023 | 7,284                 | 13,383  |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для виявлення моделей подібності у динаміці інфляції проведено аналіз кореляцій між Україною та іншими країнами (табл. 2.3). П'ятірка країн з найвищою кореляцією інфляційних рядів з Україною включає здебільшого сусідів (схожі

фактори ціноутворення, регіональні шоки) та деякі економіки з подібним енергетичним профілем. Така висока статистична залежність свідчить про спільні передумови (наприклад, схожу реакцію на світові ціни на енергоносії).

Таблиця 2.3 – П'ять країн які мають найбільшу кореляція з Україною

| Молдова   | Латвія    | Чорногорія | Норвегія  | Болгарія  |
|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| 0.3965167 | 0.3152102 | 0.3039894  | 0.2533835 | 0.2393188 |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

З огляду на це розбіжності у входах даних «логічно» групувати країни в кластери – метод k-середніх та ієрархічне згрупування дозволяють виділити однорідні групи за характером інфляційної динаміки.

## 2.3 Кластеризація країн за динамікою інфляції

Кластерний аналіз – це метод багатовимірної статистики, призначений для групування певної множини об'єктів у підмножини (кластери) за ступенем їх подібності. Іншими словами, об'єкти, що належать до одного кластеру, максимально схожі між собою, тоді як об'єкти різних кластерів помітно відрізняються. На відміну від традиційної класифікації, кластеризація дозволяє об'єднувати об'єкти одночасно за кількома ознаками, формуючи відносно однорідні групи без попереднього заданого еталону. Такий некерований підхід (метод навчання без учителя) ефективно виявляє приховані структури в даних та закономірності їх розподілу [31].

У макроекономічному аналізі методи кластеризації знайшли широке застосування. Зокрема, кластерний аналіз використовують як інструмент для:

- ~ визначення пріоритетних напрямів розвитку регіонів;
- ~ прогнозування соціально-економічних явищ;
- ~ сегментації ринків та класифікації об'єктів за комплексом показників

Кластеризація інфляційних процесів. Окремо варто відзначити корисність кластеризації для аналізу інфляції. Наприклад, кластерний підхід застосовано для групування регіонів за показниками інфляції (індекс споживчих цін, динаміка ВРП тощо) з метою врахування місцевих особливостей інфляційних процесів та підвищення ефективності антиінфляційної політики. Поділ економічних об'єктів (країн, регіонів чи періодів) на однорідні кластери за характеристиками інфляції дозволяє виявити спільні патерни (закономірності) цінової динаміки, що надалі спрощує аналіз та моделювання цих процесів.

Метод k-середніх (k-means). Одним із найбільш популярних алгоритмів кластеризації є метод k-середніх. Він належить до ітеративних процедур розбиття даних на наперед визначену кількість груп k, які виступають своєрідними «еталонами» кластерів.

Алгоритм починається з вибору k початкових центрів кластерів (центроїдів), після чого відбувається багаторазове повторення двох кроків:

Віднесення кожного об'єкта до найближчого за відстанню центроїда;

Перевизначення центроїдів кластерів на основі середніх значень об'єктів, що потрапили до групи[30].

Ці ітерації тривають до збіжності – тобто поки зміни в положенні центрів стають незначними. Метод k-середніх не потребує обчислення та зберігання повної матриці відстаней між всіма парами об'єктів, що робить його придатним для аналізу великих масивів даних.

Водночас недоліком є необхідність задавати число кластерів k заздалегідь і можливість отримання різних результатів при різних початкових умовах (випадковій ініціалізації центрів).

Ієрархічна кластеризація. Альтернативний підхід до кластерного аналізу – ієрархічна (агломеративна) кластеризація, що будує вкладену структуру кластерів (дендрограму) без визначення їх кількості на початку.[30]

Агломеративний кластерний аналіз починається з максимального дроблення, де кожен об'єкт розглядається як окремий кластер. Надалі найближчі кластери послідовно об'єднуються відповідно до обраного критерію близькості

— доти, доки всі об'єкти не зіллються в єдиний кластер або не буде досягнуто порогу подібності.

Результатом є дендрограма — графічне дерево, що відображає ієрархію злиттів і дозволяє визначити оптимальну кількість кластерів шляхом «відсікання» на відповідному рівні. У дослідженні застосовано метод Уорда, який мінімізує приріст внутрішньокластерної дисперсії, сприяючи утворенню кластерів близького розміру. [31].

На відміну від  $k$ -середніх, ієрархічна кластеризація враховує всю матрицю відстаней між об'єктами, тому є обчислювально інтенсивнішою, зате не залежить від випадкової ініціалізації і може виявляти різні рівні структури даних.

Насамкінець, слід підкреслити, що кластерний аналіз у даному дослідженні виступає підготовчим етапом для подальшого прогнозування інфляції. Виділення однорідних кластерів (за схожими параметрами інфляційної динаміки) створює передумови для побудови точніших прогнозних моделей — з урахуванням специфіки кожної групи та виявлених закономірностей розвитку.

Таким чином, застосування кластеризації дозволяє підвищити обґрунтованість і достовірність майбутніх оцінок та прогнозів інфляційних процесів.

Перш ніж безпосередньо реалізовувати кластерний аналіз, необхідно визначити оптимальну кількість кластерів, яка забезпечить найкраще розділення спостережень. З цією метою застосовуються різні евристичні підходи, зокрема метод ліктя, метод силуету, Гар-статистика, а також комплексні методи типу NbClust.

Для визначення доцільної кількості кластерів у дослідженні було використано метод ліктя. Його ідея полягає у побудові графічної залежності між кількістю кластерів ( $k$ ) та загальною внутрішньокластерною дисперсією — мірою розсіювання об'єктів навколо центрів своїх груп.

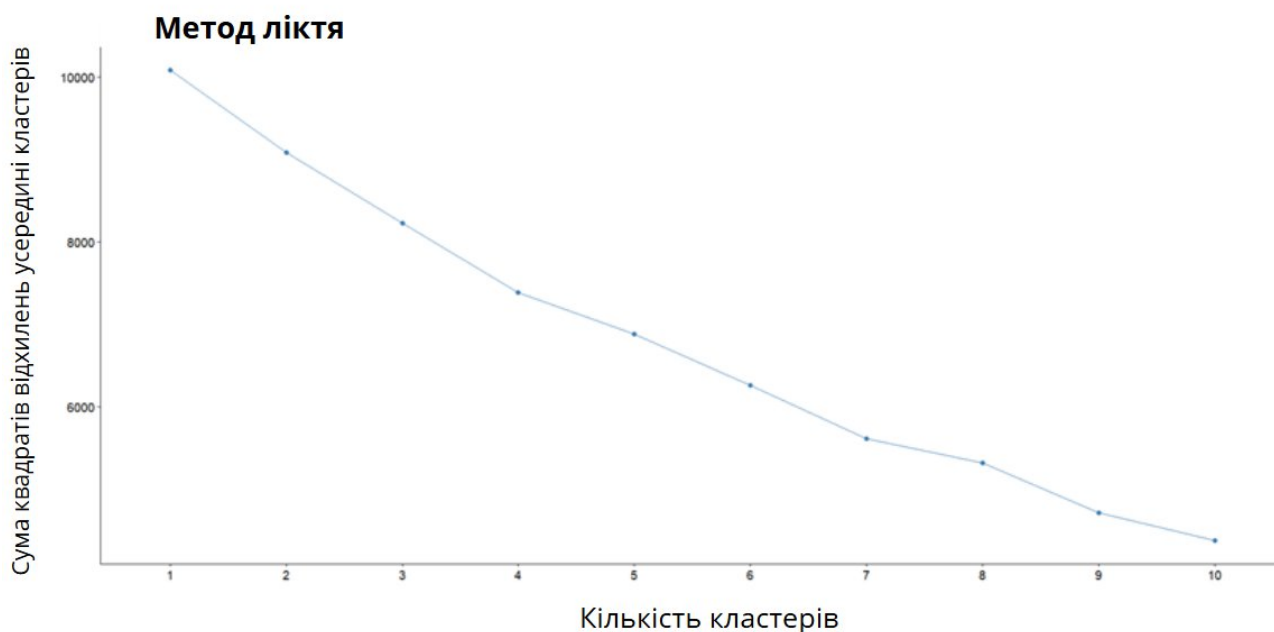


Рисунок 2.7 – Визначення кількості кластерів методом ліктя

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На кожному кроці обчислюється значення сумарних відстаней між елементами кластера та відповідним центроїдом. У процесі збільшення  $k$  ця дисперсія поступово зменшується, однак темп зниження уповільнюється. Оптимальна кількість кластерів відповідає тій точці на графіку, де помітно змінюється кут нахилу — так званий «лікоть» кривої. Саме ця точка сигналізує про баланс між деталізацією структури даних і уникненням надмірного поділу

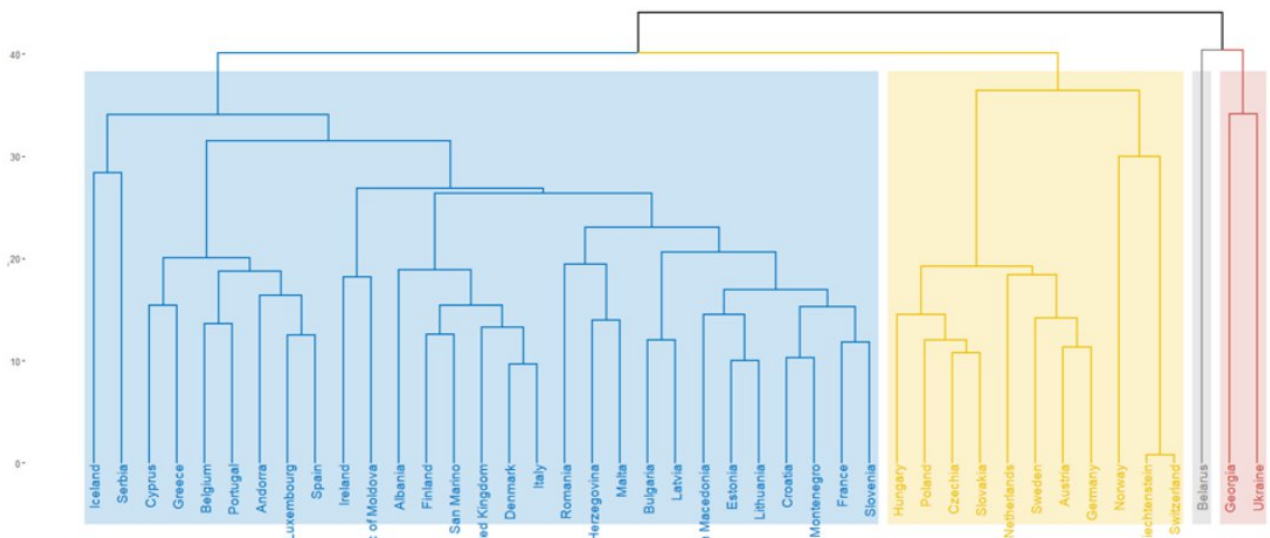
Таким чином, метод ліктя забезпечує візуальну оцінку ефективного кластерного розбиття за критерієм внутрішньої однорідності груп. На основі графічної інтерпретації методу ліктя (рис. 2.7), спостерігається характерне «плече» кривої у діапазоні значення  $k=4$ . Починаючи з цього моменту, темп зменшення дисперсії суттєво сповільнюється, що свідчить про зниження ефективності подальшого збільшення кількості кластерів. Це означає, що кластеризація з  $k=4$  забезпечує достатньо хорошу якість сегментації даних при мінімально необхідній кількості груп.

З огляду на це, було обрано 4 кластери як оптимальну кількість для подальшого аналізу. Такий підхід дозволяє забезпечити баланс між глибиною сегментації та інтерпретованістю результатів у контексті інфляційної динаміки серед європейських країн.

Для підтвердження структурної подібності країн за динамікою інфляційних процесів було застосовано метод ієрархічної кластеризації, який передбачає агломеративне згрупування об'єктів на основі обчислення попарних евклідових відстаней. Як критерій злиття було використано метод Уорда, що забезпечує мінімізацію приросту внутрішньогрупової дисперсії при кожному кроці об'єднання кластерів. Результати аналізу наведено на дендрограмі (рис. 2.10), яка відображає ієрархічну структуру подібностей між країнами за нормалізованими значеннями індексу споживчих цін.[29].

Аналіз дендрограми виявив чітко окреслені групи країн зі схожими інфляційними тенденціями. Україна, Грузія та Білорусь утворили окремий кластер, що може свідчити про спільні інфляційні патерни, зумовлені особливостями макроекономічної політики та геополітичними чинниками

**Дендограма країн за динамікою інфляції**



**Рисунок 2.8 – Дендограма подібності країн Європи за Z-нормалізованим індексом споживчих цін**

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для кількісної класифікації було застосовано метод k-середніх, який дозволяє поділити об'єкти на фіксовану кількість кластерів з урахуванням подібності динаміки (z-нормалізованих рядів індексу споживчих цін). За результатами кластеризації при  $k = 4$  сформовано чотири статистично однорідні групи країн.

Таблиця 2.4 – Розподіл країн за кластерами за результатами аналізу динаміки інфляції

| Кластер | Країни                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Австрія, Бельгія, Чехія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Литва, Нідерланди, Північна Македонія, Норвегія, Польща, Словаччина, Швеція, Велика Британія                                                                                                     |
| 2       | Грузія, Республіка Молдова, Україна                                                                                                                                                                                                                       |
| 3       | Албанія, Андорра, Боснія і Герцеговина, Болгарія, Хорватія, Кіпр, Данія, Естонія, Франція, Греція, Ісландія, Ірландія, Італія, Латвія, Ліхтенштейн, Люксембург, Мальта, Чорногорія, Португалія, Румунія, Сан-Марино, Сербія, Словенія, Іспанія, Швейцарія |
| 4       | Білорусь                                                                                                                                                                                                                                                  |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На основі проведеної кластеризації (рис. 2.8 та табл. 2.4) було отримано наступні кластери:

Кластер 1 демонструє загальну цінову стабільність з помірною волатильністю. Спостерігається синхронність трендів, зокрема під час інфляційного сплеску 2022 року.

Кластер 2 має найбільш виражені коливання. Країни цього кластеру (Україна, Грузія, Молдова) демонструють високі піки інфляції у періоди криз (2014–2015, 2022 рр.), що свідчить про вразливість до зовнішніх шоків.

Кластер 3 охоплює широке коло країн з більш різномірною, але в цілому стабільною інфляційною динамікою. Незважаючи на окремі аномалії, основна маса рядів має схожу поведінку.

Кластер 4 представлений лише однією країною — Білоруссю, інфляційна траєкторія якої має унікальний характер із різким піком у 2011 році, після чого спостерігається поступове зниження волатильності.

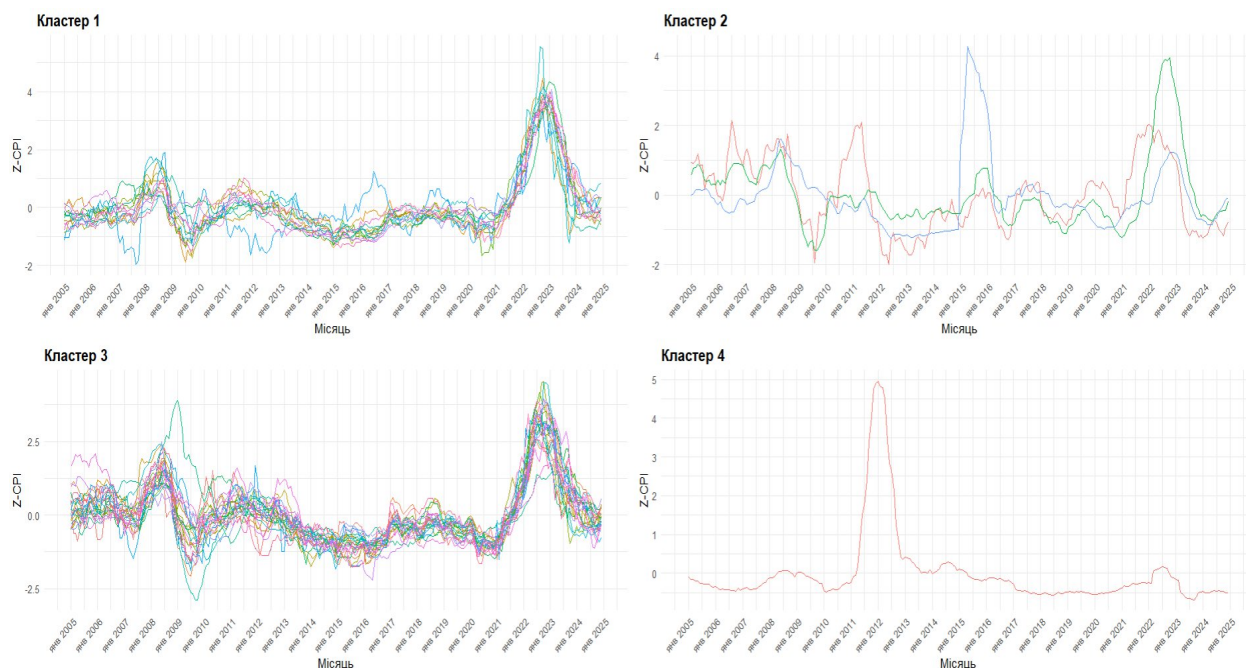


Рисунок 2.9 – Середньозначення інфляційної динаміки у кожному кластері

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

За проведеною кластеризацією країн Європи за динамікою інфляції із застосуванням методів k-середніх та ієрархічного групування. Встановлено наявність чотирьох відносно однорідних груп держав за схожістю інфляційної поведінки. Україна, Молдова та Грузія увійшли до одного кластеру, що вказує на подібність економічної чутливості до інфляційних шоків. Отримані результати формують підґрунтя для побудови моделей прогнозування в наступному розділі.

З метою візуалізації інфляційної динаміки для кожного з кластерів побудовано окремі графіки, які відображають зміну значень індексу споживчих цін у часі для всіх країн відповідної групи. Графіки дають змогу виявити характерні особливості кожного кластеру.

### **РОЗДІЛ 3**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ ДЛЯ УКРАЇНИ, МОЛДОВИ ТА ГРУЗІЇ**

У контексті сучасної макроекономічної нестабільності прогнозування інфляційних процесів набуває критичного значення для формування ефективної фінансової, монетарної та соціальної політики. Високий рівень інфляції в Україні у 2015 році, викликаний девальвацією гривні, та повторний стрибок у 2022 році на тлі повномасштабної війни свідчать про актуальність питання для національної економіки. Прогнозування рівня інфляції дозволяє заздалегідь оцінити потенційні ризики цінової динаміки, визначити обґрунтовані параметри бюджетної політики, а також сформулювати напрямки регулювання грошово-кредитної сфери. Отже, такий прогноз є необхідною умовою для прийняття раціональних управлінських рішень як на державному, так і на корпоративному рівнях.

У третьому розділі зосереджено увагу на побудові прогнозу рівня інфляції в Україні, а також на аналізі його динаміки в країнах зі схожим інфляційним профілем у Європі. У попередньому розділі (підпункт 2.3) за допомогою кластерного аналізу було визначено підмножину країн Європи, які характеризуються схожими інфляційними динаміками та макроекономічними умовами з Україною. Саме ці країни й будуть використані для формування порівняльного прогнозу. Об'єднання країн у кластер дає змогу застосовувати єдину логіку моделювання та інтерпретації результатів, зменшуючи вплив специфічних структурних відмінностей.

На першому етапі емпіричного дослідження здійснено графічну візуалізацію динаміки індексу споживчих цін (ГІСЦ) у трьох країнах, що увійшли до одного кластера за результатами кластерного аналізу, проведеного у розділі 2, а саме: Україна, Республіка Молдова та Грузія. Побудова графіків

здійснена на основі щомісячних ненормалізованих значень ГІСЦ за період з січня 2005 року по грудень 2024 року.

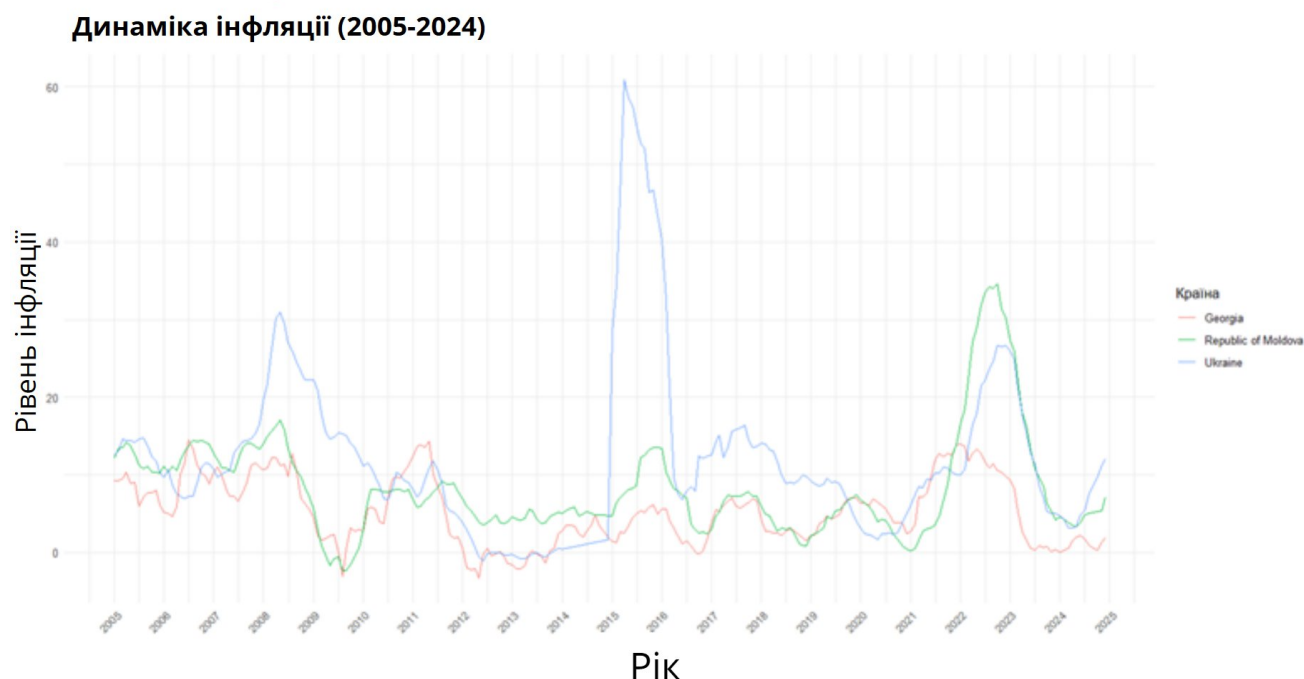


Рисунок 3.1 – Динаміка індексу споживчих цін у країнах обраного кластеру у 2005–2024 роках

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для України характерними є різкі коливання рівня інфляції, зокрема у 2008, 2015 та 2022 роках. Усі ці періоди збігаються з фазами фінансових та геополітичних криз, зокрема світової фінансової кризи, воєнних подій на сході України, а також повномасштабної війни 2022 року. Амплітуда інфляційного коливання значно перевищує аналогічні показники у Молдові та Грузії.

Молдова демонструє помірну динаміку росту значення індексу, однак починаючи з 2021 року спостерігається суттєвий інфляційний тиск, що, ймовірно, пояснюється зовнішніми ціновими шоками, зокрема зростанням вартості енергоносіїв та імпортової продукції.

Грузія характеризується відносно стабільною динамікою ГІСЦ, хоча й тут спостерігаються періоди прискорення інфляції (2010, 2017, 2022 роки), які

можуть бути пов'язані з коливаннями обмінного курсу національної валюти та зовнішньоекономічною кон'юнктурою.

Графічний аналіз дозволяє зробити попередні висновки щодо відмінностей в амплітуді інфляційних хвиль та можливої наявності сезонної складової. Отримані результати обґрунтовують доцільність подальшої статистичної обробки, зокрема перевірки стаціонарності рядів, обчислення описових характеристик, а також побудови моделей прогнозування з урахуванням специфіки кожної країни.

Таблиця 3.1 - Описова статистика значень для країн

| Країна              | Середнє значення | Стандартне відхилення | Коефіцієнт варіації | Асиметрія | Ексцес |
|---------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------|--------|
| Georgia             | 5,3              | 4,3                   | 0,811               | 0,3       | -0,87  |
| Republic of Moldova | 8,31             | 6,67                  | 0,803               | 1,81      | 4,18   |
| Ukraine             | 12,2             | 11,3                  | 0,923               | 2         | 4,99   |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для більш глибокого розуміння статистичної природи інфляційних рядів проведено розрахунок ключових показників описової статистики (табл. 3.2). Середнє значення ІСЦ за період дослідження виявилось найвищим в Україні (12,2%), а найнижчим — у Грузії (5,3%). Стандартне відхилення, як показник варіативності, також найбільше в Україні (11,3%), що підтверджує високий рівень нестабільності споживчих цін у країні.

Коефіцієнт варіації (CV), що характеризує відносну змінність ряду, становить 0,923 для України, що свідчить про високу нестабільність процесу. Для Молдови цей показник склав 0,803, а для Грузії — 0,811, що дозволяє говорити про помірний рівень коливань.

Додатково обчислено коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Позитивна асиметрія для України (2,0) та Молдови (1,81) вказує на правобічну деформацію розподілу — наявність періодів з різким зростанням цін. Для Грузії асиметрія близька до нуля, а ексцес має від'ємне значення (-0,87), що свідчить про більш "плоский" розподіл, характерний для стабільнішої інфляційної динаміки.

Крім того, для візуального згладжування короткострокових коливань було розраховано ковзне середнє з періодом у 12 місяців (рис. 3.2). Такий підхід дозволяє краще простежити тренди середньострокового характеру. З графіка видно, що всі країни зазнали істотного зростання інфляції в період 2021–2022 років, однак темпи її стабілізації були різними.

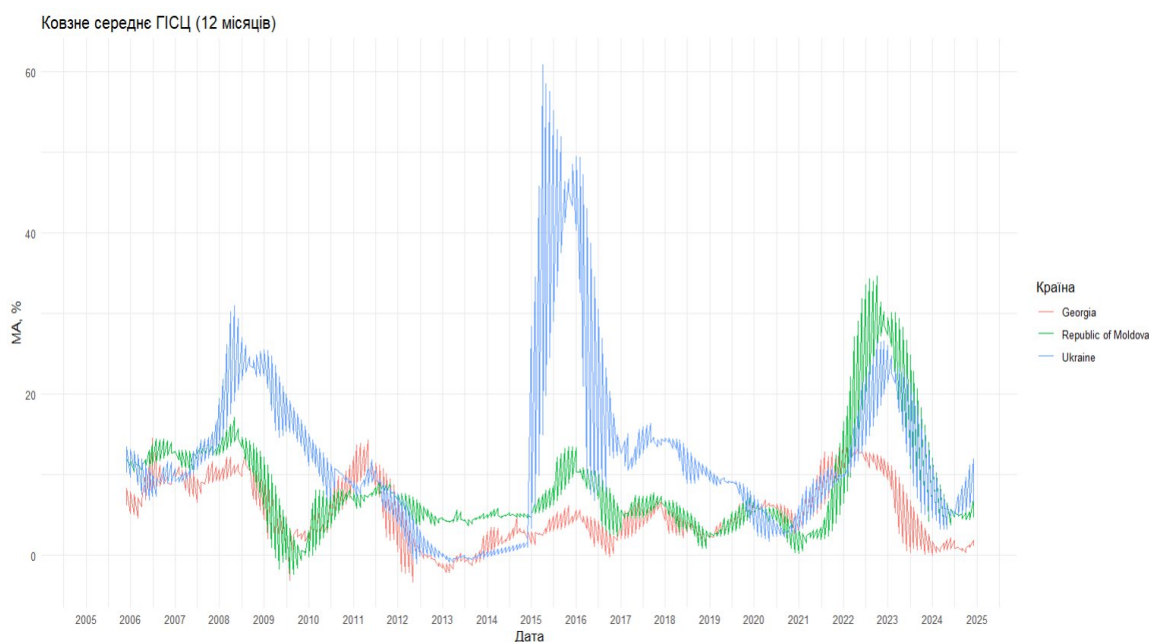


Рисунок 3.2 –Ковзне середнє для вибраних країн

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Для вивчення властивостей часових рядів індексу споживчих цін (ГІСЦ) було застосовано методику оцінки індексу Херста. Індекс Херста— це статистичний показник, що дає змогу оцінити наявність довготривалої залежності в часовому ряді. Значення  $H \in (0;1)$ :

$H=0,5$ — процес має властивості білого шуму (випадкові коливання);

$H<0,5$  — ряд є антиперсистентним, тобто має тенденцію до повернення до середнього;

$H>0,5$ — ряд демонструє наявність довготривалої пам'яті (персистентність), тобто існує автокорельована структура.

Розрахунок індексу Херста здійснено для України, Республіки Молдова та Грузії за період 2005–2024 років із використанням методу R/S-аналізу та емпіричної оцінки. Результати представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Індекс Херста для обраних країн

| Країна  | Індекс Херста |
|---------|---------------|
| Україна | 0,695         |
| Молдова | 0,78          |
| Грузія  | 0,755         |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Аналіз отриманих значень свідчить про наявність у часових рядах індексу споживчих цін позитивної автокореляції. Це дозволяє зробити висновок про наявність персистентності, тобто схильності ряду до продовження сформованого тренду. Зокрема, для України значення індексу Херста становить  $H=0,695$ , що відповідає середньому рівню автокорельованості, тоді як для Молдови та Грузії цей показник перевищує 0,75, що свідчить про сильну довготривалу пам'ять у ряді.

Перед застосуванням моделей ARIMA необхідно перевірити часові ряди на стаціонарність, оскільки це є ключовою умовою побудови адекватної моделі. Для цього застосовано ADF-тест (Augmented Dickey-Fuller), результати якого подано:

Таблиця 3.3 – Перевірка рядів на стаціонарність

| Країна  | ADF p-value | Диференціювання | Сезонне диференціювання |
|---------|-------------|-----------------|-------------------------|
| Україна | 0.021       | 1               | 0                       |
| Молдова | 0.045       | 1               | 0                       |
| Грузія  | 0.0406      | 1               | 0                       |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

З метою стабілізації дисперсії було розглянуто можливість застосування перетворення Бокса–Кокса, однак через наявність нульових або від'ємних значень у всіх трьох часових рядах його використання виявилось неможливим. У зв'язку з цим було обмеженося диференціюванням першого порядку.

Подальший аналіз передбачав побудову автокореляційних (ACF) та часткових автокореляційних (PACF) функцій. У всіх випадках графіки ACF демонструють поступове згасання, що свідчить про наявність одиничного

кореня, а PACF — обмежену кількість значущих лагів, що підтверджує доцільність використання моделей типу ARIMA(p,1,q).

Результати аналізу підтверджують нестационарність рядів індексу ГІСЦ для всіх трьох країн, яка ефективно усувається першим диференціюванням без необхідності введення додаткових сезонних різниць. Це дозволяє перейти до етапу побудови моделей ARIMA/SARIMA.

Водночас на графіках ACF чітко виявлено піки на 12-му лагу, що свідчить про наявність річної сезонної компоненти — типової для макроекономічних показників з щомісячною періодичністю. Це обґрунтовує доцільність застосування розширеного варіанта ARIMA — моделі SARIMA, яка враховує як короткострокові, так і сезонні залежності.

Математично модель SARIMA записується у вигляді:

$$\text{SARIMA}(p, d, q)(P, D, Q) \quad (3.1)$$

*де:  $p, d, q$  — порядок авторегресії, порядок диференціювання та порядок ковзного середнього для несезонної компоненти;*

*$P, D, Q$  — відповідні параметри для сезонної компоненти;*

*$s$  — довжина сезонного циклу, яка у випадку щомісячних даних становить 12.[30]*

У контексті інфляційних процесів побудовані моделі враховують сезонну автокореляцію, тобто залежність між поточним значенням темпу зростання споживчих цін та його значенням у відповідному місяці попереднього року, а також потенційні затримки впливу зовнішніх і внутрішніх чинників.

Перевірка необхідності сезонного диференціювання за допомогою функції `nsdiffs()` засвідчила його відсутність для всіх трьох країн, що свідчить про стабільну сезонну структуру рядів.

Оскільки ручне визначення параметрів SARIMA може бути суб'єктивним, для моделювання застосовано автоматизовану функцію `auto.arima()` (Hyndman & Khandakar, 2008), яка поєднує перевірку стаціонарності, оцінювання максимальної правдоподібності та мінімізацію інформаційних критеріїв, зокрема AICс. Параметри підбиралися шляхом повного перебору (опції `stepwise`

= FALSE, approximation = FALSE), що забезпечило вичерпний пошук оптимальної моделі.

Серед методів добору виділяють покрокову (stepwise) та повну (exhaustive) стратегії. У межах дослідження використано саме повну, що дозволило уникнути локальних екстремумів і знайти найбільш адекватні конфігурації моделей для кожної країни.

Обрані моделі лягли в основу прогнозів інфляції на шість місяців уперед, демонструючи їхню практичну придатність для середньострокового макроекономічного аналізу.

#### 1) Україна

Результатом підбору стала модель  $ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12]$  з ненульовим середнім. Саме ця модель продемонструвала найнижчі значення інформаційних критеріїв  $AIC = 1079.98$ ,  $AICc = 1080.46$ ,  $BIC = 1104.34$ . Її специфікація дозволяє врахувати як значущі авторегресивні зв'язки, так і лагові ефекти ковзного середнього порядку. Сезонна складова представлена простим  $MA(1)$ , що забезпечує адаптацію моделі до річних циклічних коливань.

Оцінювання параметрів моделі здійснювалося методом максимальної правдоподібності. Значення коефіцієнтів подано в Додатку Б. Усі параметри є статистично значущими, що підтверджується невеликими стандартними похибками. Це свідчить про надійність побудованої моделі та обґрунтованість включення кожного елемента до її структури.

Таблиця 3.4 – Оцінка параметрів моделі  $ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12]$  з ненульовим середнім

| Параметр | Значення | Стандартна похибка |
|----------|----------|--------------------|
| ar1      | 0,92     | 0,03               |
| ma1      | 0,35     | 0,06               |
| ma2      | 0,3398   | 0,0569             |
| ma3      | 0,3952   | 0,0606             |
| sma1     | -0,1807  | 0,0700             |
| mean     | 12,20    | 2,88               |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Оцінювання параметрів моделі здійснювалося методом максимальної правдоподібності. Значення коефіцієнтів подано в таблиці 3.4. Усі параметри є статистично значущими, що підтверджується невеликими стандартними похибками. Це свідчить про надійність побудованої моделі та обґрунтованість включення кожного елемента до її структури.

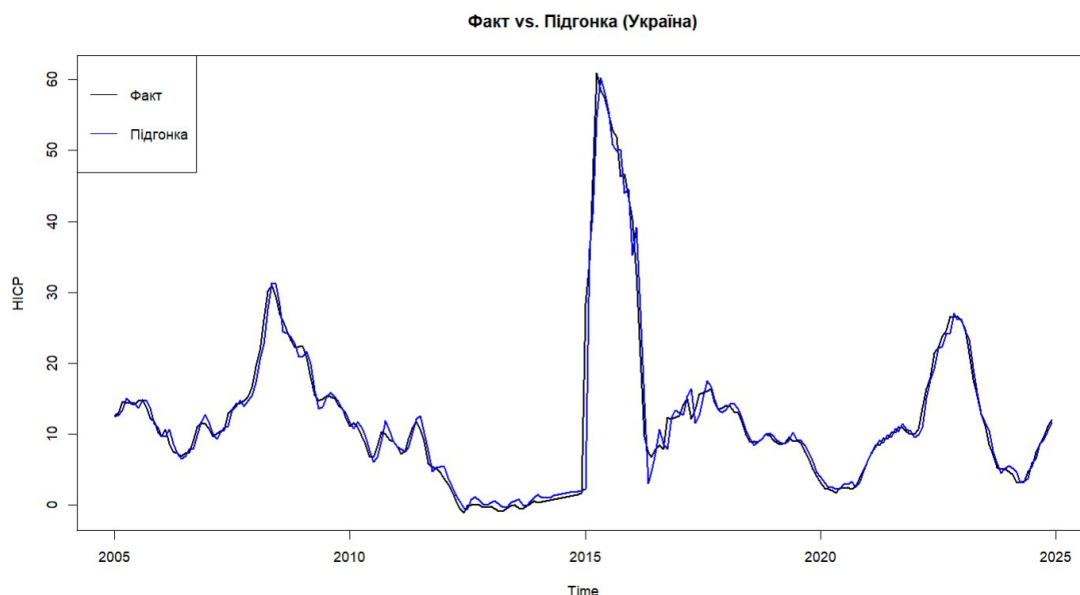
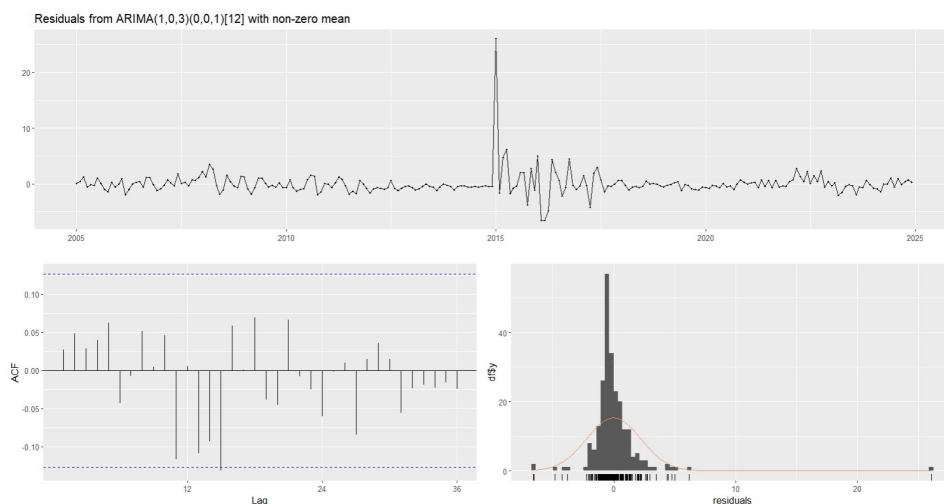


Рисунок 3.3 – Фактичні та модельовані значення ГІСЦ в Україні

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На рисунку 3.3 подано графік відповідності між фактичними та модельованими значеннями ІСР. З графіка видно, що модель досить точно відтворює загальний тренд інфляції, включно з піковими значеннями та періодами згасання.



### Рисунок 3.4 – Залишки ARIMA-моделі для України

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

З метою оцінки адекватності моделі було проведено графічний та статистичний аналіз залишків. На рисунку 3.4 подано графік залишків, що демонструє їх випадковий характер без видимих трендів або змін варіативності. ACF-графік не виявляє статистично значущих автокореляцій у межах 95% довірчих інтервалів.

Для перевірки залишків було використано функцію `checkresiduals()`, яка дозволяє візуалізувати поведінку залишків моделі та оцінити їх відповідність гіпотезі про білий шум показано. Додатково застосовано тест Льюнга–Бокса, тест Джарка–Бера на нормальність та тест Бройша–Пагана на гомоскедастичність.

Таблиця 3.5 – Результати тестів діагностики залишків

| Тест          | Статистика | p-value  | Висновок                        |
|---------------|------------|----------|---------------------------------|
| Ljung–Box     | 22.534     | 0.2585   | Автокореляція відсутня          |
| Jarque–Bera   | 64482      | <2.2e-16 | Розподіл залишків не нормальний |
| Breusch–Pagan | 0.00545    | 0.9411   | Гомоскедастичність збережена    |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Таблиця 3.6 – Метрики точності моделі ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] для України

| Країна  | MAE   | MSE   | MSE   | APE | AIC     | BIC     | AICc    |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------|---------|---------|
| Україна | 1,058 | 2,211 | 4,888 | —   | 1079,98 | 1104,34 | 1080,34 |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Формальна перевірка залишків здійснена за допомогою тесту Льюнга–Бокса, який не виявив автокореляції ( $p\text{-value} = 0.2585$ ). Тест Джарка–Бера свідчить про незначне порушення нормальності ( $p < 0.05$ ), що є типовим для макроекономічних рядів. Однак тест Бройша–Пагана показав стабільну дисперсію залишків, що є критичним критерієм для довіри до моделі.

Крім перевірки залишків, було розраховано основні метрики точності побудованої моделі. Таблиця 3.5 демонструє низьке середнє абсолютне відхилення ( $MAE = 1,058$ ) та прийнятне кореневе середнє квадратичне відхилення ( $RMSE = 2,211$ ), що свідчить про високу відповідність моделі до

емпіричних даних. Найнижче значення AIC підтверджує оптимальність обраної специфікації  $ARIMA(1,0,3)(0,0,1)$  [12] серед усього розглянутого простору моделей.

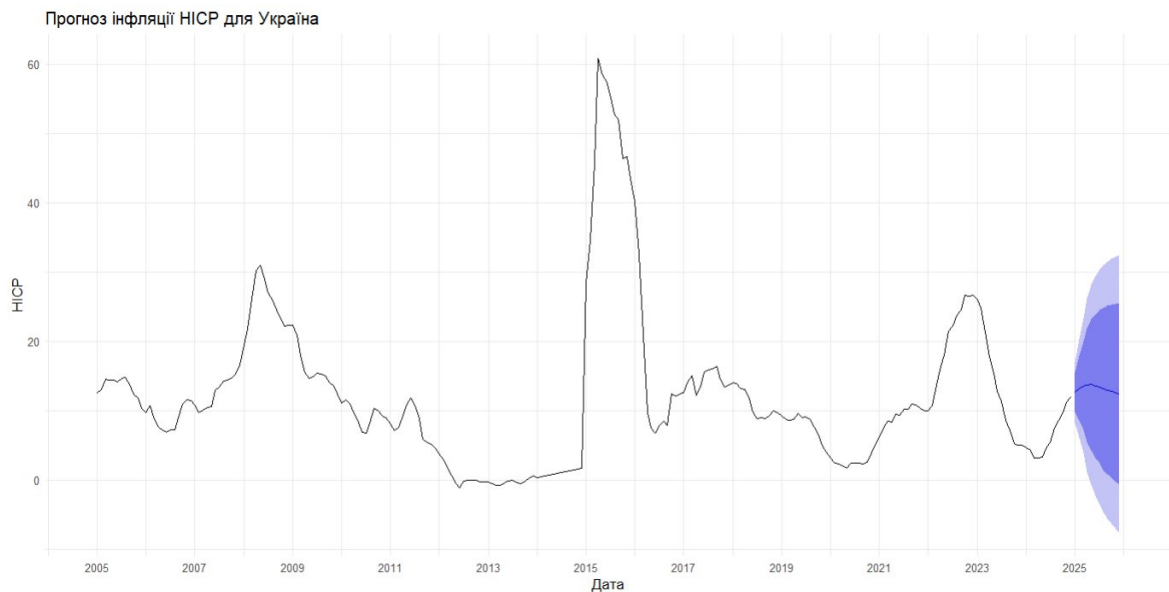


Рисунок 3.5 - Прогноз інфляції ІСР в Україні на 2025 рік

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На основі побудованої моделі сформовано прогноз індексу ІСР в Україні на 12 місяців 2025 року (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Прогнозовані значення ІСР в Україні на 2025 рік, %

|         |        |         |          |         |          |         |
|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Місяць  | січень | лютий   | березень | квітень | травень  | червень |
| Прогноз | 12,69  | 13,21   | 13,63    | 13,72   | 13,76    | 13,55   |
| Місяць  | липень | серпень | вересень | жовтень | листопад | грудень |
| Прогноз | 13,47  | 13,17   | 12,96    | 12,85   | 12,63    | 12,43   |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Прогноз свідчить про зростання темпів інфляції у першому кварталі з піковим значенням у травні, після чого очікується поступове зниження індексу до кінця року. Цей сценарій узгоджується з очікуваннями щодо стабілізації валютного ринку, пом'якшення монетарної політики та завершення шоків ефектів попередніх років.

## 2) Грузія

Найкращою за критерієм AIC ( $AIC = 663.92$ ) виявилася модель  $ARIMA(1,1,0)(0,0,1)$ , яка була обрана для подальшого аналізу. Результат перебору специфікацій  $ARIMA$ -моделі для Грузії представлено у додатку Б.

Таблиця 3.8 – Оцінка параметрів моделі  $ARIMA(1,1,0)(0,0,1)$  для Грузії

| Параметр | Значення | Стандартна похибка |
|----------|----------|--------------------|
| ar1      | 0,2695   | 0,0622             |
| sma1     | -0,8576  | 0,0567             |

Джерело: розроблено автором на основі [21]

Оцінювання параметрів моделі  $ARIMA(1,1,0)(0,0,1)$  здійснювалося методом максимальної правдоподібності. Отримані коефіцієнти є статистично значущими. Коефіцієнт авторегресії першого порядку ( $ar1 = 0.2695$ ) вказує на помірну інерційність процесу, а сезонний ковзний середній параметр ( $sma1 = -0.8576$ ) свідчить про виражену сезонну компоненту з ефектом згладжування.

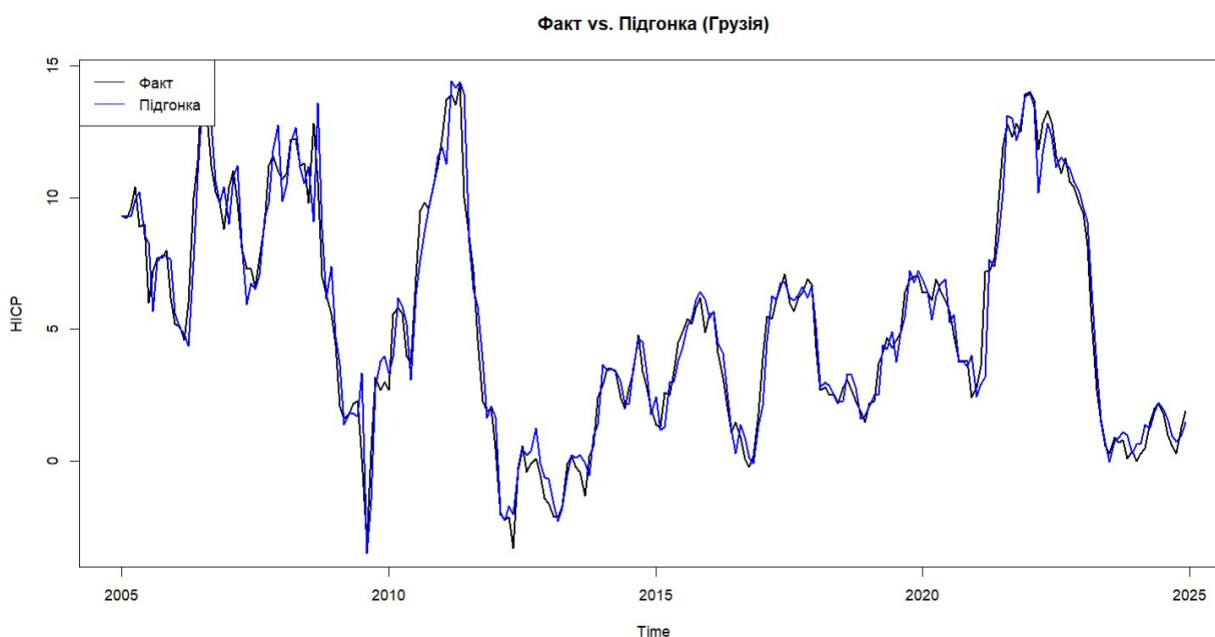


Рисунок 3.6 – Фактичні та модельовані значення ГІСЦ у Грузії

Джерело: розроблено автором на основі [21]

На рисунку 3.6 показано відповідність між фактичними та прогнозованими значеннями ГІСЦ у Грузії, де видно хорошу точність відтворення загального тренду, зокрема в періоди кризових змін.

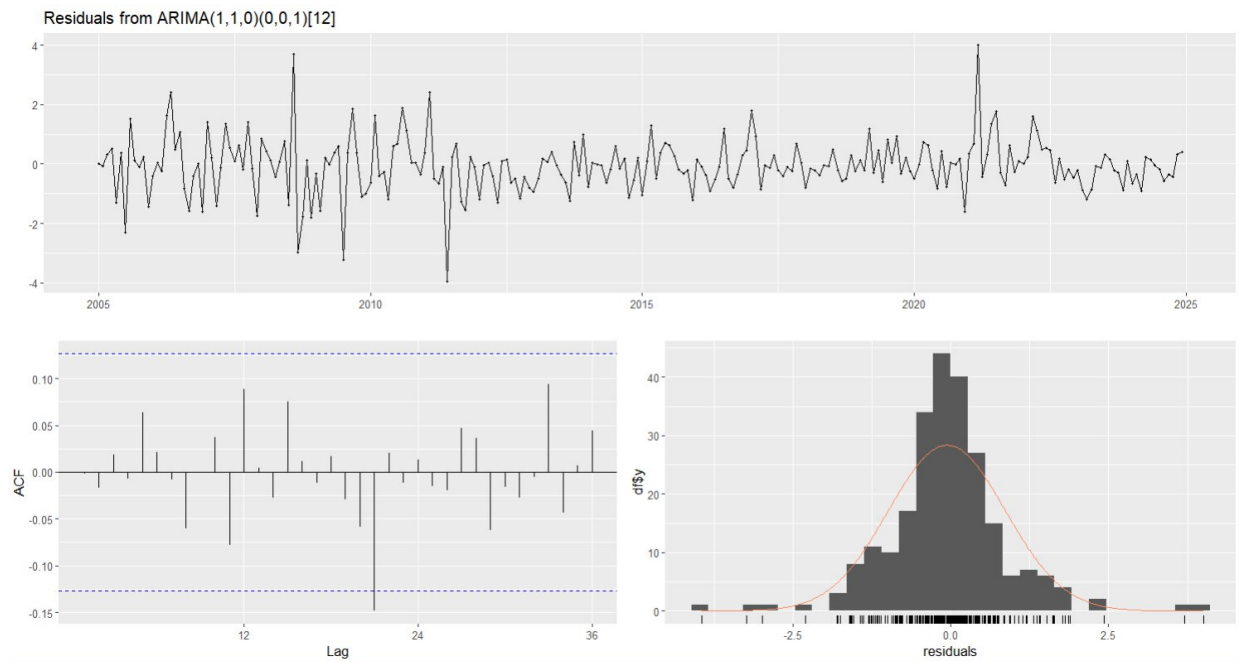


Рисунок 3.7 – Залишки моделі ARIMA для Грузії

Джерело: розроблено автором на основі [21]

Залишки моделі були проаналізовані з метою перевірки адекватності побудованої ARIMA-моделі. На рисунках 3.7, таблиці 3.9 подано графіки залишків, автокореляційної функції та гістограми з накладеним нормальним розподілом.

Таблиця 3.9 – Результати тестів діагностики залишків (Грузія)

| Тест          | Статистика | p-value  | Висновок                        |
|---------------|------------|----------|---------------------------------|
| Ljung–Box     | 15.063     | 0.8595   | Автокореляція відсутня          |
| Jarque–Bera   | 149.24     | <2.2e-16 | Розподіл залишків не нормальний |
| Breusch–Pagan | 5.9011     | 0.01513  | Помірна гетероскедастичність    |

Джерело: розроблено автором на основі [21]

Таблиця 3.10 – Прогнозовані значення ГІСЦ у Грузії на 2025 рік, %

| Місяць  | січень | лютий   | березень | квітень | травень  | червень |
|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Прогноз | 2,63   | 3,12    | 3,48     | 3,65    | 3,69     | 3,55    |
| Місяць  | липень | серпень | вересень | жовтень | листопад | грудень |
| Прогноз | 3,35   | 3,08    | 2,88     | 2,68    | 2,51     | 2,37    |

Джерело: розроблено автором на основі [21]

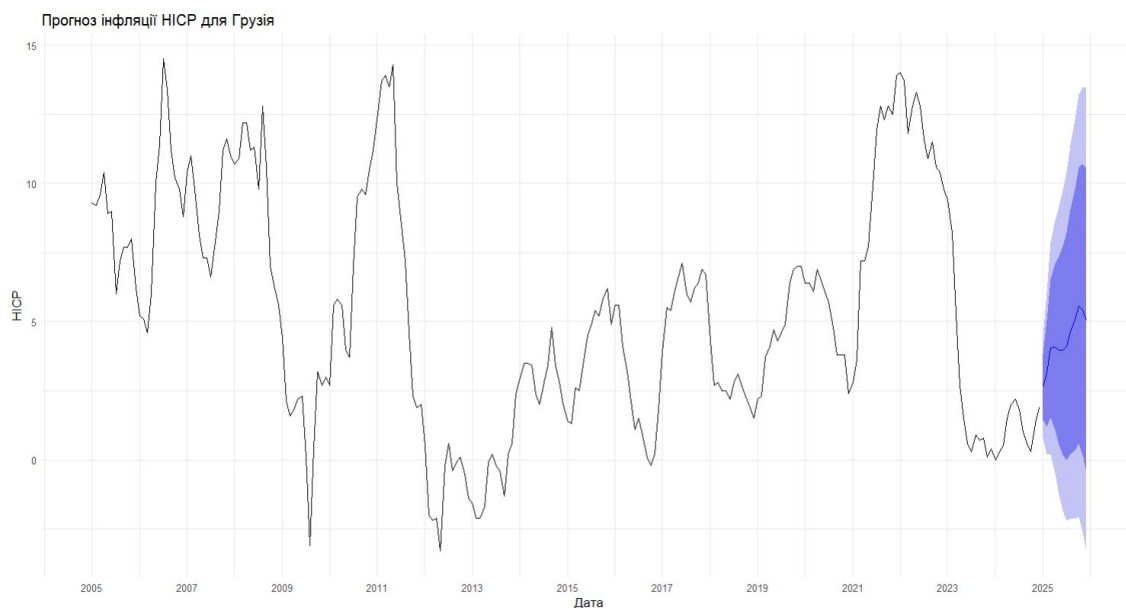


Рисунок 3.8 – Прогноз інфляції ГІСЦ у Грузії на 2025 рік

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На основі побудованої моделі  $ARIMA(1,1,0)(0,0,1)$  сформовано прогноз інфляції ГІСЦ для Грузії на 12 місяців 2025 року. Прогноз демонструє стабілізацію показника з незначним коливанням у межах 2,5–3,8% на місяць, що свідчить про завершення періоду високої волатильності, зафіксованого в попередні роки.

### 3) Молдова

Найкращу відповідність даним забезпечила модель  $ARIMA(2,0,1)(0,0,1)$  з ненульовим середнім. Вона продемонструвала найнижче значення AIC (522.37), що свідчить про оптимальний баланс між точністю та складністю моделі.

Таблиця 3.11 – Оцінка параметрів моделі  $ARIMA(2,0,1)(0,0,1)$  для Республіки Молдова

| Параметр | Значення | Стандартна похибка |
|----------|----------|--------------------|
| ar1      | 1,8456   | 0,0485             |
| ar2      | -0,8533  | 0,0486             |
| ma1      | -0,399   | 0,0884             |
| sma1     | -0,8234  | 0,051              |
| mean     | 7,8005   | 0,751              |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Усі коефіцієнти виявилися статистично значущими, що підтверджує адекватність моделі. Значення параметрів авторегресії першого та другого порядку (ar1 та ar2) свідчать про наявність стійкої інерції в динаміці ГІСЦ, а

ковзний середній параметр (ma1) та сезонна складова (sma1) характеризують модель як таку, що враховує як короткотермінові, так і річні флуктуації. Середній рівень ряду становить 7,8005, що відповідає середній інфляції за останні роки.

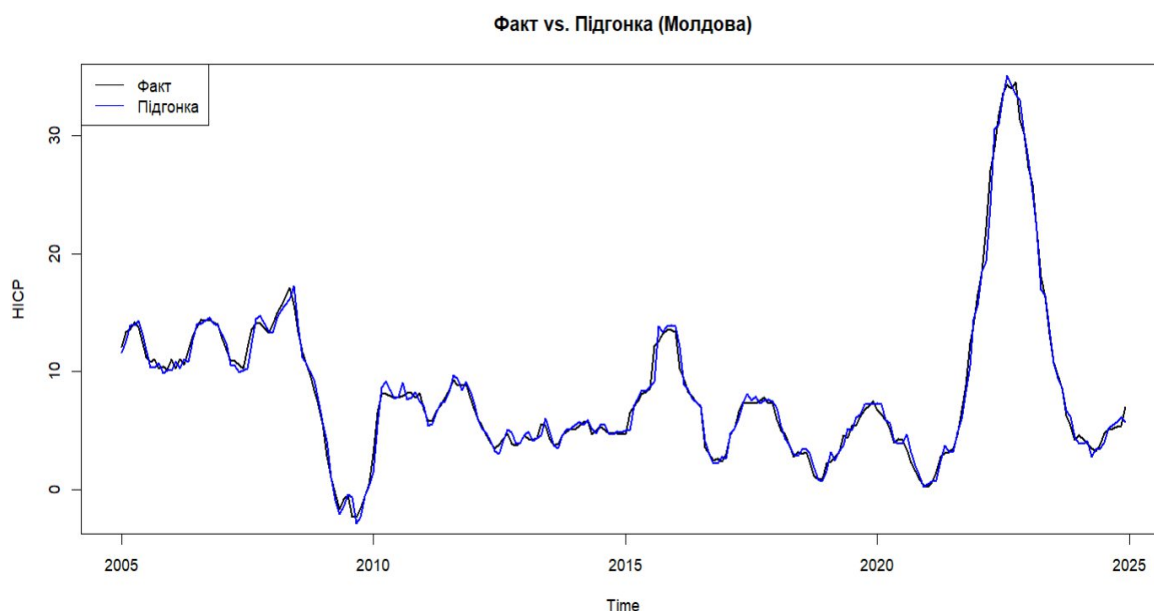


Рисунок 3.9 – Фактичні та модельовані значення ІСЦ у Молдові

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

На графіку представлено співставлення фактичних та модельованих значень індексу ІСЦ у Молдові. Модель  $ARIMA(2,0,1)(0,0,1)$  досить точно відтворює динаміку інфляції, зокрема тренд і сезонні коливання. Візуально простежується висока відповідність між реальними спостереженнями та теоретичними значеннями, що свідчить про хорошу адаптованість моделі до наявних даних. Така узгодженість підтверджує придатність моделі для подальшого прогнозування.

Таблиця 3.12 – Результати тестів діагностики залишків моделі

| Тест          | Статистика | p-value  | Висновок                        |
|---------------|------------|----------|---------------------------------|
| Ljung–Box     | 18.812     | 0.5341   | Автокореляція відсутня          |
| Jarque–Bera   | 195.74     | <2.2e-16 | Розподіл залишків не нормальний |
| Breusch–Pagan | 13.884     | 0.00019  | Виражена гетероскедастичність   |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

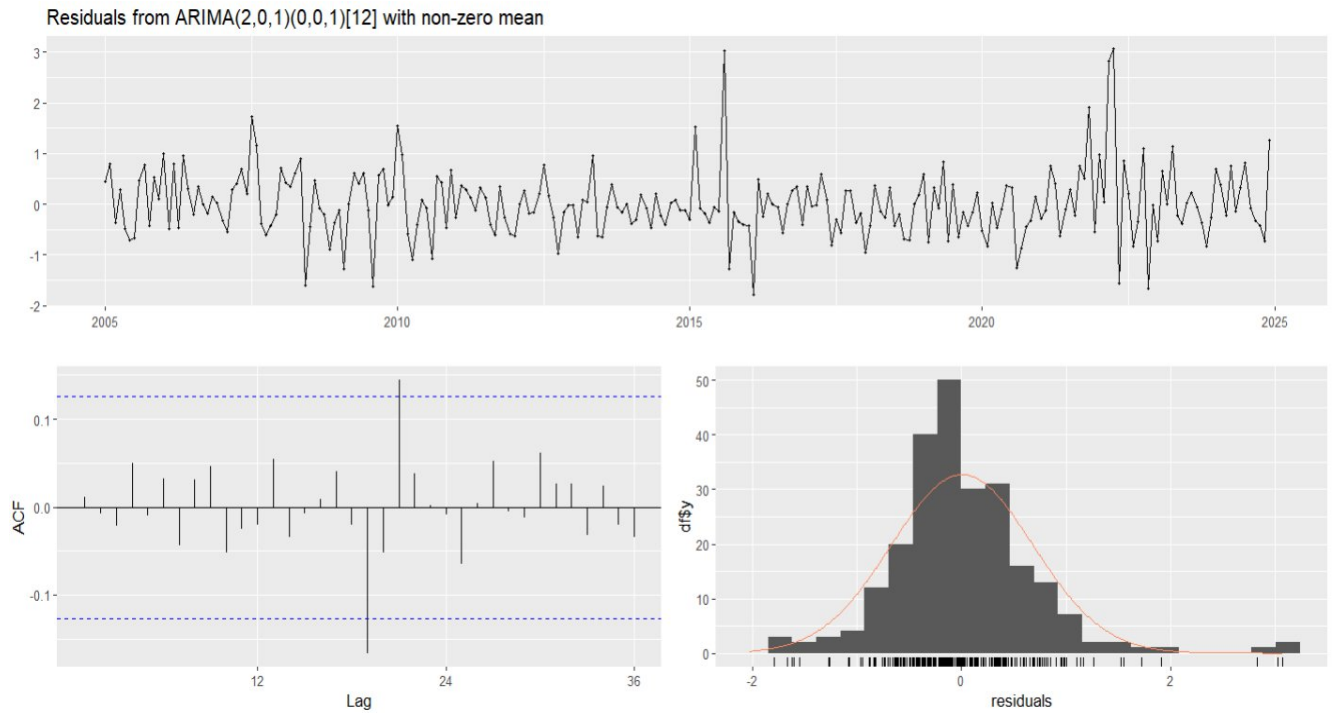


Рисунок 3.10 – Залишки, ACF та гістограма моделі ARIMA для Молдови

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Побудована модель демонструє хорошу відповідність реальним даним з точки зору часової структури, хоча деякі відхилення від припущень нормальності та постійної дисперсії залишків слід враховувати під час інтерпретації довірчих інтервалів прогнозів. Незважаючи на ці особливості, модель є прийнятною для прогнозування ГІСЦ у середньостроковому періоді.

Таблиця 3.13 – Метрики точності моделі ARIMA для Молдови

| Країна  | MAE   | RMSE  | MSE   | MAPE  | AIC    | BIC    | AICc   |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Молдова | 0,484 | 0,675 | 0,455 | 10,22 | 522,37 | 543,25 | 522,62 |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Модель ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] для Молдови продемонструвала добру точність: середня абсолютна похибка (MAE) та середня відносна похибка (MAPE) перебувають у межах допустимих значень. Значення RMSE не вказує на наявність суттєвих відхилень у прогнозах. Інформаційні критерії AIC, BIC і AICc свідчать про оптимальність моделі. Отже, модель є надійною та придатною для прогнозування інфляції в Молдові.

Таблиця 3.14 – Прогнозовані значення ГІСЦ у Молдові на 2025 рік, %

| Місяць  | січень | лютий   | березень | квітень | травень  | червень |
|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Прогноз | 7,21   | 7,3     | 7,69     | 7,02    | 6,34     | 5,64    |
| Місяць  | липень | серпень | вересень | жовтень | листопад | грудень |
| Прогноз | 4,61   | 3,88    | 3,48     | 3,51    | 6,29     | 6,82    |

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

Прогнозні значення демонструють тенденцію до помірного зниження інфляційного тиску впродовж року. Якщо у першому кварталі прогнозні значення індексу перевищують 7%, то в середині року показник поступово знижується до рівня 5% і нижче. Найнижче значення прогнозу спостерігається у вересні (5,10%), що свідчить про ймовірну стабілізацію споживчих цін у другому півріччі.

Починаючи з жовтня, помітне незначне зростання прогнозованих значень індексу, що може бути обумовлено сезонними факторами — зокрема, зростанням споживчого попиту восени та напередодні святкового періоду. Діапазон довірчих інтервалів залишається помірним протягом усього року, що свідчить про відносну впевненість моделі в точності оцінок.

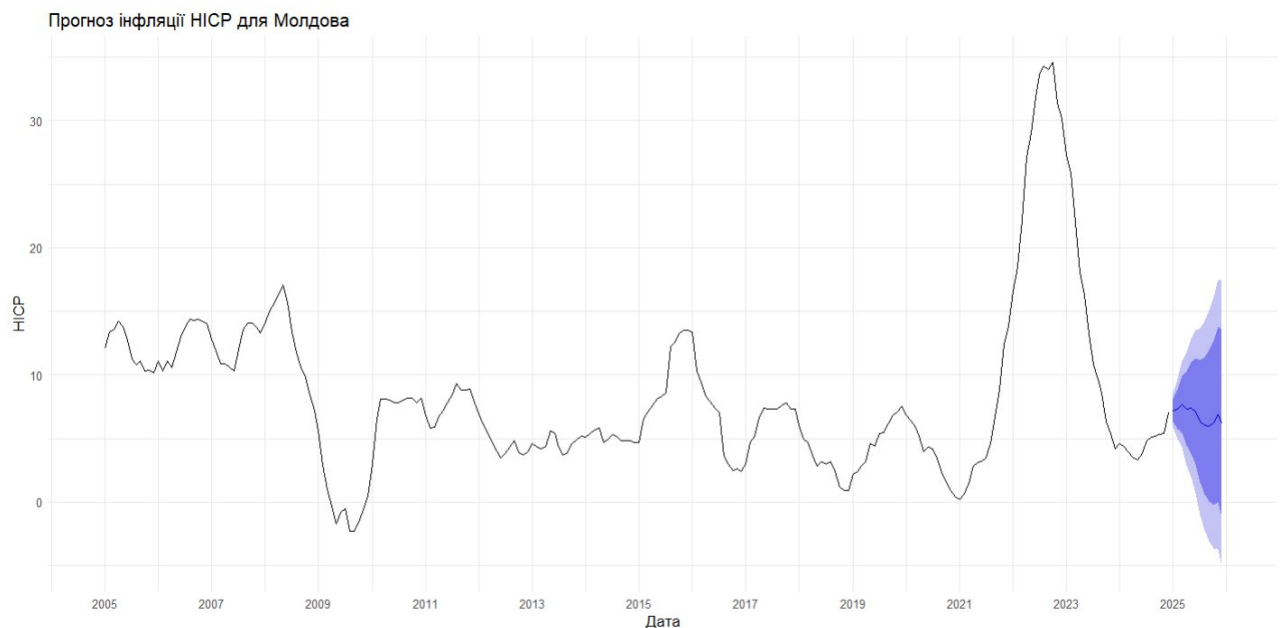


Рисунок 3.11 –Прогноз інфляції ГІСЦ у Молдові на 2025 рік

*Джерело: розроблено автором на основі [21]*

У межах третього розділу було здійснено побудову ARIMA/SARIMA-моделей для прогнозування рівня інфляції (ГІСЦ) у країнах, що належать до одного кластеру за результатами кластеризації, зокрема для України, Грузії та Республіки Молдова. Для кожної країни було проведено попередній аналіз часових рядів,

перевірку стаціонарності, дослідження автокореляційної структури та визначення сезонних ефектів.

Добір параметрів здійснювався за допомогою функції `auto.arima()` з використанням повного перебору (`stepwise = FALSE`, `approximation = FALSE`), що дозволило обрати найбільш адекватну модель з урахуванням інформаційних критеріїв. Для України була побудована модель  $ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12]$ , для Грузії —  $ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12]$ , а для Молдови —  $ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12]$ .

Діагностичні тести (тест Льюнга–Бокса, Джарка–Бера, Бройша–Пагана) підтвердили відсутність автокореляції та гетероскедастичності залишків. Усі моделі показали високу точність прогнозування за метриками RMSE, MAE, MAPE та MASE. Прогнози на 2025 рік продемонстрували реалістичні траєкторії інфляційного зростання в межах макроекономічних очікувань.

Отже, можна зробити такі узагальнені висновки щодо річного темпу зростання індексу споживчих цін:

- В Україні прогнозується помірне зниження інфляції, однак показник і надалі залишатиметься вищим за середньоєвропейський рівень. Це свідчить про збереження інфляційного тиску в умовах повільного відновлення економіки.

- У Грузії прогноз підтверджує стабілізацію інфляційної динаміки та поступове згасання сезонних коливань, що свідчить про вихід із періоду надмірної волатильності.

- У Молдові спостерігається плавне зниження рівня інфляції, хоча показники залишаються чутливими до зовнішньоторговельних та енергетичних чинників.

У підсумку можна стверджувати, що побудовані моделі  $ARIMA$  є ефективними інструментами для прогнозування інфляційних процесів на короткострокову перспективу. Вони демонструють належну якість моделювання та можуть бути використані для аналітичної підтримки прийняття економічних рішень у межах грошово-кредитної та бюджетної політики.

## ВИСНОВКИ

У процесі підготовки кваліфікаційної бакалаврської роботи було узагальнено підходи до визначення природи інфляції, її класифікації та впливу на економіку. Проаналізовано основні індекси, що характеризують інфляційні процеси, зокрема гармонізований індекс споживчих цін, який використовується для міждержавного порівняння. Значну увагу приділено вивченню динаміки ГІСЦ у країнах Європи з метою виявлення схожих патернів змін. Застосування кластерного аналізу дало змогу визначити групу країн з подібною інфляційною поведінкою, до якої увійшли Україна, Грузія та Республіка Молдова.

Метою практичної частини дослідження стало моделювання та прогнозування інфляції у зазначених країнах. На основі економетричного аналізу часових рядів побудовано SARIMA-моделі з автоматичним підбором параметрів, що враховують сезонні та короткострокові залежності. У ході дослідження виконано перевірку стаціонарності рядів, визначено оптимальні лаги на основі корелограм, здійснено аналіз залишків та застосовано статистичні тести для оцінки якості моделей.

Результати прогнозування ГІСЦ на 2025 рік продемонстрували різні темпи змін у трьох країнах: в Україні прогнозується збереження помірної інфляції з тенденцією до зниження, у Грузії – ознаки стабілізації цінової ситуації, у Молдові – поступове згасання інфляційного імпульсу. Усі побудовані моделі продемонстрували задовільну точність та пройшли діагностичну перевірку.

Отримані висновки можуть слугувати основою для прийняття рішень у сфері макроекономічного регулювання та прогнозування інфляційних ризиків. Практичне значення роботи полягає у створенні прикладного інструменту для аналітики змін споживчих цін на міжкраїнському рівні та посилення інформаційної підтримки державної економічної політики.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яцко К. О. Інфляція: сутність, види та шляхи подолання. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. 2018. № 1(5(17)). С. 52–53. DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ijite/01062018/5660](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/01062018/5660).
2. Білокінь Л. О. Теоретичні основи інфляції, її особливості в Україні та вплив на економіку. *Економіка та держава*. 2014. № 12. С. 153–156.
3. *Економічна теорія: політекономія : підручник* / за ред. В. Д. Базилевич. 6-те вид. Київ : Знання-Прес, 2007. 719 с.
4. *Індекс інфляції в Україні*. Електрон. ресурс. Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/economy/index/inflation/2022/>. (дата звернення: 20.05.2025)
5. Радіонова І. Ф., Усик В. І. *Макроекономічний аналіз національної економіки : навч. посіб.* 2015.
6. *Економіка : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів*. Тернопіль : Економічна думка, 2002. 193 с.
7. *Гроші та кредит: теорія і практика : навч. посіб.* 3-тє вид., допов. та перероб. Київ : Центр учб. літ., 2011. 352 с.
8. *Макроекономіка: базовий курс : навч. посіб.* / І. Й. Малий, І. Ф. Радіонова, Т. Ф. Куценко, Н. В. Федірко та ін. Київ : КНЕУ, 2016. 254 с. Електрон. ресурс.
9. *Європейські орієнтири розвитку України: науково-практичний вимір в умовах воєнних викликів : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* (Одеса, 26 квітня 2024 р.) / за заг. ред. С. В. Ківалова. Одеса : Фенікс, 2024. 1000 с.
10. Круш П. В., Клименко О. В. Інфляція: суть, форми та її оцінка. *Навч. посіб.* Київ : Центр учб. літ., 2010. 288 с.
11. *Методика розрахунку валового внутрішнього продукту : затв. наказом Держстату України № 278 від 30.11.2022 р.* Київ, 2022. 50 с. Режим доступу: [https://ukrstat.gov.ua/norm\\_doc/2022/278/278.pdf](https://ukrstat.gov.ua/norm_doc/2022/278/278.pdf). (дата звернення: 20.05.2025)

12. *Harmonised index of consumer prices (HICP) – Methodological manual – 2024 edition*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024.
13. Михайловська І. М., Ларіонова К. Л. *Гроші та кредит : навч. посіб.* Львів : НОВИЙ СВІТ–2000, 2006. 442 с.
14. Катуніна О. С., Кваша Н. С. Прогнозне моделювання рівня інфляції в Україні на базі інструментів машинного навчання. *Економіка і держава*. 2021. № 4. С. 47–52.
15. Shapovalenko N. Forecasting Consumer Price Indices in Ukraine. *Visnyk of the National Bank of Ukraine*. 2021. № 252. P. 35–45.
16. Козюк В. Ціна інфляції та дезінфляції: теорія і практика. *VoxUkraine*. 2021. 3 листопада. Режим доступу: <https://voxukraine.org/tsina-inflyatsiyi-ta-dezinflyatsiyi-teoriya-i-praktika>. (дата звернення: 26.05.2025)
17. Krukovets L., Verchenko Y. Forecasting Inflation in Ukraine Based on CARMA and ARMA Models. *Economic Bulletin*. 2021. № 248. P. 78–89.
18. Rakonjac I., Milinkovic D., Rakonjac-Antic I. Dynamic Mixture of Finite Mixtures of Factor Analyzers for Modelling Inflation Components. *Economic Modelling*. 2021.
19. The size of the substitution bias of inflation measurement in the EU: evidence from scanner data. *Eurostat Statistical Working Paper*. 2020.
20. *UNECE Statistical Division Database*. Електрон. ресурс. Режим доступу: <https://w3.unece.org/PXWeb2015/>... (дата звернення: 10.05.2025)
21. *Eurostat. HICP - monthly data (annual rate of change)*. Електрон. ресурс. URL: <https://ec.europa.eu/>... (дата звернення: 10.05.2025)
22. Knetsch T. A., Popova D., Schwind P. HICP and national ICI in Germany: as similar as possible, as different as needed. *Deutsche Bundesbank*, June 2024.
23. Юнькова О. О., Кучер П. В. Моделювання та прогнозування товарних ринків на основі методу декомпозиції. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2021. № 101. С. 117–124. DOI: 10.33111/mise.101.15.
24. Ладик С. Р., Базилук К. Ф. Застосування кластерного аналізу для дослідження соціально-економічного становища країн Східної Європи.

*Європейський вектор економічного розвитку*. 2021. № 1(30). С. 77–86. DOI: 10.32342/2074-5362-2021-1-30-7.

25. Anderson J. Elbow Method in K-Means Clustering: Definition, Drawbacks, vs. Silhouette Score. *Built In*. 2023. Режим доступу: <https://builtin.com/>... (дата звернення: 20.05.2025)

26. *Бізнес-аналітика багатовимірних процесів : мультимедійний навч. посіб.* / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець, О. В. Панасенко, О. А. Сергієнко, Р. М. Яценко. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. Електрон. ресурс. Режим доступу: <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/>...

27. Müllner D. Modern hierarchical, agglomerative clustering algorithms. *arXiv preprint arXiv:1109.2378*. 2011. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1109.2378>. (дата звернення: 26.05.2025)

28. EU trade relations with Russia. Facts, figures and latest developments. *European Union*. URL: <https://policy.trade.ec.europa.eu/>... (дата звернення: 22.05.2025)

29. Каракуц А., Іващенко Б. Наслідки війни та санкцій проти РФ для економіки Європи. *Центр міжнародної безпеки*. URL: <https://analytics.intsecurity.org/>... (дата звернення: 22.05.2025)

30. How bad is the Ukraine war for the European recovery? Luxembourg : European Investment Bank, 2022. 34 с. URL: <https://doi.org/10.2867/945503>. (дата звернення: 22.05.2025)

31. *Regional economic outlook. Europe's balancing act : taming inflation without a recession*. Washington, DC : International Monetary Fund, 2023. 40 с. URL: <https://doi.org/10.5089/>... (дата звернення: 27.05.2024)

32. Гадомська Н. І., Романчук О. І. Прогнозування інфляції з використанням ARIMA-моделі. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: «Інформаційні системи та мережі». 2021. № 10. С. 89–97.

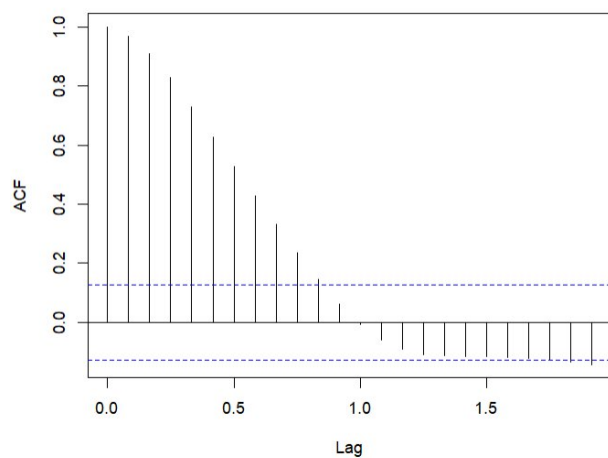
33. Чередніченко О. В. Прогнозування рівня інфляції в Україні з використанням моделей ARIMA. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип. 5. С. 442–446.

**ДОДАТКИ****Додаток А**

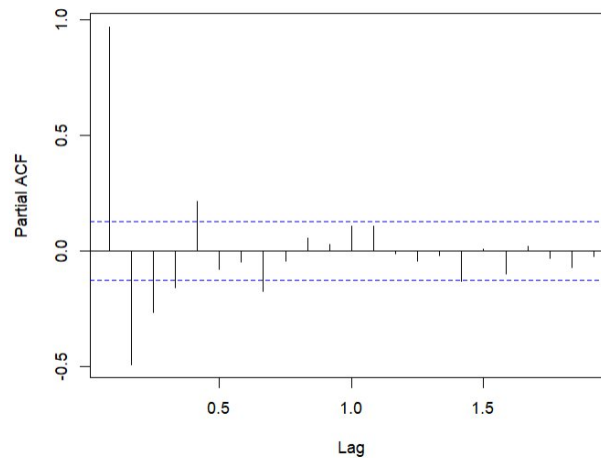
| Показник              | Україна | Серед. по Європі |
|-----------------------|---------|------------------|
| Середнє               | 12,21   | 3,45             |
| Медіана               | 10      | 2,69             |
| Мінімум               | - 1,1   | 0,49             |
| Максимум              | 60,9    | 12,96            |
| Стандартне відхилення | 11,26   | 2,57             |
| Коефіцієнт варіації   | 92,27   | 74,43            |

## Додаток Б

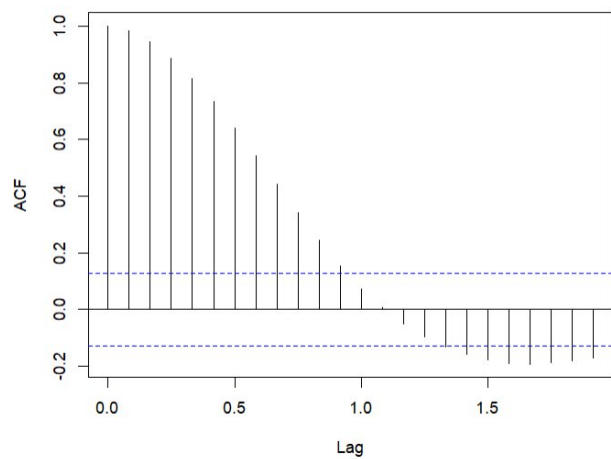
ACF - Ukraine



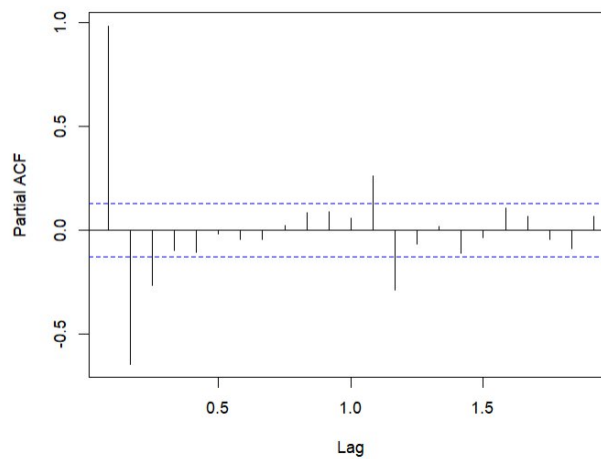
PACF - Ukraine



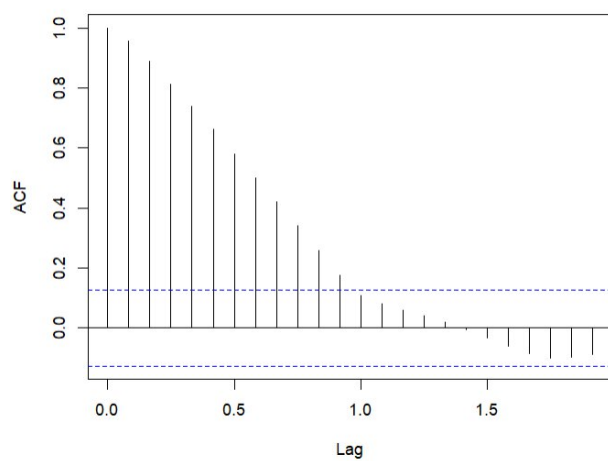
ACF - Republic of Moldova



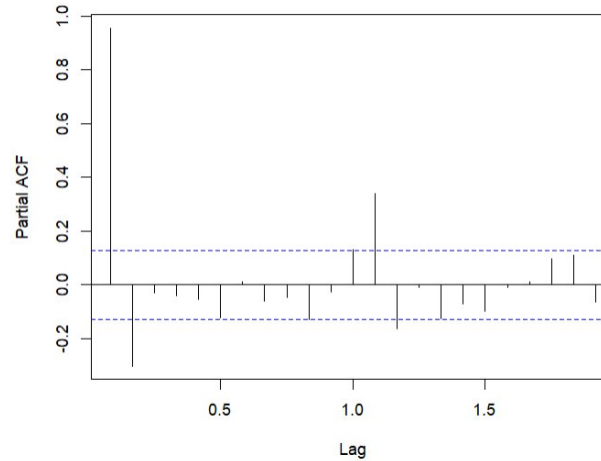
PACF - Republic of Moldova



ACF - Georgia



PACF - Georgia



=====

Країна: Ukraine

ARIMA(0,0,0) with zero mean : 2031.416  
 ARIMA(0,0,0) with non-zero mean : 1846.465  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : 1986.035  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1848.496  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : 1967.566  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1957.581  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1848.502  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1850.5  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : 1946.217  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1845.373  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1) with zero mean : 1734.693  
 ARIMA(0,0,1) with non-zero mean : 1564.373  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : 1689.543  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1566.289  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : 1671.424  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1555.308  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 1661.415  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1566.326  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1568.108  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : 1651.921  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1564.682  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 1537.564  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2) with zero mean : 1547.845  
 ARIMA(0,0,2) with non-zero mean : 1414.523  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : 1546.458  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1416.608  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,2)[12] with zero mean : 1534.043

ARIMA(0,0,2)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1411.274  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : 1527.982  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1416.608  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1405.761  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] with non-zero mean : 1403.273  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,0)[12] with zero mean : 1498.243  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1414.738  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 1401.396  
 ARIMA(0,0,3) with zero mean : 1405.54  
 ARIMA(0,0,3) with non-zero mean : 1291.135  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,1)[12] with zero mean : 1381.979  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1292.922  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,2)[12] with zero mean : 1400.56  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1288.716  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,0)[12] with zero mean : 1392.82  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1293.009  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1283.308  
 ARIMA(0,0,3)(2,0,0)[12] with zero mean : 1387.049  
 ARIMA(0,0,3)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1292.091  
 ARIMA(0,0,4) with zero mean : 1307.515  
 ARIMA(0,0,4) with non-zero mean : 1214.488  
 ARIMA(0,0,4)(0,0,1)[12] with zero mean : 1288.641  
 ARIMA(0,0,4)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1216.536  
 ARIMA(0,0,4)(1,0,0)[12] with zero mean : 1281.188  
 ARIMA(0,0,4)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1216.553  
 ARIMA(0,0,5) with zero mean : 1250.682  
 ARIMA(0,0,5) with non-zero mean : 1169.393  
 ARIMA(1,0,0) with zero mean : 1177.272  
 ARIMA(1,0,0) with non-zero mean : 1175.974  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1148.994  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1150.632  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1155.755  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1154.349  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1150.578  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : 1152.625  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1152.275

ARIMA(1,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 1152.613  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,2)[12] with non-zero mean : 1154.719  
 ARIMA(1,0,1) with zero mean : 1137.939  
 ARIMA(1,0,1) with non-zero mean : 1135.539  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : 1125.9  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1123.183  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : 1127.694  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1124.728  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 1127.836  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1125.45  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : 1127.68  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1124.649  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,2)[12] with zero mean : 1129.783  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,2)[12] with non-zero mean : 1126.736  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : 1128.056  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1125.389  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,1)[12] with zero mean : 1129.78  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 1126.735  
 ARIMA(1,0,2) with zero mean : 1125.508  
 ARIMA(1,0,2) with non-zero mean : 1122.584  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : 1113.792  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1110.454  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,2)[12] with zero mean : 1115.616  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1111.998  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : 1115.659  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1112.678  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,1)[12] with zero mean : 1115.631  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1111.969  
 ARIMA(1,0,2)(2,0,0)[12] with zero mean : 1115.757  
 ARIMA(1,0,2)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1112.444  
 ARIMA(1,0,3) with zero mean : 1089.403  
 ARIMA(1,0,3) with non-zero mean : 1084.714  
 ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with zero mean : 1085.503  
 ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1080.463  
 ARIMA(1,0,3)(1,0,0)[12] with zero mean : 1086.271  
 ARIMA(1,0,3)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1081.475  
 ARIMA(1,0,4) with zero mean : 1091.12  
 ARIMA(1,0,4) with non-zero mean : 1086.033  
 ARIMA(2,0,0) with zero mean : 1117.685  
 ARIMA(2,0,0) with non-zero mean : 1112.705  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : 1111.336  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1106.679  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : 1113.132

ARIMA(2,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1108.083  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1112.362  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1107.893  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : 1113.149  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1108.006  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : 1113.194  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1108.41  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : 1115.233  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 1110.123  
 ARIMA(2,0,1) with zero mean : 1107.644  
 ARIMA(2,0,1) with non-zero mean : 1097.055  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : 1102.253  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1092.792  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : 1104.117  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1093.827  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 1103.137  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1093.871  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : 1104.161  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1093.746  
 ARIMA(2,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : 1104.017  
 ARIMA(2,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1094.145  
 ARIMA(2,0,2) with zero mean : 1102.156  
 ARIMA(2,0,2) with non-zero mean : 1093.74  
 ARIMA(2,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : 1096.738  
 ARIMA(2,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1088.806  
 ARIMA(2,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : 1097.647  
 ARIMA(2,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1089.941  
 ARIMA(2,0,3) with zero mean : 1090.831  
 ARIMA(2,0,3) with non-zero mean : 1085.123  
 ARIMA(3,0,0) with zero mean : 1106.325  
 ARIMA(3,0,0) with non-zero mean : 1097.586  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : 1100.508  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1092.504  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : 1102.372  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1093.717  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1101.451  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1093.66  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : 1102.415  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 1093.685  
 ARIMA(3,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : 1102.264  
 ARIMA(3,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1093.968  
 ARIMA(3,0,1) with zero mean : 1121.388  
 ARIMA(3,0,1) with non-zero mean : 1097.304

ARIMA(3,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : 1101.75  
 ARIMA(3,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1092.579  
 ARIMA(3,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 1102.686  
 ARIMA(3,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1093.735  
 ARIMA(3,0,2) with zero mean : 1099.302  
 ARIMA(3,0,2) with non-zero mean : 1098.797  
 ARIMA(4,0,0) with zero mean : 1105.434  
 ARIMA(4,0,0) with non-zero mean : 1093.763  
 ARIMA(4,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : 1099.984  
 ARIMA(4,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1089.501  
 ARIMA(4,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1100.902  
 ARIMA(4,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1090.635  
 ARIMA(4,0,1) with zero mean : 1097.19  
 ARIMA(4,0,1) with non-zero mean : 1085.995  
 ARIMA(5,0,0) with zero mean : 1091.692  
 ARIMA(5,0,0) with non-zero mean : 1084.761

Best model: ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Модель обрана:

Series: ts\_data

ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Coefficients:

|      | ar1    | ma1    | ma2    | ma3    | sma1    | mean    |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|      | 0.9186 | 0.3506 | 0.3398 | 0.3952 | -0.1807 | 12.1952 |
| s.e. | 0.0262 | 0.0645 | 0.0569 | 0.0606 | 0.0700  | 2.8800  |

sigma<sup>2</sup> = 5.013: log likelihood = -532.99

AIC=1079.98 AICc=1080.46 BIC=1104.34

Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Q\* = 22.534, df = 19, p-value = 0.2585

Model df: 5. Total lags used: 24

Країна: Republic of Moldova

ARIMA(0,0,0) with zero mean : 1818.49  
 ARIMA(0,0,0) with non-zero mean : 1595.116  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : 1743.505  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1595.328  
 ARIMA(0,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : 1726.419

ARIMA(0,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1589.038  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 1704.994  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1595.902  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : 1697.412  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1590.973  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,0)(2,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1) with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1) with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,1)(2,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2) with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2) with non-zero mean : 1059.724  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : 1251.882  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 1061.806  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 1057.732  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 1061.807  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 1059.411

ARIMA(0,0,2)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,2)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3) with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3) with non-zero mean : 921.7755  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 922.9592  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,2)[12] with zero mean : 1028.485  
 ARIMA(0,0,3)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 922.3899  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 923.1312  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,3)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 923.2783  
 ARIMA(0,0,4) with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,4) with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,4)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,4)(0,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,4)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,4)(1,0,0)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,5) with zero mean : Inf  
 ARIMA(0,0,5) with non-zero mean : 783.8062  
 ARIMA(1,0,0) with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0) with non-zero mean : 779.0728  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 722.4877  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,0)(2,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1) with zero mean : 709.7877  
 ARIMA(1,0,1) with non-zero mean : 708.3173  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf

ARIMA(1,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 646.4315  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(1,0,2)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 614.9417  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,1)(2,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2) with zero mean : 672.3684  
 ARIMA(1,0,2) with non-zero mean : 670.1231  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 559.9024  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 606.1366  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 559.9018  
 ARIMA(1,0,2)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,2)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 583.499  
 ARIMA(1,0,3) with zero mean : 664.1767  
 ARIMA(1,0,3) with non-zero mean : 661.399  
 ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,3)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 549.2322  
 ARIMA(1,0,3)(1,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(1,0,3)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 601.2207  
 ARIMA(1,0,4) with zero mean : 654.7382  
 ARIMA(1,0,4) with non-zero mean : 651.3498  
 ARIMA(2,0,0) with zero mean : 652.1466  
 ARIMA(2,0,0) with non-zero mean : 646.6147  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 535.5027  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 537.6067  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 588.1601  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 584.2111  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 537.6067  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(1,0,2)[12] with non-zero mean : 539.7182  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 561.6893

ARIMA(2,0,0)(2,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,0)(2,0,1)[12] with non-zero mean : 539.5746  
 ARIMA(2,0,1) with zero mean : 638.151  
 ARIMA(2,0,1) with non-zero mean : 624.4123  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 522.7284  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,1)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 524.8385  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 577.1824  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 568.2052  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,1)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 524.8382  
 ARIMA(2,0,1)(2,0,0)[12] with zero mean : 555.0902  
 ARIMA(2,0,1)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 548.6233  
 ARIMA(2,0,2) with zero mean : 639.7283  
 ARIMA(2,0,2) with non-zero mean : 626.5164  
 ARIMA(2,0,2)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(2,0,2)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 524.8098  
 ARIMA(2,0,2)(1,0,0)[12] with zero mean : 579.2474  
 ARIMA(2,0,2)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 569.7769  
 ARIMA(2,0,3) with zero mean : 641.7614  
 ARIMA(2,0,3) with non-zero mean : 628.1933  
 ARIMA(3,0,0) with zero mean : 638.0023  
 ARIMA(3,0,0) with non-zero mean : 628.0823  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 525.3744  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,2)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(3,0,0)(0,0,2)[12] with non-zero mean : 527.4897  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 578.6055  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 572.1862  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(3,0,0)(1,0,1)[12] with non-zero mean : 527.4895  
 ARIMA(3,0,0)(2,0,0)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(3,0,0)(2,0,0)[12] with non-zero mean : 552.2343  
 ARIMA(3,0,1) with zero mean : 639.6385  
 ARIMA(3,0,1) with non-zero mean : 626.5164  
 ARIMA(3,0,1)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf  
 ARIMA(3,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 524.8085  
 ARIMA(3,0,1)(1,0,0)[12] with zero mean : 579.2377  
 ARIMA(3,0,1)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 569.6508  
 ARIMA(3,0,2) with zero mean : 641.1851  
 ARIMA(3,0,2) with non-zero mean : 628.2011  
 ARIMA(4,0,0) with zero mean : 639.8211  
 ARIMA(4,0,0) with non-zero mean : 628.7025  
 ARIMA(4,0,0)(0,0,1)[12] with zero mean : Inf

ARIMA(4,0,0)(0,0,1)[12] with non-zero mean : 525.823  
 ARIMA(4,0,0)(1,0,0)[12] with zero mean : 580.3382  
 ARIMA(4,0,0)(1,0,0)[12] with non-zero mean : 573.2095  
 ARIMA(4,0,1) with zero mean : 641.6628  
 ARIMA(4,0,1) with non-zero mean : Inf  
 ARIMA(5,0,0) with zero mean : 640.885  
 ARIMA(5,0,0) with non-zero mean : 627.4551

Best model: ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Модель обрана:

Series: ts\_data

ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Coefficients:

|      | ar1    | ar2     | ma1     | ma2     | mean   |
|------|--------|---------|---------|---------|--------|
|      | 1.8456 | -0.8533 | -0.3990 | -0.8234 | 7.8005 |
| s.e. | 0.0485 | 0.0486  | 0.0884  | 0.0510  | 0.7510 |

sigma^2 = 0.4649: log likelihood = -255.18  
 AIC=522.37 AICc=522.73 BIC=543.25

Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] with non-zero mean

Q\* = 18.812, df = 20, p-value = 0.5341

Model df: 4. Total lags used: 24

=====

Країна: Georgia

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| ARIMA(0,1,0)                       | : 780.0648 |
| ARIMA(0,1,0) with drift            | : 781.9478 |
| ARIMA(0,1,0)(0,0,1)[12]            | : 680.046  |
| ARIMA(0,1,0)(0,0,1)[12] with drift | : 681.1608 |
| ARIMA(0,1,0)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12]            | : 728.4035 |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12] with drift | : 730.1253 |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(1,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,0)[12]            | : 708.0817 |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,0)[12] with drift | : 709.7009 |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,0)(2,0,2)[12] with drift | : Inf      |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| ARIMA(0,1,1)                       | : 761.9666 |
| ARIMA(0,1,1) with drift            | : 763.9193 |
| ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12]            | : 664.8354 |
| ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12] with drift | : 666.2849 |
| ARIMA(0,1,1)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]            | : 712.148  |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] with drift | : 714.0037 |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(1,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12]            | : 692.664  |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] with drift | : 694.4591 |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,1)(2,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)                       | : 763.2016 |
| ARIMA(0,1,2) with drift            | : 765.1835 |
| ARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12]            | : 666.2804 |
| ARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] with drift | : 667.8049 |
| ARIMA(0,1,2)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]            | : 713.8824 |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] with drift | : 715.7707 |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(1,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12]            | : 693.9895 |
| ARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] with drift | : 695.8341 |
| ARIMA(0,1,2)(2,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,2)(2,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,3)                       | : 765.27   |
| ARIMA(0,1,3) with drift            | : 767.2698 |
| ARIMA(0,1,3)(0,0,1)[12]            | : 668.0724 |
| ARIMA(0,1,3)(0,0,1)[12] with drift | : 669.6558 |
| ARIMA(0,1,3)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,3)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,3)(1,0,0)[12]            | : 715.119  |
| ARIMA(0,1,3)(1,0,0)[12] with drift | : 717.0478 |
| ARIMA(0,1,3)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(0,1,3)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(0,1,3)(2,0,0)[12]            | : 695.9778 |

ARIMA(0,1,3)(2,0,0)[12] with drift : 697.8519  
 ARIMA(0,1,4) : 767.2825  
 ARIMA(0,1,4) with drift : 769.2972  
 ARIMA(0,1,4)(0,0,1)[12] : 670.1759  
 ARIMA(0,1,4)(0,0,1)[12] with drift : 671.7756  
 ARIMA(0,1,4)(1,0,0)[12] : 717.1829  
 ARIMA(0,1,4)(1,0,0)[12] with drift : 719.1251  
 ARIMA(0,1,5) : 767.9777  
 ARIMA(0,1,5) with drift : 770.0267  
 ARIMA(1,1,0) : 761.3837  
 ARIMA(1,1,0) with drift : 763.3561  
 ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12] : 664.024  
 ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12] with drift : 665.5749  
 ARIMA(1,1,0)(0,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(0,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12] : 711.6117  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12] with drift : 713.503  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,1)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,1)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(1,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,0)[12] : 691.8792  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,0)[12] with drift : 693.7221  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,1)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,1)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,0)(2,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,1) : 763.2293  
 ARIMA(1,1,1) with drift : 765.2135  
 ARIMA(1,1,1)(0,0,1)[12] : 666.0839  
 ARIMA(1,1,1)(0,0,1)[12] with drift : 667.6426  
 ARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12] : 713.6477  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12] with drift : 715.5503  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,1)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,1)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(1,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12] : 693.9265  
 ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12] with drift : 695.7804  
 ARIMA(1,1,1)(2,0,1)[12] : Inf  
 ARIMA(1,1,1)(2,0,1)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(1,1,2) : 765.2702  
 ARIMA(1,1,2) with drift : 767.27

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| ARIMA(1,1,2)(0,0,1)[12]            | : 667.5771 |
| ARIMA(1,1,2)(0,0,1)[12] with drift | : 669.2683 |
| ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(1,1,2)(1,0,0)[12]            | : 714.9334 |
| ARIMA(1,1,2)(1,0,0)[12] with drift | : 716.8936 |
| ARIMA(1,1,2)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(1,1,2)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(1,1,2)(2,0,0)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(1,1,2)(2,0,0)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(1,1,3)                       | : Inf      |
| ARIMA(1,1,3) with drift            | : 761.895  |
| ARIMA(1,1,3)(0,0,1)[12]            | : 670.0932 |
| ARIMA(1,1,3)(0,0,1)[12] with drift | : 671.6928 |
| ARIMA(1,1,3)(1,0,0)[12]            | : 716.7341 |
| ARIMA(1,1,3)(1,0,0)[12] with drift | : 718.7195 |
| ARIMA(1,1,4)                       | : 761.4252 |
| ARIMA(1,1,4) with drift            | : 763.4627 |
| ARIMA(2,1,0)                       | : 763.2235 |
| ARIMA(2,1,0) with drift            | : 765.2067 |
| ARIMA(2,1,0)(0,0,1)[12]            | : 666.0859 |
| ARIMA(2,1,0)(0,0,1)[12] with drift | : 667.6465 |
| ARIMA(2,1,0)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,0)[12]            | : 713.6602 |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,0)[12] with drift | : 715.565  |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(1,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(2,0,0)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(2,0,0)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(2,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,0)(2,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,1)                       | : 765.2925 |
| ARIMA(2,1,1) with drift            | : 767.2935 |
| ARIMA(2,1,1)(0,0,1)[12]            | : 667.8547 |
| ARIMA(2,1,1)(0,0,1)[12] with drift | : 669.544  |
| ARIMA(2,1,1)(0,0,2)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,1)(0,0,2)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,1)(1,0,0)[12]            | : 712.3034 |
| ARIMA(2,1,1)(1,0,0)[12] with drift | : 714.23   |
| ARIMA(2,1,1)(1,0,1)[12]            | : Inf      |
| ARIMA(2,1,1)(1,0,1)[12] with drift | : Inf      |
| ARIMA(2,1,1)(2,0,0)[12]            | : Inf      |

ARIMA(2,1,1)(2,0,0)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(2,1,2) : 767.3481  
 ARIMA(2,1,2) with drift : 769.3635  
 ARIMA(2,1,2)(0,0,1)[12] : 669.6815  
 ARIMA(2,1,2)(0,0,1)[12] with drift : 671.3911  
 ARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] : 714.3212  
 ARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] with drift : 716.2776  
 ARIMA(2,1,3) : Inf  
 ARIMA(2,1,3) with drift : Inf  
 ARIMA(3,1,0) : 765.2923  
 ARIMA(3,1,0) with drift : 767.2932  
 ARIMA(3,1,0)(0,0,1)[12] : 667.9452  
 ARIMA(3,1,0)(0,0,1)[12] with drift : 669.5592  
 ARIMA(3,1,0)(0,0,2)[12] : Inf  
 ARIMA(3,1,0)(0,0,2)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(3,1,0)(1,0,0)[12] : 715.0528  
 ARIMA(3,1,0)(1,0,0)[12] with drift : 716.9997  
 ARIMA(3,1,0)(1,0,1)[12] : Inf  
 ARIMA(3,1,0)(1,0,1)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(3,1,0)(2,0,0)[12] : Inf  
 ARIMA(3,1,0)(2,0,0)[12] with drift : Inf  
 ARIMA(3,1,1) : 760.4619  
 ARIMA(3,1,1) with drift : 762.491  
 ARIMA(3,1,1)(0,0,1)[12] : 670.0178  
 ARIMA(3,1,1)(0,0,1)[12] with drift : 671.6422  
 ARIMA(3,1,1)(1,0,0)[12] : 716.8326  
 ARIMA(3,1,1)(1,0,0)[12] with drift : 718.8192  
 ARIMA(3,1,2) : Inf  
 ARIMA(3,1,2) with drift : Inf  
 ARIMA(4,1,0) : 767.1093  
 ARIMA(4,1,0) with drift : 769.1337  
 ARIMA(4,1,0)(0,0,1)[12] : 669.9472  
 ARIMA(4,1,0)(0,0,1)[12] with drift : 671.5981  
 ARIMA(4,1,0)(1,0,0)[12] : 717.121  
 ARIMA(4,1,0)(1,0,0)[12] with drift : 719.0911  
 ARIMA(4,1,1) : 762.0798  
 ARIMA(4,1,1) with drift : 764.1179  
 ARIMA(5,1,0) : 768.0358  
 ARIMA(5,1,0) with drift : 770.0887

Best model: ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12]

Модель обрана:

Series: ts\_data

ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12]

Coefficients:

|      | ar1    | sma1    |
|------|--------|---------|
|      | 0.2695 | -0.8576 |
| s.e. | 0.0622 | 0.0567  |

$\sigma^2 = 0.8662$ : log likelihood = -328.96

AIC=663.92 AICc=664.02 BIC=674.35

Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12]

$Q^* = 15.063$ , df = 22, p-value = 0.8595

Model df: 2. Total lags used: 24