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)
очна(денна) / дистанційна

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему **«Аналіз і прогнозування середніх споживчих цін на пальне в Україні»**
(назва теми)

здобувача Вончул Каріни Вікторівни _____
(ПІБ) *(підпис)*

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук, професор
Притоманова Ольга Михайлівна

_____
(підпис)

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

В.о. завідувача кафедри: кандидат фізико-математичних наук,
професор Великоіваненко Г.І.

_____
(підпис)

Київ 2024

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

Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма	**Економічна кібернетика**
Галузь знань	**05 Соціальні та поведінкові науки**
Спеціальність	**051 Економіка**

ПОГОДЖЕНО
Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми

О.М. Притоманова

_____
(підпис)

_____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
математичного моделювання та
статистики
Г.І. Великоіваненко

_____
(підпис)

_____ 2024 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувача вищої освіти Вончул Каріни Вікторівни
(прізвище, ім'я, по батькові)
_____очної (денної)_____ форми навчання
очної (денної), заочної, дистанційної

на підготовку кваліфікаційної бакалаврської роботи
на тему
«Аналіз і прогнозування середніх споживчих цін на пальне в Україні»

Тему затверджено наказом ректора Університету від «___» _____ 20___ р .№ _____
Кваліфікаційна бакалаврська робота виконується на матеріалах
на даних сайту Державної служби статистики https://www.ukrstat.gov.ua/ та інших відкритих джерел

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Теоретичні та методичні основи аналізу середніх споживчих цін на товари та послуги
Розділ 2	Математичні методи та моделі аналізу і прогнозування середніх споживчих цін на пальне в Україні

Об'єкт дослідження:	середні споживчі ціни на товари та послуги, індекс споживчих цін
Предмет дослідження:	математичні методи та моделі аналізу і прогнозування середніх споживчих цін на пальне
Мета виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи:	розробка та застосування математичних моделей аналізу і прогнозування середніх споживчих цін для виявлення факторів, що впливають на рівень середніх споживчих цін на пальне, та прогнозування їх майбутніх значень.

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

У розділі 1: 1) теоретичні основи формування середніх споживчих цін на товари та послуги; 2) характеристика ринку пального: бензин А-92 та А-95; 3) огляд математичних методів, які застосовуються для дослідження середніх споживчих цін; 4) 1.4 Огляд функцій та пакетів R, використаних у дослідженні; 5) інформаційна база дослідження.

У розділі 2: 1) статистичний аналіз середніх споживчих цін на пальне в Україні; 2) моделі множинної регресії: оцінка впливу факторів; 3) аналіз часових рядів: застосування та обмеження моделі ARIMA.

Завдання підготував
науковий керівник _____ О.М. Притоманова
(підпис) *(ініціали, прізвище)*
«__» _____ 2024 р.

Завдання одержав
здобувач _____ К.В. Вончул
(підпис) *(ініціали, прізвище)*
«__» _____ 2024 р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота містить 50 сторінок, 3 таблиці, 12 рисунків, перелік використаних джерел з 30 найменувань, додатки.

«Аналіз і прогнозування середніх споживчих цін на пальне в Україні»

Об'єктом дослідження є середні споживчі ціни на товари та послуги, а також - індекс споживчих цін.

Предметом дослідження є математичні методи та моделі аналізу і прогнозування середніх споживчих цін на пальне.

Мета та завдання виконання дослідження. Метою дослідження є розробка та застосування математичних моделей аналізу і прогнозування середніх споживчих цін для виявлення факторів, що впливають на рівень середніх споживчих цін на пальне, та прогнозування їх майбутніх значень.

Завдання кваліфікаційної бакалаврської роботи:

- збір та обробка даних про середні споживчі ціни на пальне в Україні;
- вибір та обґрунтування математичних методів і моделей для аналізу цінової динаміки;
- виявлення ключових факторів, що впливають на середні споживчі ціни на пальне, включаючи внутрішні та зовнішні чинники;
- розробка математичної моделі для аналізу впливу виявлених факторів на цінову динаміку;
- прогнозування майбутніх значень середніх споживчих цін на пальне за допомогою розробленої моделі;
- аналіз отриманих прогнозів та розробка рекомендацій для державних органів та бізнесу щодо стабілізації та управління цінами на пальне.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Отримані результати підтверджують значущий вплив макроекономічних і політичних факторів на ціни бензину, що є важливим для розуміння механізмів ціноутворення та економічної політики в умовах нестабільності.

Практичне значення роботи полягає у визначенні факторів, що впливають на ціноутворення пального в Україні, зокрема бензину А-95. Результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних економічних та енергетичних політик, які враховують світові ціни на нафту, обмінний курс долара США та вплив воєнного стану. Це допоможе уряду та бізнесам приймати обґрунтовані рішення щодо стабілізації цін на пальне, зменшення залежності від зовнішніх постачань та розробки стратегій на випадок геополітичних потрясінь.

Рік виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи – 2024.

Рік захисту роботи – 2024.

Ключові слова: середні споживчі ціни, індекс споживчих цін, пальне, математична модель, економетричні методи, прогнозування, ARIMA.

Abstract

The bachelor's qualification thesis contains 50 pages, 3 tables, 12 figures, a list of references consisting of 30 items, and appendices.

«Analysis and Forecasting of Average Consumer Fuel Prices in Ukraine»

The object of the study is the average consumer prices for goods and services, as well as the consumer price index.

The subject of the study is mathematical methods and models for analyzing and forecasting average consumer fuel prices.

The purpose and objectives of the study: to develop and apply mathematical models for analyzing and forecasting average consumer prices to identify factors that affect the level of average consumer fuel prices and to forecast their future values.

The tasks of the bachelor's qualification thesis are:

• Collection and processing of data on average consumer fuel prices in Ukraine;

• Selection and justification of mathematical methods and models for analyzing price dynamics;

• Identification of key factors affecting average consumer fuel prices, including internal and external factors;

• Development of a mathematical model to analyze the impact of identified factors on price dynamics;

• Forecasting future values of average consumer fuel prices using the developed model;

• Analysis of the obtained forecasts and development of recommendations for government bodies and businesses regarding the stabilization and management of fuel prices.

Theoretical, methodological, and practical significance of the obtained results: The obtained results confirm the significant impact of macroeconomic and political factors on gasoline prices, which is important for understanding the mechanisms of pricing and economic policy in conditions of instability.

The practical significance of the work lies in identifying factors that influence fuel pricing in Ukraine, particularly for A-95 gasoline. The research results can be used to develop effective economic and energy policies that consider global oil prices, the USD exchange rate, and the impact of martial law. This will help the government and businesses make informed decisions on stabilizing fuel prices, reducing dependence on external supplies, and developing strategies in case of geopolitical shocks.

Year of the bachelor's qualification thesis completion – 2024.

Year of thesis defense – 2024.

Keywords: average consumer prices, consumer price index, fuel, mathematical model, econometric methods, forecasting, ARIMA.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача навчально-наукового інституту
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»
Вончул Каріни Вікторівни
на тему **«Аналіз і прогнозування середніх споживчих цін на пальне в Україні»**

1. Актуальність теми обумовлена тим, що коливання цін на енергоносії має значний вплив не тільки на економіку країни, а і на витрати з бюджетів громадян. Дослідження у цій області можуть допомогти зрозуміти тенденції цінової політики держави, фактори ціноутворення та розробити стратегії для покращення ситуації на ринку пального.

2. Позитивні риси кваліфікаційної бакалаврської роботи: у роботі проведено ґрунтовний статистичний аналіз динаміки цін на пальне на основі актуальних статистичних даних.

3. Наявність самостійних розробок автора: у другому розділі роботи для аналізу впливових факторів застосовано метод множинної регресії, для прогнозування цін на пальне розроблені моделі ARIMA.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій: результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних економічних та енергетичних політик, які враховують світові ціни на нафту, обмінний курс долара США та вплив воєнного стану. Це допоможе уряду та бізнесам приймати обґрунтовані рішення щодо стабілізації цін на пальне, зменшення залежності від зовнішніх постачань та розробки стратегій на випадок геополітичних потрясінь.

5. Наявність недоліків: при аналізі впливових факторів не враховано попит та пропозиція на ринку пального; розроблені моделі прогнозування мають невисоку прогностичну якість.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи та її допущення до захисту перед ЕК: кваліфікаційна бакалаврська робота Вончул К.В. виконана на *позитивному рівні* та свідчить про достатній рівень сформованості компетентностей її автора, передбачених освітньою-професійною програмою «Економічна кібернетика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю «Економіка». Вважаю, що робота може бути допущена до захисту перед ЕК.

Науковий керівник: професор кафедри
математичного моделювання та статистики,
доктор фізико-математичних наук, професор _____ О.М. Притоманова

«__» _____ 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП ... **3**

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ СЕРЕДНІХ СПОЖИВЧИХ ЦІН НА ТОВАРИ ТА ПОСЛУГИ ... **6**

1.1 Теоретичні основи формування індексу споживчих цін та середніх споживчих цін на товари та послуги ... 6

1.2 Характеристика ринку пального: бензин А-92 та А-95 ... 10

1.3 Огляд математичних методів, які застосовуються для дослідження середніх споживчих цін ... 15

1.4 Огляд функцій та пакетів R, використаних у дослідженні ... 23

1.5 Інформаційна база дослідження ... 26

РОЗДІЛ 228 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ СЕРЕДНІХ СПОЖИВЧИХ ЦІН НА ПАЛЬНЕ В УКРАЇНІ ... 28

2.1 Статистичний аналіз середніх споживчих цін на пальне в Україні ... 28

2.2 Моделі множинної регресії: оцінка впливу факторів ... 30

2.2.1 Постановка задачі та вибір факторів для моделі ... 30

2.2.2 Модель множинної регресії для цін на пальне А-95 ... 31

2.2.3 Вплив імпорту пального на ціни в Україні ... 43

2.3 Аналіз часових рядів: застосування та обмеження моделі ARIMA ... 44

ВИСНОВКИ ... 50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ... 53

ДОДАТКИ ... 56

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз середніх споживчих цін на пальне в Україні є досить актуальним, враховуючи той факт, що коливання цін на енергоносії має значний вплив на економіку країни та витрати з бюджетів громадян в цілому. Дослідження у цій області можуть допомогти зрозуміти тенденції цінової політики держави, фактори ціноутворення та розробити стратегії для покращення ситуації на ринку пального.

Для прикладу, у зв'язку з глобальними економічними змінами, коливаннями цін на нафту, валютними курсами, рівнем споживчого попиту та іншими факторами, важливо проаналізувати, які чинники найбільше впливають на цінову динаміку на українському паливному ринку.

Зміни на світовому ринку нафти та геополітичні події можуть суттєво впливати на ціни на пальне в Україні. Аналіз цих факторів допоможе краще розуміти ризики та можливості для країни. Підвищення цін на пальне може мати серйозний соціально-економічний вплив на рівень життя громадян, інфляцію, бізнес-середовище та інші аспекти економіки.

Аналіз і прогнозування цін на пальне може допомогти українським компаніям, державним установам та громадянам у плануванні власних бюджетів, визначенні оптимальних стратегій економічного зростання та розвитку, а також – у вживанні заходів для зменшення впливу цінових коливань на фінансову ситуацію.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження середніх споживчих цін на пальне та їх вплив на економіку та суспільство можна відслідкувати за працями різних дослідників та організацій, що активно цікавляться економічним аналізом та моніторингом цінової динаміки.

Фундаментом теоретичної бази для даного дослідження став посібник Державної служби статистики України (за редакцією І. М. Жука), де подані основні методологічні засади розрахунку ІСЦ в Україні та базова інформація для розуміння теми.

Не менш важливими є дослідження Надії Шаповаленко, у яких висвітлено методи прогнозування та споживчі ціни. Також варто згадати авторів Сергія Куюна, Наталію Курган та експерта Андрія Закревського з видання «Дзеркало Тижня», які провели глибоку роботу в дослідженні паливного ринку України.

Метою виконання кваліфікаційної роботи є розробка та застосування математичних моделей аналізу і прогнозування середніх споживчих цін для виявлення факторів, що впливають на рівень середніх споживчих цін на пальне, та прогнозування їх майбутніх значень.

Завдання:

- збір та обробка даних про середні споживчі ціни на пальне в Україні;
- вибір та обґрунтування математичних методів і моделей для аналізу цінової динаміки;
- виявлення ключових факторів, що впливають на середні споживчі ціни на пальне, включаючи внутрішні та зовнішні чинники;
- розробка математичної моделі для аналізу впливу виявлених факторів на цінову динаміку;
- прогнозування майбутніх значень середніх споживчих цін на пальне за допомогою розробленої моделі;
- аналіз отриманих прогнозів та розробка рекомендацій для державних органів та бізнесу щодо стабілізації та управління цінами на пальне.

Об'єкт дослідження: середні споживчі ціни на товари та послуги, індекс споживчих цін.

Предмет дослідження: математичні методи та моделі аналізу і прогнозування середніх споживчих цін на пальне.

Методи дослідження: у роботі застосовані методи статистичного аналізу часових рядів, прогнозування за моделями ARIMA та оцінка точності прогнозів за шістьма критеріями.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Отримані результати підтверджують значущий вплив

макроекономічних і політичних факторів на ціни бензину, що є важливим для розуміння механізмів ціноутворення та економічної політики в умовах нестабільності.

Практичне значення роботи полягає у визначенні факторів, що впливають на ціноутворення пального в Україні, зокрема бензину А-95. Результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних економічних та енергетичних політик, які враховують світові ціни на нафту, обмінний курс долара США та вплив воєнного стану. Це допоможе уряду та бізнесам приймати обґрунтовані рішення щодо стабілізації цін на пальне, зменшення залежності від зовнішніх постачань та розробки стратегій на випадок геополітичних потрясінь.

Інформаційна база дослідження: наукові праці закордонних та вітчизняних дослідників, нормативні та законодавчі акти, статистичні дані, зібрані з офіційних державних сайтів.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ СЕРЕДНІХ СПОЖИВЧИХ ЦІН НА ТОВАРИ ТА ПОСЛУГИ

1.1 Теоретичні основи формування індексу споживчих цін та середніх споживчих цін на товари та послуги

У методичних матеріалах Державної служби статистики України індекс споживчих цін (ІСЦ) визначено як показник, який характеризує зміни загального рівня цін на товари та послуги, які купує населення для невиробничого споживання. ІСЦ є показником зміни сукупної вартості фіксованого набору товарів і послуг у звітному періоді порівняно з базисним.

Звітний період - період, за який розраховується ІСЦ.

Базисний період - період, порівняно з яким розраховується ІСЦ.

Ціни на товари та послуги, що утворюють споживчий набір, постійно змінюються через різноманітні фактори, тому загальна вартість цього набору також динамічно змінюється.

Для розрахунку ІСЦ сукупна вартість споживчого набору у базисному періоді приймається за 100; зміни в наступні періоди виражаються у відсотках (%) до вартості базисного періоду.

Отже, якщо ІСЦ більше 100%, то це свідчить про те, що сукупна вартість споживчого набору у звітному періоді зросла, якщо ІСЦ менше 100% - вартість, відповідно, зменшилась. Якщо від фактичної величини ІСЦ відняти 100, то отримаємо величину зміни вартості споживчого набору, яка називається темпом приросту (теж виражається у відсотках).

У 1991 році в Україні було вперше запроваджено розрахунки показника індексу споживчих цін (ІСЦ) за підтримки та залученням експертів Міжнародного

валютного фонду (МВФ). Міжнародні фахівці багато разів підкреслювали надійність та достовірність цих розрахунків в Україні. Наприклад, згідно з результатами оцінки національної статистичної системи України щодо відповідності європейським стандартам та нормам, проведеної у 2011 та 2016 роках, європейські експерти високо оцінили якість даних, що стосуються ІСЦ.

У той же час, Державна служба статистики України активно працює над адаптацією світової практики розрахунків ІСЦ до особливостей національної економіки. Враховуючи зміни на споживчому ринку та в міжнародній практиці, Держстат постійно вдосконалює методи збирання, обробки, аналізу та поширення статистичної інформації щодо ІСЦ.

Індекс споживчих цін є найважливішим серед показників, що характеризують державний рівень інфляції. Застосовується ІСЦ у багатьох сферах, наприклад [1]:

- моніторингу, аналізу і прогнозу цінових процесів в економіці;
- формування та аналізу податково-бюджетної та грошово-кредитної державної політики;
- розробці державних соціальних програм;
- індексації грошових доходів населення (оплати праці, соціальних виплат і допомог);
- індексації вартості комерційних контрактів;
- вирішенні правових спорів;
- перерахунку показників національних рахунків у постійні ціни;
- проведенні міжнародних зіставлень.

Дані для розрахунку ІСЦ (за методом відсікання) грунтуються на основі статистичного спостереження, що проводить Державна служба статистики України.

Для одержання набору даних працівники територіальних органів Держстату вибірково відвідують підприємства торгівлі, сфери послуг та ринки, а тоді реєструють ціни на конкретні обрані товари чи послуги. Одиницею спостереження

вважаємо кінцеві споживчі витрати домогосподарств, а також ціни на вибрані товари і послуги. Дослідження проводиться у великих містах всіх регіонів країни.

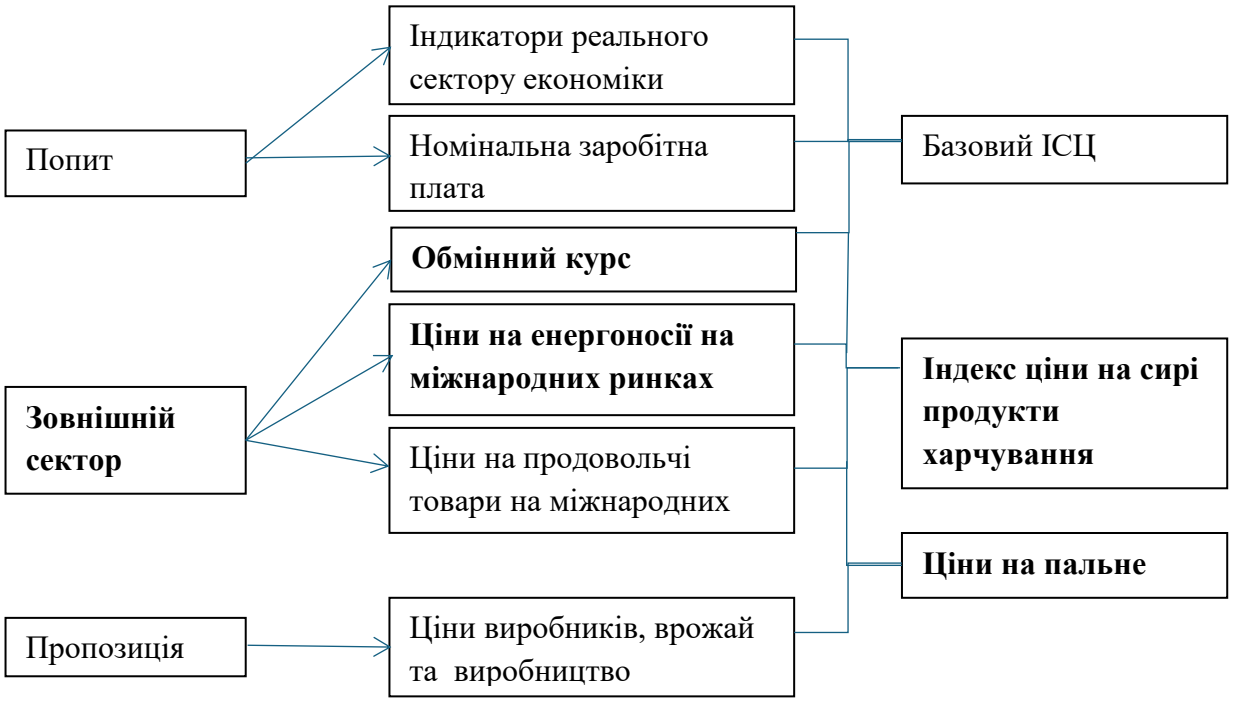
Варто звернути увагу на формування споживчого набору. Він складається на основі звітів про грошові витрати населення, а також містить інформацію про найважливіші та найбільш вживані товари та послуги для громадян. До складу набору входить багато різноманітних розділів: продукти харчування, алкогольні напої та тютюнові вироби, одяг і взуття, освіта, транспорт та ін. [2].

Законом України «Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни» [3] передбачено, що всі особи (в тому числі фізичні, юридичні, підприємці) мають подавати необхідну звітність відповідно до норм чинного законодавства у потрібній формі протягом трьох місяців після припинення чи скасування воєнного стану або стану війни за весь період неподання звітності. У разі отримання даних у неповному обсязі (за відсутності окремих показників) та/або за відсутності даних хоча б за одним із джерел, здійснюється оцінка показників

Споживчий набір товарів (послуг)-представників для розрахунку ІСЦ, який впроваджено із січня 2022 року містить в собі 12 категорій, що в свою чергу поділяються на підкатегорії. Загальний перелік поварів і послуг складається з 335 найменувань [4].

Для різних складових ІСЦ періоди підвищення або зниження цін, а також причини такої динаміки, відрізняються. Наприклад, у середині 2020 року значно знизилися лише ціни на паливо через падіння світових цін на нафту. У 2019 році зростання цін на послуги було зумовлене зміною тарифів на транспорт і зв'язок, тоді як зростання цін на овочі – несприятливими погодними умовами. Такі приклади показують, що разом з аналізом загальних факторів впливу на інфляцію, важливо розділити ІСЦ на групи та розглянути фактори, які є специфічними для кожної групи. На графіку нижче ми побачимо взаємозв'язок основних складових ІСЦ: базовий ІСЦ, індекс цін на сирі продукти харчування (ІСПХ), ціни на паливо та ціни на адміністративні послуги.

Таблиця 1.1 - Чинники, що впливають на динаміку ІСЦ



Джерело: розроблено автором на основі [5, с.10]

Національний банк використовує споживчу інфляцію (річний темп зростання ІСЦ) як основний орієнтир. Ваги цих товарів є динамічними і можуть змінюватися відповідно до змін у структурі споживання та типах товарів, які споживаються.

Індекс цін на сирі продукти харчування становить 19,8% кошика ІСЦ. До цього індексу входять такі компоненти: «м'ясо», «молоко», «яйця», «крупи», «фрукти», «овочі» та «цукор». ІСПХ більше залежить від факторів пропозиції, ніж попиту. Виробництво та врожай є важливими чинниками для цього індексу.

Базовий ІСЦ складає 58% кошика ІСЦ і включає чотири основні компоненти: «оброблені харчові продукти», «одяг та взуття», «послуги» та «інші». Оскільки Україна перейшла до режиму інфляційного таргетування, облікова ставка має впливати на найменш волатильну та найбільш релевантну для монетарної політики частину ІСЦ. Вважається, що базова інфляція більше залежить від попиту, а показник номінальної заробітної плати є хорошим індикатором змін у попиті, оскільки він публікується щомісяця, а припущення щодо його динаміки протягом прогнозного періоду також є доступними.

Адміністративно регульовані ціни становлять 18% кошика ІСЦ. Вони здебільшого включають ціни та тарифи на житлово-комунальні послуги, транспортні послуги, алкогольні напої та тютюнові вироби.

Ціни на паливо відіграють важливу роль у кошику індексу споживчих цін, становлячи приблизно 4% ІСЦ [5].

В Україні ціни на паливо в національній валюті переважно залежать від номінального обмінного курсу та цін на нафту на міжнародних ринках, оскільки країна є нетто-імпортером енергоносіїв. Прогнозування цін на паливо не включається безпосередньо до моделей часових рядів, і їх можна врахувати, лише припустивши значення номінального обмінного курсу, цін на нафту на міжнародних ринках та рівня акцизного податку. Традиційно, ціни на бензин визначаються з урахуванням середнього споживання пального на домогосподарство чи особу, а також варто враховувати їх вагу у загальному кошику споживчих товарів та послуг.

До категорії 07 «Транспорт» відносяться досліджувані нами об’єкти «Бензин А-92» та «Бензин А-95».

1.2 Характеристика ринку пального: бензин А-92 та А-95

На ринку пального, в більшості країн світу, марки бензину А-92 та А-95 є одними з найпоширеніших видів пального для легкових автомобілів та інших транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння. Наведемо порівняльну характеристику бензинів обох марок (беремо для порівняння середній екологічний клас Євро 4):

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика

Назва показника	А-92	А-95	Метод контролювання
1. Детонаційна стійкість: а) октанове число за дослідним методом; б) за моторним методом;	А)92 б) 82,5	А)95 б) 85	Згідно з ДСТУ ISO 5164
2. Вміст сірки, мг/кг, не більше	50	50	Для бензинів Євро4: згідно з ДСТУ EN ISO 20884
3. Об'ємна частка вуглеводнів, %, не більше ніж: - олефінових - ароматичних	18 35	18 35	Згідно з ДСТУ 7686
4. Об'ємна частка бензолу, %, не більше	1	1	Згідно з ДСТУ EN 12177
5. Масова частка кисню, %, не більше: - для бензинів Е5 та Е7	2,7	2,7	Згідно з ДСТУ EN 1601

Джерело: створено автором на основі [6 та 7].

Можна виділити декілька ключових висновків:

- Бензин А-95 має вище октанове число, що означає кращу стійкість до детонації порівняно з А-92;
- Обидві марки бензину мають обмеження на вміст сірки та бензолу, але бензин А-95 може бути чистішим за цими показниками;
- А-92 та А-95 мають обмеження на вміст ароматичних та олефінових вуглеводнів, що важливо для зменшення впливу на довкілля;
- Бензин А-95 зазвичай рекомендують для сучасних двигунів з вищими вимогами до палива, тоді як А-92 може бути менш ефективним для деяких новітніх систем вприску палива та каталізаторів.

Отже, загальний висновок: бензин А-95 має кращі характеристики якості порівняно з А-92, що робить його більш привабливим варіантом для більшості водіїв, особливо для сучасних автомобілів.

За статистикою, що надав Ігор Широкун у 2023 році, середній вік автомобілів в Україні становить 22,7 років. Старіші авто вже майже зникли, тому бензин А-95 є більш використовуваний [8].

«Минулий рік український ринок нафтопродуктів прожив із цілком новою системою забезпечення, побудованою 2022 року та орієнтованою на європейський кордон. У це мало хто вірив, але це відбулося й досить швидко. 2023 року нова система постачань пройшла випробування на міцність, показавши свою безальтернативність і гнучкість. Дуже важливо й те, що паралельно з географічними та логістичними змінами сформувався й новий пул постачальників на базі виключно українських компаній, які до 2022 року були лише «другими руками»», - зауважив аналітик «Консалтингової групи А-95» Іван Марченков [9].

Через чотири місяці після повномасштабного вторгнення, вже у липні 2022 року на ринку нафтопродуктів вже не було дефіциту жодного з видів пального, хоча у 2021 році, зокрема на бензин припадало 50% російської та білоруської сировини. Споживання скрапленого газу у 2023 році знизилось на 35% у порівнянні з 2021 роком, що відобразилось на паливному ринку.

Імпорт пального в Україну здійснюється переважно за двома приблизно рівнозначними напрямками – польським і румунським (мається на увазі місце перетину кордону). У 2023 році спостерігалось зростання популярності німецького бензину, який постачався до України через польську компанію UNIMOT. Це паливо адаптоване для українського ринку, оскільки воно виробляється без додавання спиртовмістних компонентів. Такий підхід забезпечує йому вищу стійкість та довшу тривалість зберігання, що вкрай важливо в умовах високих температур влітку.

Рисунок 1.1 - Основні канали постачань бензину в Україну [9]

Український ринок палива відзначився не лише розширенням географічних джерел постачання, але й змінами у логістиці. Приблизно 33% імпортного бензину та дизпалива тепер доставляються за допомогою автомобільного транспорту. Варто зазначити, що у 2021 році цей спосіб доставки майже не використовувався. Різке збільшення кількості бензовозів стало ключовим чинником у подоланні дефіциту палива у 2022 році. З початку 2021 року їхня кількість зросла більше ніж у чотири рази, з 1500 до 6400 одиниць.

«В Україні протягом 2023 року кардинально зросли ціни на пальне. Так, навесні водії могли спокійно залити повний бак, то зараз вартість бензину може бути вагомою витратою», - голова правління Асоціації «Нафта і газ України» Андрій Закревський.

Експерт прогнозує, що ціни на автогаз надалі будуть рости. Це спричинено тим, що вартість пального в Україні поступово наближається до європейського рівня.

«Я думаю, що через деякий час ми отримаємо біля кордонів приблизно такі ж самі ціни, як в Польщі, Литві та Словаччині. На мою думку, здорожчення може бути на рівні 3-4 гривень до теперішньої ціни», – резюмував Закревський [10].

2023 року імпорт пального бив усі рекорди через очікування європейського ембарго на російські нафтопродукти, що набуло чинності з 5 лютого. До ажіотажних постачань тоді доклав руку й уряд, який на той час ще не отямився від кризи навесні 2022-го, а тому наполегливо рекомендував трейдерам створювати запаси. Є інформація й про те, що урядовці транслювали хвилювання Європи й США, які теж побоювалися можливих проблем.

«За перші чотири місяці 2024 року українські імпортери привезли 2,3 млн тонн бензину та дизпального. Це на 7% менше, ніж за аналогічний період минулого року, але на 9% більше, ніж довоєнного 2021-го. Це означає, що нова система постачань пального з Європи і надалі успішно функціонує, руйнуючи колишній міф про неможливість життя без Росії та Білорусі.» - зазначають у своїй статті Сергій Куюн та Наталія Курган.

Обсяги імпорту бензину за період з січня по квітень 2024 року зменшилися на 15% у порівнянні з аналогічним періодом 2021 року, що свідчить про вплив великої війни на споживання. Раніше імпортні обсяги розподілялися між Білоруссю і Литвою, а зараз основними постачальниками є Румунія (91,6 тис. тонн), Польща (84,3 тис. тонн) та Литва (39,8 тис. тонн).

Рисунок 1.2 – Імпорт бензинів за напрямками

Джерело: [11]

Проте 2024 рік не був повністю стабільним. Блокування українсько-польського кордону, яке тривало з 9 лютого по 22 квітня, призвело до значних втрат обсягу автомобільних партій: з Польщі – на 84% і з Литви – на 55%.

Однак українці знайшли вихід з цієї ситуації. Втрачені обсяги було компенсовано завдяки «залізничним» поставкам: імпорт бензину залізницею збільшився більш ніж удвічі [11].

1.3 Огляд математичних методів, які застосовуються для дослідження середніх споживчих цін

Дослідження середніх споживчих цін на пальне може включати в себе застосування різних математичних методів для аналізу та прогнозування цін на нафтопродукти. Ось деякі з найпоширеніших методів:

- Метод середніх цін: Цей метод включає в себе обчислення середньої ціни на пальне протягом певного періоду часу. Можна розглядати середні ціни для різних видів пального (бензин, дизельне пальне тощо) або для пального загалом. Ці дані можуть використовуватися для виявлення тенденцій у зміні цін на пальне та їх аналізу.
- Регресійний аналіз: Регресійний аналіз може бути використаний для встановлення зв'язку між цінами на пальне та іншими факторами, такими як ціни нафтопродуктів на світовому ринку, курси валют, податкові ставки тощо. Цей метод дозволяє прогнозувати ціни на пальне на основі змін зазначених факторів.
- Аналіз часових рядів: Цей метод включає в себе вивчення змін цін на пальне з плином часу. Застосовуються методи аналізу часових рядів, такі як експоненційне згладжування, моделі ARIMA та інші, для прогнозування майбутніх змін у цінах на пальне.
- Моделі попиту і пропозиції: Математичні моделі попиту і пропозиції можуть бути використані для розуміння та аналізу впливу факторів попиту та пропозиції на ціни на пальне. Ці моделі можуть враховувати такі чинники, як еластичність попиту та пропозиції, динаміку попиту на пальне, виробничі обсяги тощо.
- Функції кореляції: Функції кореляції можуть допомогти виявити ступінь залежності між цінами на пальне та іншими змінними, такими

як ціни на нафту, економічний зріст або спад, зміни в споживчих тенденціях тощо [12].

У 2016 році Національний банк України (НБУ) фактично перейшов до інфляційного таргетування. В цьому режимі важливою для успішної монетарної політики стала розробка точних та обґрунтованих прогнозів інфляції, хоча це завдання досить складне.

Створення комплексу моделей для короткострокового прогнозування індексу споживчих цін (ІСЦ) в Національному банку України стало частиною стратегічного плану впровадження системи прогнозування та аналізу політики (FPAS). Початковою фазою було створення простих авторегресійних (AR) моделей та моделей коригування похибки (ECM), спрямованих на прогнозування індексу цін на продукти харчування (ІСПХ) - одного з ключових складових ІСЦ. Пізніше були розроблені нові типи моделей для прогнозування базової інфляції, які включали одновимірні моделі (AR, ARMA), векторні авторегресійні моделі (VAR), моделі з врахуванням факторів VAR (FAVAR), баєсівські VAR (BVAR) моделі та моделі коригування похибки (ECM). Ці моделі були адаптовані до особливостей української економіки та базувалися на досвіді центральних банків інших країн. Важливо зауважити, що остаточний прогноз формується на основі як результатів модельних прогнозів, так і експертних оцінок [13].

Перед розглядом різних типів моделей для короткострокового прогнозування інфляції важливо звернути увагу на питання стабільності вибірки. По-перше, нестабільність може виникнути через зміну режиму монетарної політики. Наприклад, введення режиму інфляційного таргетування у 2016 році могло змінити статистичні властивості даних. Якщо моделі прогнозування цінових індексів будуть оцінюватися за даними, що зібрані до 2016 року, то це може призвести до значних помилок у прогнозуванні після 2016 року.

Авторегресійні (AR) моделі. Моделі часових рядів, які відображають закономірності в історичних даних, вважаються найбільш ефективними для короткострокового прогнозування. В літературі з прогнозування часто

використовуються прості одновимірні моделі як еталон для порівняння [14]. Довжина лагу може бути вибрана за різними критеріями (такими як критерій Акаіке, критерій Шварца, критерій Ханнана-Куіна). Однак, як правило, авторегресійна модель першого порядку є стандартом. Авторегресійне рівняння можна записати так:

$$dP_t^j = a_0^j + \sum_{i=0}^{l^j} a_t^j * dP_{t-1}^j + \varepsilon_t^j, \quad (1.1)$$

де P_t^j – рівень ціни j–го компонента в момент часу t;

dP_t^j – перша різниця в момент часу t;

l^j – лаг в I періодів;

ε_t^j- випадково розділена похибка.

Моделі авторегресійного ковзного середнього (ARMA). Ще одним методом, який використовується для аналізу змінних через їх попередні значення, є модель ARMA (або ARIMA). Окрім авторегресійної складової, ця модель також включає складову ковзного середнього. Позначення ARMA (l^j, q^j) означає модель з l^j авторегресійними членами та q^j членами ковзного середнього для кожного j–го компонента ціни:

$$dP_t^j = a_0^j + \sum_{i=0}^{l^j} a_t^j * dP_{t-1}^j + \sum_{k=0}^{q^j} \beta_k^j * \varepsilon_{t-k}^j + \varepsilon_t^j. \quad (1.2)$$

За дослідженнями вважається, що моделі, які поєднують процеси різних типів, є більш ефективними. Особливо корисними є моделі, які мають невеликі значення величин l^j та q^j, що пояснюватимуть процес dP_t^j з такою самою високою точністю, як процес вищого порядку AR(l^{*j}) або MA(q^{*j}) [15].

Після отримання прогнозу за моделями ARIMA виникає питання щодо його точності. Оцінити її важко, базуючись лише на одному прогнозному значенні. На практиці точність прогнозу, або помилка прогнозу, зазвичай оцінюється на основі вибірки прогнозних даних за весь період упередження.

Для цього весь часовий ряд даних розбивається на дві частини. Одну частину використовують для оцінки параметрів моделей ARIMA, а іншу — як період упередження, для якого є фактичні дані. Ці фактичні дані використовуються для обчислення помилок прогнозу, що являють собою різницю між фактичними

значеннями та розрахунковими значеннями, отриманими за моделлю. Проте на практиці, при малій кількості спостережень, для попередньої оцінки якості прогнозу часто використовують весь часовий ряд без поділу на частини [16].

Для визначення точності прогнозу використовують шість формальних критеріїв, що наведені у табл. 1.3:

Таблиця 1.3 - Критерії оцінки точності прогнозу моделі ARIMA

Назва	Формула	Короткий опис
1. Середнє абсолютне відхилення	$MAD(e) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lvert e_i - \bar{e}\rvert$	Середня за модулем величина всіх помилок прогнозу.
2. Середній квадрат помилки	$MSE(e) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_i^2$	Середній квадрат помилки (MSE) часто використовується для оцінки точності прогнозу, але може бути менш ефективним за наявності нетипових значень; альтернативні критерії на основі абсолютних величин прогнозних помилок можуть бути кориснішими.
3. Корінь з середнього квадрата помилки	$RMSE(e) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$	Корінь з середнього квадрата всіх помилок прогнозу.
4. Середня абсолютна помилка	$MAE(e) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lvert Y_i - \widehat{Y}_i\rvert$	Критерій MAE визначає середню абсолютну помилку прогнозу, не акцентуючи увагу на великих помилках.
5. Середня абсолютна відсоткова (процентна) помилка	$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left\lvert\frac{Y_i}{\widehat{Y}_i} - 1\right\rvert * 100\%$	MAPE не залежить від масштабу, проте і не є надійним при значеннях ряду менших за одиницю Результат менше 10% свідчить про високу точність прогнозу, 10-20% – добру, 20-50% – задовільну, більше 50% – незадовільну.
6. Нерівність Тейла (U-статистика)	$U = \sqrt{\frac{1/n\sum_{i=1}^{n}(\Delta Y_i - \Delta\widehat{Y}_i)^2}{1/n\sum_{i=1}^{n}(\Delta Y_i)^2}}$	Критерій Тейла, відомий як «коефіцієнт нерівності», є популярним у практичних дослідженнях, він не залежить від масштабу і дозволяє порівнювати точність прогнозів різних методів та моделей, при цьому значення критерію варіюється від нуля до одиниці, де нуль вказує на досконалий прогноз, а одиниця - на прогноз «без жодних змін», тож чим ближче значення до нуля, тим менша помилка прогнозу.

Джерело: створено автором на основі [16]

Одновимірні моделі мають недолік у тому, що вони не використовують додаткову інформацію, яка може міститися у наявних даних. Для врахування цієї інформації та підвищення ефективності моделі краще використовувати багатовимірні моделі.

Векторні авторегресійні (VAR) моделі використовуються для вивчення взаємозв'язків між різними змінними та між поточними та зазначеними попередніми часовими періодами. Стандартна VAR модель з l лагами може бути представлена наступним чином:

$$Y_t = A_0 + \sum_{i=1}^{l} A_i * Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1.3)$$

де $Y_t = \left[y_{1,t}, \ldots . y_{n,t}\right]^T$ *– вектор змінних;*

A_0 *– n*1 вектор констант;*

A_i *– n*n матриця коефіцієнтів* Y_{t-i}*;*

l - кількість лагів;

$\varepsilon_t - n * 1$ *вектор залишків з багатовимірним нормальним розподілом* $\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma), E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma, E(\varepsilon_t \varepsilon_s') = 0,$ *якщо* $t \neq s$.

З практичної точки зору, малорозмірні VAR моделі не можуть достатньо відобразити взаємозв'язки між великою кількістю змінних, які можуть бути цікавими для аналізу. Таким чином, для короткострокового прогнозування може бути вигідніше використовувати більш широкий спектр інформації.

Хоча великі VAR моделі можуть надати більше інформації і широко використовуються в прогнозуванні, оцінка параметрів таких моделей потребує довших періодів спостережень, оскільки кількість параметрів зростає пропорційно квадрату кількості змінних. Це означає, що кількість спостережень повинна перевищувати кількість оцінюваних параметрів, тобто бути більшою за $k = n(n * l)$ для моделі векторної авторегресії.

Для оцінки двовимірних VAR моделей використовується сім компонентів індексу цін на сирі продукти харчування (ІСПХ) та чотири компоненти базового індексу споживчих цін (ІСЦ). Для отримання комбінованого прогнозу використовуються прогнози двовимірних VAR моделей з однаковими вагами.

Доповнені факторами моделі VAR (FAVAR). Оцінені моделі FAVAR для семи компонентів індексу цін на сирі продукти харчування та чотирьох компонентів базової інфляції мають подібну двофакторну структуру до моделей, описаних раніше.

А саме, для j-го компонента цін:

$$Y^{j}_{favar,t} = A^{j}_{favar,0} + \sum_{i=1}^{l^{j}_{favar}} A_{favar,i} * Y_{favar,t-i} + \varepsilon^{j}_{favar,t}, \quad (1.4)$$

де $Y^{j}_{favar,t} = \left[y^{j}_{1,t}, pc^{j}_{1,t}\right]^{T}$;

$pc^{j}_{1,t}$ *– перший головний компонент набору даних* $\left[y^{j}_{2,t}, \dots y^{j}_{n^{j},t}, \right]$*, які є першими різницями змінних;*

$y^{j}_{1,t} = dP^{j}_{t}$ *– прогнозована змінна.*

Набір інформації для кожного компонента схожий на той, що використовується для двовимірних VAR моделей. У цих моделях використовується лише перший головний компонент, який пояснює найбільшу частку дисперсії. Проте для деяких компонентів базового індексу споживчих цін (ІСЦ) стає очевидним, що наявність лише першого головного компонента недостатня.

У реальному прогнозному процесі прогнози індексу споживчих цін (ІСЦ) зазвичай ґрунтуються на певних припущеннях щодо зовнішніх або внутрішніх факторів. Наприклад, для індексу цін на сирі продукти харчування це може бути інформація щодо врожаю або динаміки світових цін, а для базового індексу споживчих цін (ІСЦ) - підвищення мінімальної заробітної плати, оголошене урядом. Отже, прогнози, створені на основі таких припущень, є більш реалістичними та узгодженими з іншими макроекономічними показниками. Крім того, моделі з екзогенними змінними можуть бути використані у сценарному аналізі, дозволяючи оцінити вплив різних варіантів зміни цих факторів на прогнозований індекс споживчих цін.

Альтернативним вирішенням проблеми розмірності є побудова баєсівської векторної авторегресійної (BVAR) моделі, яка використовує апріорний розподіл з метою зменшення кількості параметрів моделі. Оскільки розмір вибірки для українських даних є невеликим, стандартні МНК-оцінки параметрів можуть бути

неточними, що робить отримані функції відгуків та прогнози ненадійними. Використання баєсівського підходу дозволяє більш якісно врахувати неузгодженість даних, а також надає стійкіші та надійніші оцінки параметрів моделі [17].

Bańbura et al. (2008) виявили, що за допомогою баєсівського висновування можна ефективно оцінювати параметри VAR-моделей з великою кількістю змінних. Вони показали, що набір даних можна розширити, включивши дезагреговані галузеві або географічні показники. Це дозволяє отримати більш повний та розгалужений образ економічної системи, що покращує точність та релевантність прогнозів [18].

VAR з екзогенними змінними, мають такий вигляд:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{l} A_i * Y_{t-i} + C * X_t + \varepsilon_t, \quad (1.5)$$

де $Y_t = \left[y_{1,t}, \ldots . y_{n,t}\right]^T$ *– вектор змінних;*

A_i *– матриця коефіцієнтів* $n * n$ Y_{t-i}*;*

l *- кількість лагів;*

C *– матриця* $n * m$*;*

$X_t = \left[x_{1,t}, \ldots . x_{m,t}\right] - m * 1$ *вектор екзогенних змінних;*

а та $\varepsilon_t - n * 1$ *вектор залишків з багатовимірним нормальним розподілом* $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma, E(\varepsilon_t \varepsilon_s') = 0$*, якщо* $t \neq s$.

У своїй роботі Litterman (1986) запропонував конкретний апріорний розподіл для параметрів VAR-моделей. Він вказав, що більшість спостережуваних макроекономічних змінних мають одиничний корінь. Таким чином, у його апріорному розподілі кожна ендогенна змінна в моделі має одиничний корінь у своїх перших лагах, а також нульові коефіцієнти для подальших лагів та коефіцієнти між змінними. Якщо немає попереднього уявлення про екзогенні змінні, то розумно припускати, що вони є нейтральними відносно ендогенних змінних, тобто їх коефіцієнти також дорівнюють нулю. Однак, якщо відомо, що змінні є стаціонарними, гіпотеза про одиничний корінь може бути неприйнятною, тому значення близько 0.8 може бути більш відповідним, ніж значення 1 [19].

Якщо потрібно враховувати специфічні фактори для кожного компонента, можна використовувати модель у вигляді системи рівнянь. Аналізуючи вплив обмінного курсу та зовнішніх цін, варто використовувати перевагу можливості врахування як короткострокової динаміки, так і довгострокових рівноважних зв'язків між змінними. Таким чином, додатково до наявних моделей було оцінено модель коригування похибки (ECM).

У моделі типу ECM рівняння на різних рівнях відображають коінтеграційні зв'язки, що відображають середньострокову динаміку. Коінтеграційний член, отриманий з рівняння, ураховує відхилення змінних від рівноважного рівня в середньостроковій перспективі. Такий підхід дозволяє отримувати прогноз компонентів індексу споживчих цін як на короткострокову, так і на середньострокову перспективу.

j-те рівняння записується так:

$$P_t^j = \sum_{i=1}^{m^j} \theta_i^j * X_{i,t}^j + \delta_t^j, \quad (1.6)$$

де P_t^j – рівень цін j-го компонента;

$X_1^j \dots X_{m^j}^j$ – набір екзогенних регресорів для j-го рівня цін, коли рівень цін та екзогенні регресії мають I(1);

δ_t^j – нормально розподілені залишки.

Для отримання coi_t^j перепишемо рівняння:

$$coi_t^j (P_t^j - \sum_{i=1}^{m^j} \theta_i^j * X_{i,t}^j) = \delta_t^j, \quad (1.7)$$

Рівняння в перших різницях містять коінтеграційний член:

$$dP_t^j = \sum_{i=1}^{l^j} a_i^j * dP_{t-1}^j + \beta^j * coi_{t-1}^j + \sum_{k=1}^{n^j} Y_k^j * dX_{k,t}^j + \varepsilon_t^j, \quad (1.8)$$

де P_t^j – перша різниця j-го рівня цін;

$dX_1^j \dots dX_{n^j}^j$ – сукупність перших різниць екзогенних регресорів $X_1^j \dots X_{n^j}^j$ для j-го рівня;

$\varepsilon_{i,t}^j$ - нормально розподілені залишки.

Зауважимо, що набір екзогенних змінних для j-го рівняння ($X_1^j \dots X_{m^j}^j$) на різних рівнях не обов’язково збігається з набором екзогенних змінних для j-го рівняння ($dX_1^j \dots dX_{n^j}^j$) у різницях [20].

Модель базової інфляції складається з таких компонентів:

- Чотири рівняння для основних компонентів індексу споживчих цін (ІСЦ).
- Чотири рівняння для коінтеграційних членів, де коефіцієнти оцінюються з використанням рівнянь на різних рівнях.
- Рівняння для агрегованого індексу.

У прогнозуванні, Державна служба статистики України та Національний банк використовують складну систему динамічних ваг. Однак у цій роботі для спрощення обчислень використовуються середньорічні ваги [5].

1.4 Огляд функцій та пакетів R, використаних у дослідженні

Будь-який код починається з інсталяції пакетів та підключення необхідних для роботи бібліотек. У цьому розділі буде розглянуто основні функції та пакети R, що були використані для аналізу та прогнозування даних у даному дослідженні.

Встановлення та завантаження необхідних пакетів, таких як «forecast», «Metrics», «ggplot2», та «readxl», дозволяє ефективно працювати з часовими рядами, обчислювати метрики точності моделей та створювати візуалізації даних [21].

Опис основних функцій, які були використані у дослідженні:

1. forecast

Призначення: Пакет для прогнозування часових рядів.

Основні функції:

- auto.arima(): Автоматичне побудування ARIMA-моделі;
- forecast(): Створення прогнозу на основі побудованої моделі;
- plot.forecast(): Побудова графіка прогнозу з довірчими інтервалами.

2. Metrics

Призначення: Пакет для обчислення метрик точності прогнозування.

Основні функції:

- mae(): Середня абсолютна помилка (Mean Absolute Error);
- rmse(): Корінь з середнього квадрата помилки (Root Mean Squared Error);
- mse(): Середній квадрат помилки (Mean Squared Error);
- mape(): Середня відсоткова похибка (Mean Absolute Percentage Error).

3. ggplot2

   Призначення: Пакет для створення графіків та візуалізацій даних.

   Основні функції:

   - ggplot(): Основна функція для створення графіків;
   - geom_line(): Додавання ліній на графік;
   - labs(): Додавання підписів до осей та заголовків.

4. readxl

   Призначення: Пакет для зчитування даних з файлів Excel.

   Основні функції:

   - read_excel(): Зчитування даних з Excel-файлу.

5. Lubridate

   Призначення: для роботи з датами та часом у мові програмування R.

   Основні функції:

   - ymd(): Створення дати за допомогою формату "рік-місяць-день".
   - mdy(): Створення дати за допомогою формату "місяць-день-рік".
   - dmy(): Створення дати за допомогою формату "день-місяць-рік".
   - wday(): Отримання номеру дня тижня (1 - неділя, 2 - понеділок, ..., 7 - субота).
   - month(): Отримання номеру місяця.
   - year(): Отримання року.
   - hour(): Отримання години.

- minute(): Отримання хвилини.
- second(): Отримання секунди.

6. Пакет «tidyr» в мові програмування R призначений для роботи з даними у форматі «tidy» (акуратним), що спрощує їх обробку та аналіз [22].

Додаткові функції, що використовувались:

Функція split() в мові програмування R використовується для розділення об'єкту на групи за допомогою фактора або списку значень. Вона створює список, в якому кожен елемент представляє собою підмножину вихідного об'єкту, розділену за заданим критерієм.

cor() використовується для обчислення кореляції між двома або більше змінними. Вона повертає значення кореляції між введеними змінними.

Функція lapply() в R є однією з функцій для застосування (apply) функції до кожного елемента списку або вектора. Вона приймає список (або вектор) і функцію, яка має бути застосована до кожного елемента цього списку (або вектора).

cat() в мові програмування R використовується для виведення текстового вмісту на консоль. Вона приймає будь-яку кількість аргументів і виводить їх послідовно [23].

В R тип даних «factor» використовується для зберігання категоріальних даних, таких як фактори або рівні категорії. Фактори можуть бути використані для визначення категорій або рівнів, які не є числовими, але мають фіксований та обмежений набір значень.

У R функція subset() використовується для вибору підмножини даних з датафрейму або списку за допомогою певного умовного виразу.

Функція lm() використовується для побудови лінійних моделей на основі введених даних [24].

1.5 Інформаційна база дослідження

Для проведення дослідження було сформовано датасет (data.xlsx), що складається з 7 стовпців та 87 рядків значень (Додаток А). Щоб якісно проаналізувати середні споживчі ціни на пальне в Україні потрібно знати таку інформацію:

1) Рік, за який були взяті результати статистичних досліджень (для даної роботи обрали 2017-2024 роки);
2) Місяць, для деталізації результатів (з січня по грудень);
3) Середні споживчі ціни для пального А-92 та А-95 по Україні загалом. Ці дані взяті з офіційного сайту Державної служби статистики за роками помісячно [25];
4) Індекс споживчих цін на категорію товарів «Паливо та мастила» взяті з офіційного сайту Державної служби статистики за роками помісячно [26];
5) Валютний курс долара США за роками помісячно з сайту Міністерства фінансів України [27];
6) Ціни на нафту марки Brent за роками помісячно з сайту Міністерства фінансів України [28].

Всі дані були зібрані та структуровані власноруч у програмному середовищі «Excel». Інформація з наведених джерел оновлюється помісячно (ІСЦ та середні споживчі ціни) та щоденно (курс долара та ціни на нафту).

Опис структуризації даних у датасеті:

- Стовпець 1: Рік (2017-2024) – year;
- Стовпець 2: Місяць (з січня по грудень) – month;
- Стовпець 3: Середні споживчі ціни на пальне А-92 (в грн/л) – А-92;
- Стовпець 4: Середні споживчі ціни на пальне А-95 (в грн/л) – А-95;

- Стовпець 5: Індекс споживчих цін на категорію товарів «Паливо та мастила» - CPI;
- Стовпець 6: Валютний курс долара США (в грн/дол) - USD_exch_rate;
- Стовпець 7: Ціни на нафту марки Brent (в дол/барель) - oil_price_Brent.

Для аналізу буде використовуватись програмне середовище «R» для написання обчислювального коду та побудови графіків для графічного аналізу, а також «Excel» для додаткової візуалізації результатів.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ СЕРЕДНІХ СПОЖИВЧИХ ЦІН НА ПАЛЬНЕ В УКРАЇНІ

2.1 Статистичний аналіз середніх споживчих цін на пальне в Україні

Кореляційний аналіз є важливим інструментом для дослідження взаємозв'язків між різними економічними показниками. Він дозволяє визначити ступінь і напрямок зв'язку між змінними, що є критично важливим для розуміння ринкової динаміки та прийняття обґрунтованих управлінських рішень [29].

У нашому дослідженні кореляційний аналіз буде використано для вивчення взаємозв'язку між цінами на два основні види пального в Україні: А-92 та А-95. Дані для аналізу взято за період з 2017 по 2024 рік.

Для початку, розглянемо співвідношення цін на два різні види пального:

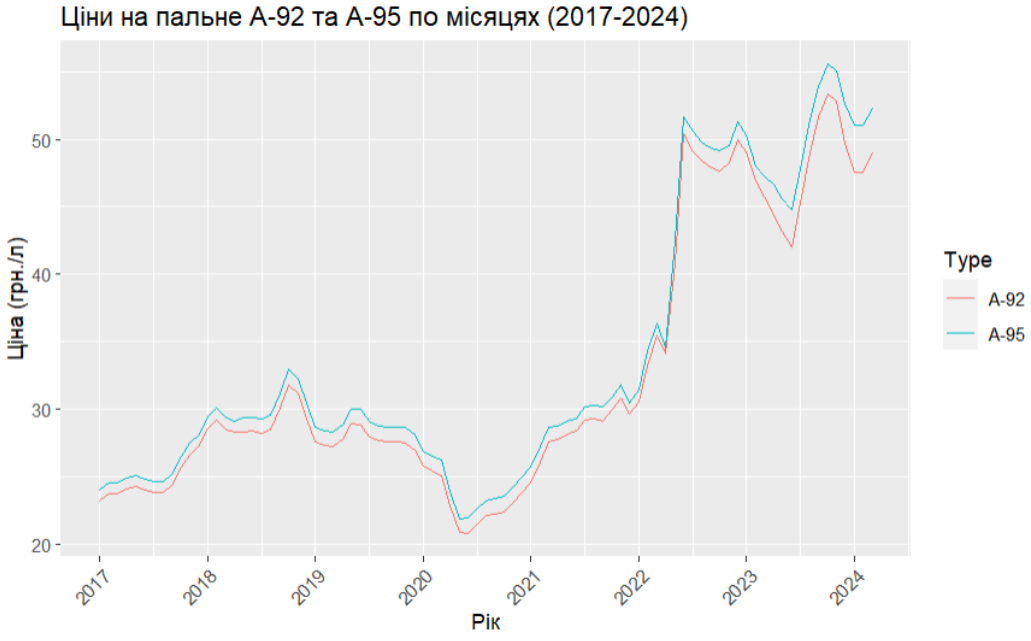


Рисунок 2.1 – Ціни на пальне по місяцях

Джерело: створено автором

Графік побудовано в середовищі R за допомогою розширеного пакету «ggplot2». «ggplot2» - це популярний пакет у мові програмування R для створення графіків та візуалізації даних. Він базується на концепції «граматики графіків», що дозволяє створювати складні графіки з простих компонентів, таких як точки, лінії, площини та геометричні об'єкти.

Повернемось до отриманих результатів:

- Графіком є крива, що має проміжки зростання і спадання;
- Неозброєним оком видно, що графік має 3 критичні точки;
- Найнижча ціна на пальне фіксується у першому півріччі 2020 року, що може залежати від пандемії COVID-19, яка лишила багато людей вдома, без роботи. Тому попит (а відповідно і ціна) знизився;
- Різкий стрибок ціни вгору спостерігаємо вкінці першого кварталу 2022 року. Причина – повномасштабне вторгнення росії на територію України;
- Найвища ціна за весь період спостережень – середина другого півріччя 2023 року. Це може бути пов’язано з перебоями постачання пального у зв’язку з геополітичними чинниками.

Не менш важливо знати коефіцієнт кореляції між цінами на пальне А-92 та А-95. Результати показали, що коефіцієнт кореляції дуже високий та прямує до 1 (становить 0.99906). Це вказує на сильний позитивний зв'язок між цими змінними. Такий результат свідчить про високу взаємозалежність цін на обидва види пального.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що ціни на А-92 та А-95 тісно пов'язані між собою, що дозволяє нам обрати один з цих видів пального для подальшого детального аналізу.

Основним об'єктом нашого дослідження обрано пальне А-95. Такий вибір був зроблений з кількох причин. По-перше, пальне А-95 є популярнішим серед споживачів і займає більшу частину ринку порівняно з А-92. Це дозволяє отримати

більш репрезентативні результати, що відображають загальну тенденцію на ринку пального.

По-друге, вивчення цін на А-95 дозволяє краще зрозуміти вплив різних економічних факторів, таких як валютний курс, ціни на нафту та інші макроекономічні показники, на ринок пального. Це, в свою чергу, сприятиме формуванню більш точних прогнозів та ефективних стратегій управління запасами і ціноутворенням.

Таким чином, подальший аналіз буде зосереджений на дослідженні цін на пальне А-95, що дозволить більш глибоко зрозуміти ринкові процеси та фактори, що впливають на ціни на цей вид пального.

2.2 Моделі множинної регресії: оцінка впливу факторів

2.2.1 Постановка задачі та вибір факторів для моделі

У цьому розділі ми поставимо задачу побудови моделі множинної регресії, яка дозволить оцінити вплив різних економічних факторів на ціни на пальне А-95 в Україні. Модель множинної регресії є потужним інструментом для аналізу, який допомагає зрозуміти, як незалежні змінні (фактори) впливають на залежну змінну (ціни на пальне), а також визначити силу та напрямок цього впливу.

Для побудови моделі множинної регресії були обрані такі фактори:

- Валютний курс долара США. Оскільки Україна імпортує значну частину пального, зміни у валютному курсі можуть суттєво впливати на його ціну. Зростання курсу долара може призводити до підвищення вартості імпорту, що, в свою чергу, відображається на цінах.

- Ціни на нафту марки Brent. Світові ціни на нафту мають прямий вплив на ціни на пальне, оскільки нафта є основною сировиною для виробництва пального.
- Індекс споживчих цін на категорію товарів «Паливо та мастила». Цей показник відображає зміну рівня цін на пальне та мастила і може слугувати індикатором загальної цінової динаміки на ринку пального.
- Рік та місяць: Ці фактори дозволяють врахувати сезонні коливання та довгострокові тренди, які можуть впливати на ціни на пальне.
- Пандемія COVID-19 та війна в Україні. Ці фактори є додатковими, для ширшого розуміння ціноутворення.

Задача моделі множинної регресії полягає у тому, щоб встановити, якою мірою кожен з вищезазначених факторів впливає на ціни на пальне А-95.

Для побудови моделі ми використовуватимемо дані за період з 2017 по 2024 рік. Це забезпечить достатню кількість спостережень для отримання надійних і статистично значущих результатів.

2.2.2 Модель множинної регресії для цін на пальне А-95

Перед початком аналізу зобразимо всі ключові фактори на одному графіку за період 2017-2024 р.р.:

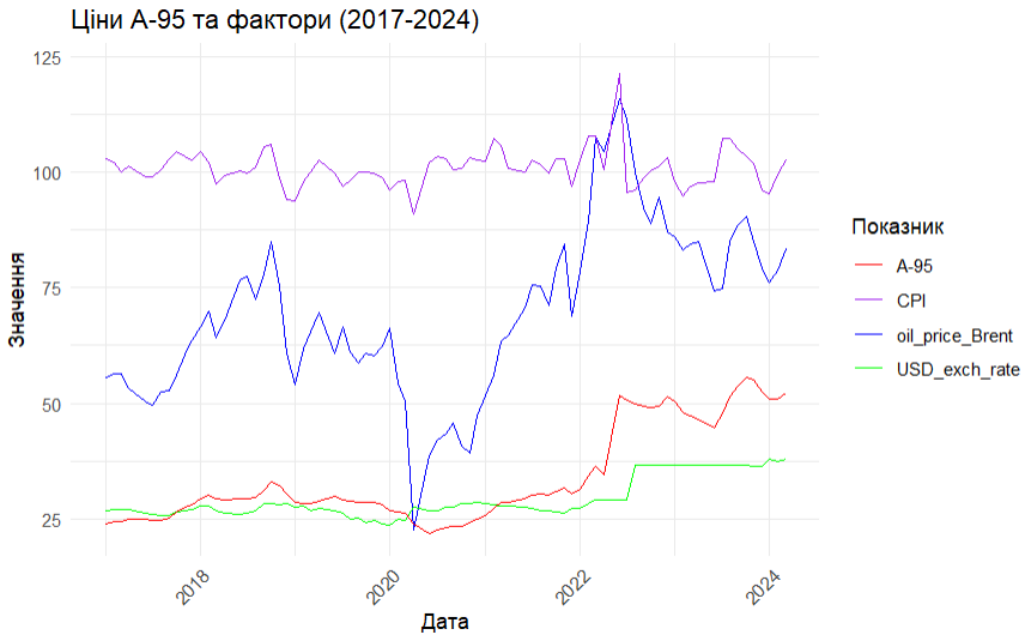


Рисунок 2.2 – Ціни на бензин А-95 та вибрані фактори

Джерело: створено автором

Побудуємо моделі множинної лінійної регресії за такими вимогами:

1) Період 2017-2024.

Для проведення множинної лінійної регресії ціни А-95 від трьох факторів (oil_price_Brent, USD_exch_rate, CPI) за період з 2017 по 2024 роки в R, скористаємося функцією lm().

Отримані результати:

```
Call:
lm(formula = `A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI,
    data = data_filtered)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-7.4691 -1.7073 -0.7099  1.1896  7.9862

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    -24.58487    7.27073  -3.381   0.0011 **
oil_price_Brent  0.23512    0.02088  11.263   <2e-16 ***
USD_exch_rate    1.61950    0.08368  19.353   <2e-16 ***
CPI             -0.05276    0.06893  -0.765   0.4462
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 2.721 on 83 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9313,    Adjusted R-squared:  0.9288
F-statistic: 375.1 on 3 and 83 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Рисунок 2.3 - Результати обчислення моделі множинної лінійної регресії за весь період

Джерело: створено автором

Модель множинної лінійної регресії побудована для оцінки залежності ціни бензину марки А-95 від трьох факторів: ціни на нафту марки Brent (oil_price_Brent), обмінного курсу долара США (USD_exch_rate) та індексу споживчих цін (CPI) за період з 2017 по 2024 рік. Нижче наведено детальний аналіз результатів моделі.

Коефіцієнти регресії:

Intercept:

- Оцінка (Estimate): -24.58487
- Стандартна похибка (Std. Error): 7.27073
- Значення t (t value): -3.381
- p-значення (Pr(>|t|)): 0.0011

Intercept показує значення ціни А-95, коли всі незалежні змінні дорівнюють нулю. Хоча цей результат не має прямого практичного значення, він все ж таки значущий статистично ($p < 0.01$).

oil_price_Brent:

- Оцінка (Estimate): 0.23512
- Стандартна похибка (Std. Error): 0.02088
- Значення t (t value): 11.263
- p-значення (Pr(>|t|)): <2e-16

Кожне підвищення ціни на нафту марки Brent на 1 одиницю (наприклад, на 1 долар) призводить до підвищення ціни А-95 на 0.23512 одиниць, при інших незмінних умовах. Цей вплив є високозначущим ($p < 0.001$).

USD_exch_rate:

- Оцінка (Estimate): 1.61950
- Стандартна похибка (Std. Error): 0.08368
- Значення t (t value): 19.353
- p-значення (Pr(>|t|)): <2e-16

Кожне підвищення обмінного курсу долара США на 1 одиницю призводить до підвищення ціни А-95 на 1.61950 одиниць, при інших незмінних умовах. Вплив обмінного курсу має високу цінність для моделі ($p < 0.001$).

CPI:

- Оцінка (Estimate): -0.05276
- Стандартна похибка (Std. Error): 0.06893
- Значення t (t value): -0.765
- p-значення (Pr(>|t|)): 0.4462

Індекс споживчих цін (CPI) не має статистично значущого впливу на ціну А-95 за даними моделі ($p > 0.05$).

Залишки розподіляються довкола нуля з мінімальним значенням -7.4691 та максимальним 7.9862, що свідчить про те, що модель має певні похибки, але загалом добре підходить для даних.

Коефіцієнт детермінації (Multiple R-squared): 0.9313 означає, що 93.13% варіації в залежній змінній (ціні бензину марки А-95) може бути пояснено варіаціями у незалежних змінних (ціною на нафту марки Brent, обмінним курсом долара США та індексом споживчих цін) в рамках цієї моделі.

Значення 0.9313 є досить високим і свідчить про те, що модель дуже добре пояснює зміну ціни бензину А-95 на основі вибраних незалежних змінних. Це означає, що лише близько 6.87% варіації в ціні А-95 не пояснюється цими факторами і може бути обумовлено іншими, не врахованими в моделі чинниками або випадковими коливаннями.

На практиці таке значення R-squared говорить про те, що зміни в ціні на нафту марки Brent і обмінному курсі долара США сильно впливають на зміну ціни бензину А-95. Менеджери, економісти та аналітики можуть використовувати цю модель для оцінки майбутніх цін на бензин на основі прогнозованих значень цих змінних.

Скоригований коефіцієнт детермінації (Adjusted R-squared): 0.9288 означає, що після внесення коригувань на кількість предикторів в моделі, 92.88% варіації в залежній змінній (ціні бензину марки А-95) може бути пояснено варіаціями у незалежних змінних (ціною на нафту марки Brent, обмінним курсом долара США та індексом споживчих цін).

Стандартна похибка залишків (Residual standard error): 2.721 на 83 ступенях свободи: Це середнє відхилення спостережуваних значень ціни А-95 від значень, передбачених моделлю. Значення 2.721 вказує на те, що модель має помірні похибки.

F-статистика:

- F-статистика (F-statistic): 375.1 на 3 і 83 ступенях свободи
- p-значення F-статистики: < 2.2e-16

Високе значення F-статистики та дуже мале p-значення вказують на те, що модель значуща в цілому, тобто хоча б один з коефіцієнтів регресії є статистично значущим.

Отже, до значущих факторів відносимо ціну на нафту марки Brent (oil_price_Brent) та обмінний курс долара США (USD_exch_rate), бо вони впливають на ціну бензину марки А-95. Обидва ці фактори мають позитивний вплив на ціну бензину.

Індекс споживчих цін (CPI) не показав значущого впливу на ціну А-95 за аналізованими даними. Це може свідчити про те, що зміни в споживчих цінах меншою мірою впливають на ціну бензину порівняно з ціною на нафту та обмінним курсом.

2) Множинна лінійна регресія за період 2017-квітень 2022 р. та травень 2022 – 2024.

```
Call:
lm(formula = `A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI,
    data = data_period1)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.43042 -0.59514 -0.02792  0.84626  2.20719

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)     25.26402    4.80581   5.257 2.05e-06 ***
oil_price_Brent  0.19940    0.01002  19.906  < 2e-16 ***
USD_exch_rate    0.26279    0.12339   2.130 0.037308 *
CPI             -0.16685    0.04795  -3.479 0.000942 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.115 on 60 degrees of freedom
Multiple R-squared:   0.88,     Adjusted R-squared:  0.874
F-statistic: 146.7 on 3 and 60 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Рисунок 2.4 - Результати обчислення моделі множинної лінійної регресії за період 2017-квітень 2022 р

Джерело: створено автором

Аналіз моделі множинної лінійної регресії для періоду 2017 - квітень 2022

Модель лінійної регресії для ціни бензину А-95 на основі факторів ціни нафти марки Brent, обмінного курсу USD і індексу споживчих цін (CPI) для періоду 2017 - квітень 2022 виглядає наступним чином:

A-95=25.26402+0.19940*oil_price_Brent+0.26279*USD_exch_rate−0.16685*CPI

Результати аналізу

Розподіл залишків (Residuals):

- Min: -2.43042
- 1Q (перший квартиль): -0.59514
- Median (медіана): -0.02792
- 3Q (третій квартиль): 0.84626
- Max: 2.20719

Ці значення залишків показують відхилення фактичних значень від передбачених моделлю.

Коефіцієнти:

- Intercept: 25.26402 (p-value < 2.05e-06, значущість ***)
- oil_price_Brent: 0.19940 (p-value < 2e-16, значущість ***)
- USD_exch_rate: 0.26279 (p-value = 0.037308, значущість *)
- CPI: -0.16685 (p-value = 0.000942, значущість ***)

Intercept: Середнє значення ціни бензину А-95, коли всі незалежні змінні рівні нулю (показує базову лінію).

oil_price_Brent: Збільшення ціни нафти марки Brent на 1 одиницю призводить до збільшення ціни бензину А-95 на 0.19940 одиниці, за умови незмінності інших факторів.

USD_exch_rate: Збільшення обмінного курсу USD на 1 одиницю призводить до збільшення ціни бензину А-95 на 0.26279 одиниці, за умови незмінності інших факторів.

CPI: Збільшення індексу споживчих цін на 1 одиницю призводить до зниження ціни бензину А-95 на 0.16685 одиниці, за умови незмінності інших факторів.

Статистична значущість:

Коефіцієнти для oil_price_Brent і CPI є дуже статистично значущими (p-value < 0.001), що свідчить про сильний вплив цих факторів на ціну бензину А-95.

Коефіцієнт для USD_exch_rate також є статистично значущим (p-value < 0.05), але його вплив менш виражений порівняно з іншими змінними.

Коефіцієнт детермінації (Multiple R-squared): 0.880

Цей показник свідчить про те, що 88% змін у ціні бензину А-95 можуть бути пояснені змінами у цінах на нафту Brent, обмінному курсі USD і індексі споживчих цін.

Скоригований коефіцієнт детермінації (Adjusted R-squared): 0.874

Враховує кількість незалежних змінних у моделі та підтверджує високу пояснювальну здатність моделі.

F-статистика: 146.7 (p-value < 2.2e-16)

Високе значення F-статистики та дуже низьке p-value свідчать про те, що модель в цілому є статистично значущою і незалежні змінні вносять вагомий внесок у пояснення варіації залежної змінної.

Висновки:

Ціна на нафту Brent (oil_price_Brent) має найбільший позитивний вплив на ціну бензину А-95. Зростання ціни на нафту безпосередньо підвищує ціну бензину.

Обмінний курс USD (USD_exch_rate) також має позитивний вплив, хоча менш вагомий, ніж у ціни на нафту.

Індекс споживчих цін (CPI) має негативний вплив на ціну бензину А-95. Це може бути пов'язано з тим, що підвищення загального рівня цін може зменшити попит на бензин, знижуючи таким чином його ціну.

Модель дуже добре пояснює варіації у ціні бензину А-95, оскільки високі значення коефіцієнтів детермінації вказують на те, що більша частина варіації може бути пояснена незалежними змінними у моделі.

```
Call:
lm(formula = `A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI,
    data = data_period2)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-3.4401 -1.8814 -0.3198  1.8458  4.8869

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      -1.2678    27.7213  -0.046    0.964
oil_price_Brent   0.1461     0.0990   1.475    0.157
USD_exch_rate     0.6411     0.4709   1.362    0.190
CPI               0.1546     0.1112   1.391    0.181

Residual standard error: 2.726 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2069,    Adjusted R-squared:  0.07474
F-statistic: 1.565 on 3 and 18 DF,  p-value: 0.2324
```

Рисунок 2.5 - Результати обчислення моделі множинної лінійної регресії для періоду травень 2022 -2024

Джерело: створено автором

Аналіз моделі множинної лінійної регресії для періоду травень 2022 -2024

Модель лінійної регресії для ціни бензину А-95 на основі факторів ціни нафти марки Brent, обмінного курсу USD і індексу споживчих цін (CPI) для періоду травень 2022 - 2024 виглядає наступним чином:

A-95=−1.2678+0.1461*oil_price_Brent+0.6411*USD_exch_rate+0.1546*CPI

Результати аналізу:

Розподіл залишків (Residuals):

- Min: -3.4401
- 1Q (перший квартиль): -1.8814
- Median (медіана): -0.3198
- 3Q (третій квартиль): 1.8458
- Max: 4.8869

Ці значення залишків показують відхилення фактичних значень від передбачених моделлю.

Коефіцієнти:

- Intercept -1.2678 (p-value = 0.964, незначущо)

- oil_price_Brent: 0.1461 (p-value = 0.157, незначущо)
- USD_exch_rate: 0.6411 (p-value = 0.190, незначущо)
- CPI: 0.1546 (p-value = 0.181, незначущо)

Intercept: Значення перехоплення є незначущим, що вказує на відсутність базової лінії, коли всі незалежні змінні рівні нулю.

oil_price_Brent: Збільшення ціни нафти марки Brent на 1 одиницю призводить до збільшення ціни бензину А-95 на 0.1461 одиниці, але цей результат не є статистично значущим.

USD_exch_rate: Збільшення обмінного курсу USD на 1 одиницю призводить до збільшення ціни бензину А-95 на 0.6411 одиниці, але цей результат також не є статистично значущим.

CPI: Збільшення індексу споживчих цін на 1 одиницю призводить до збільшення ціни бензину А-95 на 0.1546 одиниці, але цей результат теж не є статистично значущим.

Статистична значущість:

Жоден з коефіцієнтів не є статистично значущим (усі p-value > 0.05), що свідчить про те, що вплив цих змінних на ціну бензину А-95 не є суттєвим у даному періоді.

Резюме моделі:

Коефіцієнт детермінації (Multiple R-squared): 0.2069

Цей показник свідчить про те, що лише 20.69% варіації у ціні бензину А-95 можуть бути пояснені варіаціями у цінах на нафту Brent, обмінному курсі USD і індексі споживчих цін.

Скоригований коефіцієнт детермінації (Adjusted R-squared): 0.07474

F-статистика: 1.565 (p-value = 0.2324)

Низьке значення F-статистики та високе p-value свідчать про те, що модель в цілому не є статистично значущою і незалежні змінні не вносять вагомий внесок у пояснення варіації залежної змінної.

Висновки:

Жодна з незалежних змінних не є статистично значущою для пояснення варіацій у ціні бензину А-95 у період травень 2022 - 2024. Це може свідчити про нестабільність ринку або вплив інших факторів, не врахованих у моделі.

Є необхідність перегляду або доповнення незалежних змінних для покращення точності прогнозів.

Різке збільшення ціни бензину А-95 у цьому періоді може бути обумовлено факторами, що не відображені у даній моделі, такими як політичні події, зміни у податковій політиці, війни чи інші зовнішні чинники.

Дана модель для періоду травень 2022 - 2024 є обмеженою у своїй здатності пояснювати варіації у ціні бензину А-95, і її потрібно вдосконалити для отримання більш точних результатів.

Висуваємо гіпотезу про те, що на різку зміну ціни впливають додаткові фактори, що до цього не були включені до моделі. Раніше згадувалось про критичні точки на графіку та припущення щодо цих значень.

Побудуємо модель з двома додатковими факторами: «пандемія» та «війна». Додамо змінну, що відповідає за взаємодію (добуток) цих факторів, оскільки так вони можуть підсилюватись. Часові межі пандемії визначаємо з березня 2020 до січня 2022 року, а війна з лютого 2022 по сьогоднішній день.

```
Call:
lm(formula = `A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI + 
    pandemic + war + pandemic_war_interaction, data = data_filtered)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-8.5575 -1.4335 -0.3918  0.8443  7.4641 

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
                          Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)             -15.22036    8.49965  -1.791   0.0771 .  
oil_price_Brent           0.19864    0.02616   7.592 4.75e-11 ***
USD_exch_rate             1.38280    0.14283   9.681 3.59e-15 ***
CPI                      -0.05991    0.06838  -0.876   0.3836    
pandemic                 -0.62565    0.72896  -0.858   0.3933    
war                       3.17673    1.61087   1.972   0.0520 .  
pandemic_war_interaction       NA         NA      NA       NA    
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 2.672 on 81 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9353,    Adjusted R-squared:  0.9313 
F-statistic: 234.3 on 5 and 81 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Рисунок 2.6 - Результат моделі з двома додатковими факторами

Джерело: створено автором

Модель:

A−95∼oil_price_Brent+USD_exch_rate+CPI+pandemic+war+pandemic_war_interacti-on

Основні результати:

- Multiple R-squared: 0.9353
- Adjusted R-squared: 0.9313
- F-statistic: 234.3 (p-value < 2.2e-16)

Інтерпретація коефіцієнтів:

(Intercept): -15.22036 (p = 0.0771)

Intercept статистично незначущий на рівні 0.05, але наближається до значущості. Це означає, що за відсутності всіх інших факторів (всі незалежні змінні дорівнюють нулю), ціна на пальне А-95 була б близько -15.22036 одиниць (хоча цей результат не має великого значення через статистичну незначущість).

oil_price_Brent: 0.19864 (p < 4.75e-11): Цей коефіцієнт є статистично значущим на рівні 0.001.

USD_exch_rate: 1.38280 (p < 3.59e-15)

Цей коефіцієнт є також високозначущим. Кожне підвищення курсу долара США на 1 одиницю призводить до збільшення ціни на пальне А-95 на 1.38280 одиниць.

CPI: -0.05991 (p = 0.3836)

Індекс споживчих цін (CPI) не є статистично значущим фактором у цій моделі (p-value > 0.05). Це означає, що його вплив на ціну А-95 є незначущим за даними цього аналізу.

pandemic: -0.62565 (p = 0.3933)

Вплив пандемії також не є статистично значущим (p-value > 0.05). Це свідчить про те, що наявність пандемії не має істотного впливу на ціну А-95 за даними цієї моделі.

war: 3.17673 (p = 0.0520)

Вплив війни наближається до статистичної значущості (p-value ≈ 0.05). Це показує, що війна збільшує ціну на А-95 на приблизно 3.17673 одиниць.

pandemic_war_interaction: NA

Коефіцієнт для змінної взаємодії pandemic_war_interaction не оцінений (NA). Це може бути пов'язано з колінеарністю або іншими технічними проблемами в даних. Варто перевірити, чи є проблеми з мультиколінеарністю або чи є необхідність переформулювати модель.

Загальний аналіз:

Модель має високі значення R-squared та Adjusted R-squared (0.9353 і 0.9313 відповідно), що вказує на те, що модель добре пояснює варіацію у цінах на пальне А-95.

Основними значущими факторами, що впливають на ціну А-95, є ціна на нафту марки Brent та курс долара США.

Фактори пандемії та війни мають різні впливи, з яких тільки вплив війни наближається до значущості.

Змінна взаємодії між пандемією та війною не оцінена, що вказує на можливу проблему з моделлю, яку варто дослідити детальніше.

Перевіримо кореляцію між усіма змінними:

```
Warning: the standard deviation is zero                      oil_price_Brent
USD_exch_rate         CPI    pandemic        war
oil_price_Brent                1.0000000    0.52375317  0.36031618 -0.44978929  0.7327905
USD_exch_rate                  0.5237532    1.00000000 -0.02063634 -0.31440469  0.8597953
CPI                            0.3603162   -0.02063634  1.00000000 -0.06318402  0.1597354
pandemic                      -0.4497893   -0.31440469 -0.06318402  1.00000000 -0.4140393
war                            0.7327905    0.85979529  0.15973545 -0.41403934  1.0000000
pandemic_war_interaction              NA           NA          NA          NA         NA
                       pandemic_war_interaction
oil_price_Brent                              NA
USD_exch_rate                                NA
CPI                                          NA
pandemic                                     NA
war                                          NA
pandemic_war_interaction                      1
```

Рисунок 2.7 - Результат перевірки кореляції

Джерело: створено автором

Бачимо високу кореляцію між змінними «pandemic» та «war».

Отже, гіпотеза про вплив пандемії не підтвердилась, а вплив війни – сильний.

2.2.3 Вплив імпорту пального на ціни в Україні

«За два роки українським імпортерам вдалося забути про Білорусь і Росію та побудувати нову структуру постачань світлих нафтопродуктів. Вона не тільки більш диверсифікована, а ще й достатньо потужна та здатна забезпечити набагато більші обсяги імпорту. Це дуже важлива перемога, яка знижує до мінімуму ймовірність нестачі пального. На тлі проблем в енергетичному секторі така надійна система набуває особливого значення.» - стверджують Сергій Куюн та Наталія Курган у своїй статті.

Географія імпорту бензину в Україну звузилася. Якщо на початку 2023 року бензин надходив з 17 країн, то тепер його імпортують лише з 11 (див. рис. 3). Зі списку постачальників вибули Угорщина, Грузія, Хорватія, Естонія та далекі Нідерланди. Це свідчить про еволюційні процеси, коли найбільш віддалені (і, отже, дорогі) джерела залишають ринок разом зі спадом ажіотажу [30].

Південний, або румунський, напрямок постачання став центром ціноутворення на пальне, адже саме тут точиться найзапекліша конкуренція між трейдерами. Основний потік іде з порту Констанца, куди пальне надходить з різних куточків світу, включаючи далеку Індію. Обсяги імпорту за рік майже не змінилися, але логістика зазнала значних змін, причому протилежних до польських. Постачання бензовозами зросло на 78%, тоді як залізничні поставки впали на 40%.

Провалом року стала Болгарія, зниження імпорту якої відбулося в 13 разів, до мізерних 11,6 тис. тонн. У жовтні 2023 року СБУ включила найбільші болгарські термінали до санкційних напрямків через надмірну присутність «руського духу».

Санкції торкнулися і молдовського терміналу Джурджулешти, що призвело до втрати обсягів імпорту також у 13 разів, до жалюгідних 7,5 тис. тонн.

Литва втратила понад 16% обсягів імпорту, значною мірою через польські страйки. Імпорт автомобільним транспортом зменшився на 33%, але деякі втрати вдалося компенсувати за рахунок збільшення відвантажень залізницею.

З географії імпорту зникли Албанія, Франція, Хорватія, Естонія та Північна Македонія, тоді як додалися Ізраїль та Австрія [11].

2.3 Аналіз часових рядів: застосування та обмеження моделі ARIMA

Аналіз часових рядів є важливим інструментом для вивчення та прогнозування поведінки економічних показників, таких як ціни на пальне. Однією з найпопулярніших методик для аналізу та прогнозування часових рядів є модель ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average). У цьому розділі розглянемо застосування моделі ARIMA до даних про ціни на бензин А-95, а також визначимо її обмеження.

```
Series: data_ts_A95
ARIMA(0,1,1)

Coefficients:
          ma1
      0.7205
s.e.  0.0829

sigma^2 = 2.129:  log likelihood = -154.39
AIC=312.79   AICc=312.93   BIC=317.7
```

Рисунок 2.8 - Результат моделі ARIMA

Джерело: створено автором

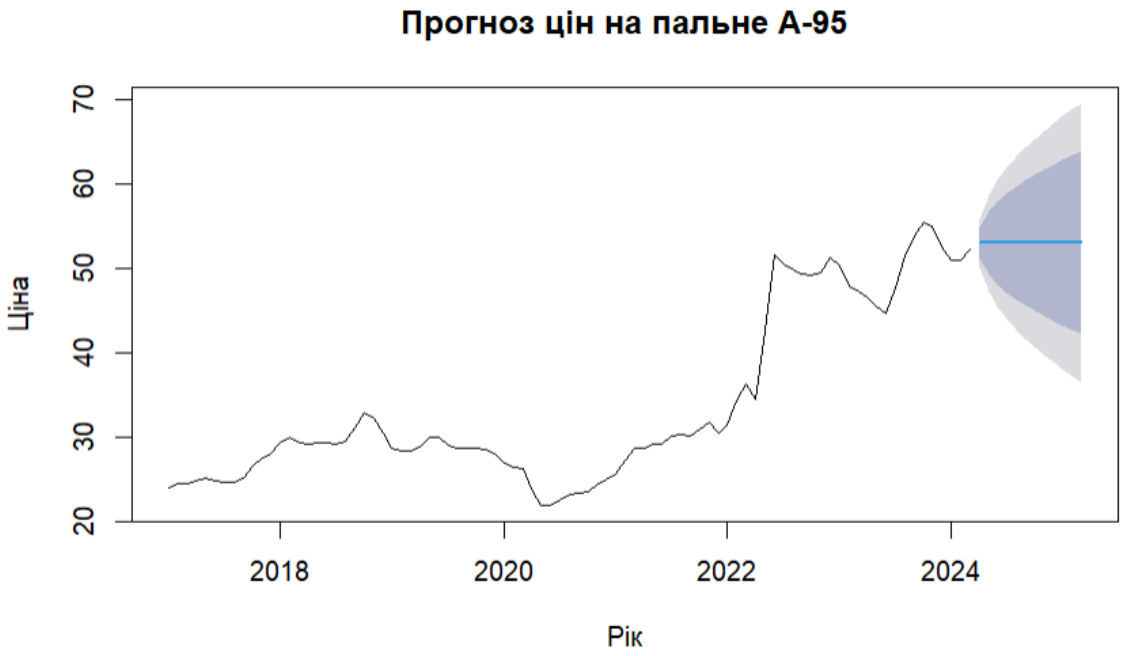


Рисунок 2.9 - Прогноз цін на пальне А-95

Джерело: створено автором

Аналіз результатів моделі ARIMA(0,1,1) для цін на бензин А-95 включає розгляд параметрів моделі, їх значущість, а також відповідність моделі даним.

Опис параметрів моделі ARIMA(0,1,1):

ARIMA(0,1,1) означає, що модель включає:

- 0 автогресивних (AR) компонентів,
- 1 інтегруючу (I) компоненту (різниця ряду для досягнення стаціонарності),
- 1 компоненту ковзного середнього (MA).

Коефіцієнти моделі:

- ma1 (Moving Average): 0.7205

Цей параметр вказує на значущість ковзного середнього компонента.

- s.e. (стандартна похибка) для ma1 становить 0.0829, що свідчить про точність оцінки цього параметра.

Оцінка якості моделі:

- sigma^2: 2.129 - дисперсія залишків моделі. Низьке значення вказує на те, що модель добре підходить до даних.

- log likelihood: -154.39 - логарифм ймовірності використовується для оцінки моделі. Вищі значення логарифму ймовірності свідчать про кращу модель, якщо порівнювати кілька моделей.
- AIC (Akaike Information Criterion): 312.79
- AICc (Corrected Akaike Information Criterion): 312.93
- BIC (Bayesian Information Criterion): 317.7

Ці критерії використовуються для вибору найкращої моделі. Нижчі значення AIC, AICc і BIC свідчать про кращу модель. AICc – скоригована версія AIC, яка враховує розмір вибірки.

Оцінка значущості параметрів:

Коефіцієнт ma1 (0.7205) є статистично значущим, що видно з його низької стандартної похибки (0.0829). Це підтверджує, що модель ARIMA(0,1,1) є адекватною для моделювання та прогнозування цін на бензин А-95.

Низькі значення sigma^2 та адекватні значення AIC, AICc та BIC свідчать про хорошу відповідність моделі до даних.

Модель ARIMA(0,1,1) є відносно простою та легкою для інтерпретації.

Однак, варто зауважити, що модель ARIMA не враховує зовнішні фактори, які можуть впливати на ціни на бензин, такі як політичні події чи економічні зміни.

Раніше ми вже розглянули моделі множинної регресії та визначили, що додаткові фактори (а зокрема війна) впливають на ціну пального. Прогнозування без урахування чинників, що здатні докорінно змінити результати моделі не є доцільним.

Спробуємо оцінити точність моделі, щоб підтвердити або спростувати думки стосовно прогнозування, викладені раніше.

Критерії оцінки точності моделі потрібні для розуміння, наскільки добре модель прогнозує майбутні значення. Критерії точності, такі як MAE, MSE, RMSE, MAPE, і U-статистика Тейла, дають уявлення про те, наскільки точні прогнози моделі порівняно з фактичними даними. Вони допомагають виявити, чи надійний прогноз, чи потребує доопрацювання.

За допомогою цих критеріїв можна порівнювати різні моделі між собою. Наприклад, якщо одна модель має нижчі значення MSE та RMSE порівняно з іншою, це може свідчити про її вищу точність і надійність.

Критерії точності допомагають зрозуміти, де модель працює добре, а де – ні. Наприклад, високе значення MAPE може вказувати на те, що модель має проблеми з прогнозуванням під час значних змін у даних. Аналізуючи критерії точності, можна ідентифікувати області, де модель потребує поліпшення. Наприклад, висока MAE може вказувати на необхідність додаткових параметрів або інших методів для точнішого прогнозування.

Отже, проведемо оцінку точності моделі за шістьма критеріями в середовищі R. Отримуємо такі результати:

```
> # Виведення результатів
> cat("MAD: ", mad_value, "\n")
MAD:  3.305516
> cat("MSE: ", mse_value, "\n")
MSE:  18.09155
> cat("RMSE: ", rmse_value, "\n")
RMSE:  4.253417
> cat("MAE: ", mae_value, "\n")
MAE:  3.305516
> cat("MAPE: ", mape_value, "\n")
MAPE:  6.902828
> cat("Теєлова U-статистика: ", u_statistic, "\n")
Теєлова U-статистика:  0.04097569
```

Рисунок 2.10 - Результати оцінки точності критеріїв

Джерело: створено автором

Проаналізуємо результати критеріїв оцінки точності моделі:

1. Середнє абсолютне відхилення (MAD): 3.305516

MAD вимірює середню величину абсолютних відхилень прогнозованих значень від фактичних. В даному випадку середня абсолютна похибка становить близько 3.31. Це означає, що в середньому прогнозовані значення відрізняються від фактичних на 3.31 одиниці.

2. Середній квадрат помилки (MSE): 18.09155

MSE вимірює середнє значення квадратів помилок. Значення 18.09 вказує на те, що квадратні відхилення досить великі.

3. Корінь середнього квадрата помилки (RMSE): 4.253417

RMSE - квадратний корінь із MSE, що повертає помилки в початкові одиниці вимірювання. Значення 4.25 вказує на те, що середнє квадратичне відхилення між прогнозованими та фактичними значеннями становить приблизно 4.25 одиниці.

4. Середня абсолютна помилка (MAE): 3.305516

MAE вимірює середню величину абсолютних помилок, що схожа на MAD. Значення 3.31 підтверджує, що в середньому модель має відхилення від фактичних значень на 3.31 одиниці.

5. Середня відсоткова похибка (MAPE): 6.902828

MAPE вимірює середню абсолютну відсоткову помилку між фактичними і прогнозованими значеннями. Значення 6.90% вказує на те, що в середньому модель помиляється на 6.90% від фактичних значень. Це значення досить низьке і вказує на високу точність моделі.

6. U-статистика: 0.04097569

U-статистика порівнює продуктивність моделі з попереднім прогнозом. Значення менше 1 вказує на те, що модель краща за попередній «наївний» прогноз.

Підсумуємо:

- Значення MAE і MAD свідчать про те, що середнє абсолютне відхилення прогнозів від фактичних значень становить близько 3.31 одиниці;
- Високе значення MSE (18.09) свідчить про наявність значних помилок, оскільки квадратична функція помилки відповідає за великі відхилення;
- RMSE (4.25) також вказує на середнє квадратичне відхилення в межах 4.25 одиниці, що підтверджує результати MSE;

- MAPE (6.90%) вказує на високу точність моделі з відносно низькою середньою відсотковою похибкою;
- U-статистика Тейла (0.041) підтверджує, що модель значно перевершує наївний прогноз.

Загалом, модель має хорошу точність, що підтверджується низькими значеннями MAE, MAPE та U-статистики. Однак високе значення MSE може вказувати на наявність кількох значних відхилень, які варто проаналізувати окремо.

Що стосується відхилень, то це, ймовірно, різкі зміни числових значень, які залежать від додаткових факторів (не включених до прогнозу). Величини, на які впливають політичні, геополітичні, екологічні фактори не можуть бути спрогнозовані досконало. Підтвердження цієї думки можна побачити у попередньому підрозділі.

ВИСНОВКИ

В процесі аналізу було виявлено ряд ключових закономірностей і факторів, які впливають на зміну ціни пального в Україні. Результати регресійного аналізу показали важливість таких показників, як ціна на нафту марки Brent, обмінний курс долара США та індекс споживчих цін, а також виявили вплив воєнного стану на динаміку цін.

Індекс споживчих цін (ІСЦ) в Україні характеризує зміни рівня цін на товари та послуги для населення. Він складається з різних компонентів, кожен з яких має специфічні причини зміни цін. Наприклад, ціни на паливо залежать від світових цін на нафту, а на овочі - від погодних умов. ІСЦ використовується для аналізу інфляції, розробки економічної політики, індексації доходів та соціальних виплат. Базовий ІСЦ включає оброблені харчові продукти, одяг, послуги та інші товари, що більше залежать від попиту, тоді як індекс цін на сирі продукти харчування та адміністративно регульовані ціни залежать від пропозиції та урядових рішень відповідно.

На ринку пального України бензин А-95 має кращі якісні характеристики порівняно з А-92, що робить його більш популярним серед водіїв, особливо власників сучасних автомобілів. З 2022 року ринок успішно перейшов на європейські постачання пального, зокрема через Польщу та Румунію, демонструючи адаптивність і гнучкість у нових умовах.

У процесі прогнозування індексу споживчих цін використовуються різні моделі, включаючи двовимірні VAR моделі, VAR моделі з екзогенними змінними та моделі коригування похибки (ECM). Для підвищення точності прогнозів використовуються різноманітні підходи, такі як розширення набору даних з урахуванням додаткових факторів, застосування баєсівського висновку для оцінки параметрів моделі, а також використання складних систем динамічних ваг для прогнозування. Однак, у реальному прогнозному процесі важливо також враховувати специфічні фактори для кожного компонента індексу, що може вимагати використання моделей з екзогенними змінними або моделей коригування похибки.

У дослідженні використовуються пакети R, такі як "forecast", "Metrics", "ggplot2", "readxl", та "lubridate", для прогнозування, обчислення метрик точності, візуалізації даних та роботи з датами. Додатково використовуються функції split(), cor(), lapply(), cat(), а також тип даних "factor", функція subset() та lm() для обробки та аналізу даних.

Дослідження ґрунтується на даних, зібраних з офіційних джерел статистики та фінансів за період з 2017 по 2024 рік. Інформація в датасеті включає дані про середні споживчі ціни на пальне, індекс споживчих цін на паливо, валютний курс долара та ціни на нафту марки Brent за місяць.

Статистичний аналіз цін на пальне в Україні має сильний позитивний зв'язок між цінами на пальне типу А-92 та А-95, що свідчить про їхню високу взаємозалежність. Оскільки пальне А-95 є популярнішим та займає більшу частину ринку, подальший аналіз був зосереджений саме на ньому для кращого розуміння ринкових процесів та визначення ефективних стратегій управління.

Для моделі множинної регресії для цін на пальне А-95 в Україні використовуються такі фактори: валютний курс долара, ціни на нафту, індекс споживчих цін, рік, місяць, пандемія COVID-19 та війна в Україні, з метою визначення їхнього впливу на ціни. Модель множинної лінійної регресії для цін на пальне А-95 в Україні показала, що ціни на нафту марки Brent і обмінний курс долара США мають статистично значущий позитивний вплив на ціни пального, тоді як індекс споживчих цін не виявив статистично значущого впливу.

Модель множинної регресії з двома доданими факторами показала, що основними є ціна на нафту марки Brent і курс долара США, тоді як вплив пандемії не виявився статистично значущим, а вплив війни є досить значущим.

Імпорт пального в Україну зазнав змін, зокрема, географія постачань стала менш розмаїтою, а південний напрямок став центром ціноутворення. Зниження імпорту з Болгарії та Молдови, спричинене санкціями, а також втрати обсягів імпорту з Литви, підкреслюють вплив геополітичних чинників на ринок пального в Україні.

Модель ARIMA(0,1,1) продемонструвала хорошу точність у прогнозуванні цін на пальне А-95, але її обмеження можуть виникнути внаслідок недооцінки впливу зовнішніх факторів, таких як політичні події чи економічні зміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Доступно про статистику: індекс споживчих цін посібник для користувачів Київ, 2018. URL https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/dpst_2018.pdf

2. Методологічні положення державного статистичного спостереження «Зміни цін (тарифів) на споживчі товари (послуги)». Наказ Державної служби статистики України від 16.12.2021 №310 зі змінами від 15.05.2023 №190). URL: https://www.ukrstat.gov.ua/norm_doc/2021/310/310.pdf

3. Закон України "Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни" від 03 березня 2022 року № 2115-IX (зі змінами та доповненнями). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2115-20#Text

4. Споживчий набір товарів (послуг)-представників для розрахунку індексу споживчих цін, який запроваджено із січня 2022 року. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/ct/is_c/sntp_2017.htm

5. Шаповаленко Н. Комплекс моделей для прогнозування індексу сподивчих цін. Visnyk of the National Bank of Ukraine. 2021. URL: https://journal.bank.gov.ua/en/article/2021/252/01

6. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні євро. На заміну ДСТУ 4839:2007 ; чинний від 2024-05-28. Вид. офіц. 2015. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7687_2015.pdf

7. Мельниченко Р. Чим відрізняються види бензину, що можна знайти на АЗС і що підходить вашому автомобілю. Hotline.finance. URL: https://hotline.finance/ua/articles/chim-vidriznyayutsya-rizni-vidi-benzinu-shcho-mozhna-znayti-na-azs-i-shcho-pidhodit-vashomu-avtomobilyu

8. Скільки насправді машин в Україні: багато чи мало?. Auto24. URL: https://auto.24tv.ua/skilky_naspravdi_mashyn_v_ukraini_bahato_chy_malo_n43694

9. Куюн С., Марченков І. Паливний ринок: що і чому змінилося. Дзеркало тижня | Mirror Weekly. URL: https://zn.ua/ukr/energetics/palivnij-rinok-shcho-i-chomu-zminilosja.html

10. Дар`я Скрипник. Ціни на пальне: як вони змінилися у 2023 році. Дзеркало тижня | Mirror Weekly. URL: https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/tsini-na-palne-jak-voni-zminilisja-u-2023-rotsi.html

11. Куюн С., Курган Н. Точка опори: як працює ринок пального у 2024 році. Дзеркало тижня | Mirror Weekly. URL: https://zn.ua/ukr/energetics/tochka-opori-jak-pratsjuje-rinok-palnoho-u-2024-rotsi.html

12. Економіко-математичні методи і моделі: Економетрика: підручник / В.В. Вітлінський, та ін. Київ : КНЕУ, 2013. 502с.

13. Dougherty C. Introduction to Econometrics 5 ed. Oxford University Press. Online Resource Centres. URL:https://global.oup.com/uk/orc/busecon/economics/dougherty5e/

14. Економіко-математичні методи і моделі: практикум / В.В. Вітлінський, Т.О. Білик, Г.І. Великоіваненко та ін. Київ: КНЕУ, 2014. 221 с.

15. Лук’яненко І.Г., Городніченко Ю.О. Сучасні економетричні методи у фінансах. Навчальний посібник. Київ : Літера ЛТД, 2002. 352 с.

16. Лук’яненко І.Г., Жук В.М. Аналіз часових рядів. Частина перша : Побудова ARIMA, ARCH/GARCH моделей. Практичний посібник. Київ : НаУКМА; Аграр Медіа Груп 2013. 187 с.

17. Лук’яненко І.Г., Жук В.М. Аналіз часових рядів. Частина друга : Побудова VAR і VECM моделей. Практичний посібник. Київ : НаУКМА; Аграр Медіа Груп 2013. 174 с.

18. Bańbura M., Giannone D., Reichlin L. Large Bayesian VARs. Frankfurt am Main, Germany, 2008. Vol. 966. 42 p.

19. Litterman R. B. Forecasting With Bayesian Vector Autoregressions-Five Years of Experience. American Statistical Association, 1986.

20. Dougherty C. Introduction to Econometrics 5 ed. Oxford University Press. Online Resource Centres. URL:https://global.oup.com/uk/orc/busecon/economics/dougherty5e/

21. Heiss F. Using R for Introductory Econometrics. CreateSpace Independent Publishing Platform. 2nd Edition, 2020. 368p.

22. CRAN - Package forecast. The Comprehensive R Archive Network. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/index.html

23. Hanck C., Arnold M., Gerber A., Schmelzer M. Introduction to Econometrics with R, 2024. 408 p. URL: https://www.econometrics-with-r.org/ITER.pdf

24. 24 Gareth J., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. An introduction to Statistical Learning with Applications in R. Second Edition. New York, Springer, 2021. 607 p. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1

25. Середні споживчі ціни на товари (послуги). Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ct/sctp/Arch_sctp_u.htm

26. Індекси споживчих цін на товари та послуги (до попереднього місяця). Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2010/ct/is_c/arh_isc/arh_iscm10_u.html

27. Курс НБУ - USD (долар США). Ставки, індекси, тарифи. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/exchange/nbu/curr/usd/

28. Ціни на нафту еталонних марок (березень 2024). Ставки, індекси, тарифи. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/markets/oil/2024-03/

29. Кокарєв І. В. Основи економічної теорії. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2020. 100 с.

30. Ukrinform. Сергій Куюн, експерт паливного ринку. Укрінформ - актуальні новини України та світу. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3791368-sergij-kuun-ekspert-palivnogo-rinku.html

ДОДАТКИ

Додаток А

year	month	A-92	A-95	CPI	USD_exch_rate	oil_price_Brent
2017	January	23,19	23,97	102,8	26,69	55,64
2017	February	23,73	24,53	102,1	27,07	56,5
2017	March	23,75	24,58	100,0	27,16	56,34
2017	April	24,05	24,86	101,2	27,02	53,15
2017	May	24,24	25,08	100,9	26,56	51,5
2017	June	24,04	24,85	99,0	26,31	50,4
2017	July	23,81	24,62	98,9	26,02	49,57
2017	August	23,83	24,65	100,5	25,85	52,62
2017	September	24,35	25,16	102,9	25,69	52,76
2017	October	25,68	26,54	104,4	26,58	56,08
2017	November	26,61	27,47	103,3	26,86	60,47
2017	December	27,30	28,14	102,5	27,16	63,63
2018	January	28,58	29,43	104,4	27,89	66,59
2018	February	29,20	30,05	102,2	27,84	69,9
2018	March	28,50	29,33	97,5	26,81	64,26
2018	April	28,28	29,15	99,3	26,31	67,76
2018	May	28,34	29,34	100,8	26,2	73,24
2018	June	28,39	29,40	100,3	26,12	76,6
2018	July	28,24	29,26	99,7	26,33	77,32
2018	August	28,49	29,54	101,1	26,87	72,53
2018	September	30,09	31,17	105,4	28,25	78,01
2018	October	31,79	32,92	106,0	28,27	84,95
2018	November	31,12	32,28	98,7	28,12	75,46
2018	December	29,31	30,43	94,0	28,22	60,69
2019	January	27,58	28,69	93,9	27,6883	54,15
2019	February	27,29	28,38	98,0	27,741	61,9
2019	March	27,23	28,33	100,0	26,8592	65,55
2019	April	27,75	28,85	102,7	27,2091	69,57
2019	May	28,93	30,03	104,1	26,4927	70,44
2019	June	28,87	29,99	99,8	26,8547	60,75
2019	July	27,96	29,08	96,8	26,1779	66,58
2019	August	27,65	28,77	98,3	25,0208	61,02
2019	September	27,58	28,70	99,9	25,1441	58,61
2019	October	27,55	28,68	99,9	24,1975	60,78
2019	November	27,49	28,62	99,7	24,8191	60,2
2019	December	26,98	28,09	98,8	23,9723	62,47
2020	January	25,78	26,89	96,0	23,6862	66,15
2020	February	25,41	26,51	98,0	25,0294	54,31
2020	March	25,12	26,22	98,3	24,59	50,5
2020	April	22,84	23,91	91,0	27,6289	22,72

2020	May	20,85	21,88	91,4	26,9592	26,56
2020	June	20,79	21,91	102,1	26,8685	38,61
2020	July	21,49	22,62	103,4	26,6676	42,09
2020	August	22,11	23,22	102,8	27,6798	43,4
2020	September	22,24	23,36	100,6	27,5618	45,75
2020	October	22,41	23,54	100,8	28,3105	40,87
2020	November	23,12	24,27	103,1	28,4507	39,24
2020	December	23,82	24,96	102,5	28,4962	47,25
2021	January	24,52	25,66	102,3	28,2746	51,73
2021	February	26,07	27,19	107,3	28,1324	56,21
2021	March	27,54	28,65	105,7	27,9456	63,31
2021	April	27,73	28,73	100,8	27,8226	64,65
2021	May	28,16	29,14	101,0	27,733	66,82
2021	June	28,36	29,27	100,1	27,4674	70,63
2021	July	29,18	30,17	102,7	27,2275	75,61
2021	August	29,32	30,31	101,6	26,8168	75,31
2021	September	29,15	30,15	99,8	26,8928	71,31
2021	October	29,97	30,90	102,9	26,6175	79,24
2021	November	30,80	31,77	102,9	26,2767	84,55
2021	December	29,63	30,47	97,0	27,2142	68,94
2022	January	30,52	31,46	102,6	27,2782	78,41
2022	February	33,19	34,32	107,9	28,4555	89,29
2022	March	35,45	36,33	107,7	29,2549	107,65
2022	April	34,11	34,58	100,5	29,2549	104,45
2022	May	40,87	42,55	122,8	29,2549	106,97
2022	June	50,38	51,63	121,3	29,2549	115,9
2022	July	49,06	50,57	95,6	29,2549	111,44
2022	August	48,44	49,81	96,1	36,5686	99,93
2022	September	47,88	49,31	98,7	36,5686	92,17
2022	October	47,65	49,15	100,2	36,5686	88,86
2022	November	48,23	49,48	101,3	36,5686	94,5
2022	December	49,96	51,34	103,1	36,5686	87,05
2023	January	49,10	50,30	98,0	36,5686	85,91
2023	February	46,95	47,99	94,7	36,5686	83,22
2023	March	45,74	47,27	97,0	36,5686	84,34
2023	April	44,42	46,61	97,6	36,5686	84,92
2023	May	43,16	45,53	97,5	36,5686	79,44
2023	June	41,95	44,74	98,0	36,5686	74,31
2023	July	45,31	47,80	107,3	36,5686	74,89
2023	August	49,01	51,52	107,4	36,5686	84,89
2023	September	51,70	53,86	104,9	36,5686	88,71
2023	October	53,35	55,58	103,5	36,5686	90,48
2023	November	52,80	55,03	101,8	36,2812	84,99
2023	December	49,65	52,60	96,0	36,3535	79,12

2024	January	47,51	51,02	95,4	38,002	76,03
2024	February	47,56	51,01	99,5	37,5627	78,82
2024	March	48,97	52,28	102,7	38,0492	83,43

Додаток Б

```
# Підключення потрібних бібліотек
install.packages("forecast")
install.packages("Metrics")
install.packages("corrplot")
library(corrplot)
library(forecast)
library(Metrics)
library(ggplot2)
library(readxl)
library(lubridate)
# Зчитування файлу з даними
data <- read_excel("C:/Users/rozum/Desktop/study/диплом/data.xlsx")
head(data)
# Виведення пропущених значень
sum(is.na(data))
# Створення датафрейму для ggplot
data_long <- data.frame(
  Month = rep(1:nrow(data), 2),
  Price = c(data[["A-92"]], data[["A-95"]]),
  Type = rep(c("A-92", "A-95"), each = nrow(data))
)
# Побудова графіка порівняння цін на пальне А-92 та А-95
ggplot(data_long, aes(x = Month, y = Price, color = Type, group = Type)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Ціни на пальне А-92 та А-95 по місяцях (2017-2024)",
       x = "Рік", y = "Ціна (грн./л)") +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1)) +
  scale_x_continuous(breaks = seq(1, nrow(data), by = 12), labels = 2017:2024)
# Розрахунок кореляції між цінами на А-92 та А-95
```

```
correlation <- cor(data[["A-92"]], data[["A-95"]], use = "complete.obs")
print(paste("Кореляція між цінами на A-92 та A-95:", correlation))
# Фільтрація даних за період 2017-2024
data_filtered <- subset(data, year >= 2017 & year <= 2024)
# Проведення множинної лінійної регресії
model <- lm(`A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI, data = data_filtered)
# Виведення результатів моделі
summary(model)
# Перетворення назв місяців у фактор з правильним порядком
data$month <- factor(data$month, levels = c("January", "February", "March", "April", "May", "June", "July", "August", "September", "October", "November", "December"))
# Створення змінної з датами за допомогою lubridate
data_filtered$date <- ymd(paste(data_filtered$year, match(data_filtered$month, month.name), "01"))
# Перевірка, чи всі дати коректно створені
print(head(data_filtered$date))
# Побудова графіку для oil_price_Brent, USD_exch_rate, CPI і A-95 (порівняння цін)
ggplot(data_filtered, aes(x = date)) +
  geom_line(aes(y = oil_price_Brent, color = "oil_price_Brent")) +
  geom_line(aes(y = USD_exch_rate, color = "USD_exch_rate")) +
  geom_line(aes(y = CPI, color = "CPI")) +
  geom_line(aes(y = `A-95`, color = "A-95")) +
  labs(title = "Ціни A-95 та фактори (2017-2024)",
       x = "Дата",
       y = "Значення",
       color = "Показник") +
  theme_minimal() +
```

```
  scale_color_manual(values = c("oil_price_Brent" = "blue", "USD_exch_rate" = "green", "CPI" = "purple", "A-95" = "red")) +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))
# Фільтрація даних за період 2017 - квітень 2022
data_period1 <- subset(data, year >= 2017 & (year < 2022 | (year == 2022 & month %in% c("January", "February", "March", "April"))))
# Фільтрація даних за період травень 2022 - 2024
data_period2 <- subset(data, (year == 2022 & month %in% c("May", "June", "July", "August", "September", "October", "November", "December")) | year > 2022 & year <= 2024)
# Модель для періоду 2017 - квітень 2022
model_period1 <- lm(`A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI, data = data_period1)
# Модель для періоду травень 2022 - 2024
model_period2 <- lm(`A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI, data = data_period2)
# Виведення результатів моделей
summary(model_period1)
summary(model_period2)
# Створення змінної для пандемії (березень 2020 - початок 2022)
data$pandemic <- ifelse((data$year == 2020 & data$month >= 3) |
                        (data$year == 2021) |
                        (data$year == 2022 & data$month <= 2), 1, 0)
# Створення змінної для війни (з лютого 2022)
data$war <- ifelse(data$year > 2022 | (data$year == 2022 & data$month >= 2), 1, 0)
# Створення змінної для взаємодії пандемії та війни
data$pandemic_war_interaction <- data$pandemic * data$war
# Фільтрація даних за період 2017-2024
data_filtered <- subset(data, year >= 2017 & year <= 2024)
```

```
# Проведення множинної лінійної регресії з включенням змінних пандемії, війни та їх взаємодії
model_with_interactions <- lm(`A-95` ~ oil_price_Brent + USD_exch_rate + CPI + pandemic + war + pandemic_war_interaction, data = data_filtered)
# Виведення результатів моделі
summary(model_with_interactions)
#Перевірка кореляції між змінними
cor(data_filtered[, c("oil_price_Brent", "USD_exch_rate", "CPI", "pandemic", "war", "pandemic_war_interaction")])
# Перетворення у часові ряди
data_ts_A95 <- ts(data[,c("A-95")], start = c(2017, 1), frequency = 12)
# Перевірка відсутніх значень
sum(is.na(data))
# Побудова моделі ARIMA
arima_model_A95 <- auto.arima(data_ts_A95)
# Побудова прогнозу для А-95
forecast_arima_A95 <- forecast(arima_model_A95, h = 12)
# Виведення прогнозу
plot(forecast_arima_A95, main = "Прогноз цін на пальне А-95", xlab = "Рік", ylab = "Ціна")
# Обчислення критеріїв точності
actual_values <- window(data_ts_A95, start = c(2023, 4)) #наприклад, останні 12 місяців
# Перевіряємо, чи прогнозовані та фактичні значення мають однакову довжину
forecast_values <- forecast_arima_A95$mean
actual_values <- actual_values[1:length(forecast_values)]
# MAD (Середнє абсолютне відхилення)
mad_value <- mean(abs(forecast_values - actual_values))
# MSE (Середній квадрат помилки)
```

```
mse_value <- mean((forecast_values - actual_values)^2)
# RMSE (Корінь з середнього квадрата помилки)
rmse_value <- sqrt(mse_value)
# MAE (Середня абсолютна помилка)
mae_value <- mae(actual_values, forecast_values)
# MAPE (Середня відсоткова похибка)
mape_value <- mean(abs((actual_values - forecast_values) / actual_values)) *
100
# Теєлова U-статистика
numerator <- sqrt(mean((forecast_values - actual_values)^2))
denominator <- sqrt(mean(actual_values^2)) + sqrt(mean(forecast_values^2))
u_statistic <- numerator / denominator
# Виведення результатів
cat("MAD: ", mad_value, "\n")
cat("MSE: ", mse_value, "\n")
cat("RMSE: ", rmse_value, "\n")
cat("MAE: ", mae_value, "\n")
cat("MAPE: ", mape_value, "\n")
cat("Теєлова U-статистика: ", u_statistic, "\n")
```

метадані

Заголовок
Вончул_Притоманова_плагіат

Автор **Вончул**
Науковий керівник / Експерт **Притоманова**

підрозділ
кафедра математичного моделювання та статистики

Тривога

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

Заміна букв	ß	1
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	·	0
Білі знаки	ß	0
Парафрази (SmartMarks)	a	48

Обсяг знайдених подібностей

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

9.46% 9.46% КП 1

6.05% 6.05% КП 2

3.71% 3.71% КЦ

25
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

9983
Кількість слів

70848
Кількість символів

Подібності за списком джерел

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

10 найдовших фраз — Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/dpst_2018.pdf	77	0.77 %
2	https://operkor.wordpress.com/2024/03/13/%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA-%D1%87%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D1%96-%D1%89%D0%BE-%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%8F-%D0%B7%D0%B0/	73	0.73 %
3	https://my.ua/news/cluster/2024-05-22-tochka-opory-kak-rabotaet-rynok-goriuchego-v-2024-godu/a4bcccb8-4675-ef30-ee34-f6eaf622e0d4	64	0.64 %
4	https://rukh.news/cziny-na-palne-yak-vony-zminylysya-u-2023-roczi/	59	0.59 %

5	https://my.ua/news/cluster/2024-05-22-tochka-opory-kak-rabotaet-rynok-goriuchego-v-2024-godu/a4bcccb8-4675-ef30-ee34-f6eaf622e0d4	59	0.59 %
6	https://my.ua/news/cluster/2024-05-22-tochka-opory-kak-rabotaet-rynok-goriuchego-v-2024-godu/a4bcccb8-4675-ef30-ee34-f6eaf622e0d4	56	0.56 %
7	http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/dpst_2018.pdf	52	0.52 %
8	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/7a0d34d6-6280-4ea1-8fc7-83804e7ab253/download	49	0.49 %
9	http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/dpst_2018.pdf	47	0.47 %
10	https://rukh.news/cziny-na-palne-yak-vony-zminylysya-u-2023-roczi/	35	0.35 %

з бази даних RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з домашньої бази даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з програми обміну базами даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з Інтернету (9.46 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	**https://my.ua/news/cluster/2024-05-22-tochka-opory-kak-rabotaet-rynok-goriuchego-v-2024-godu/a4bcccb8-4675-ef30-ee34-f6eaf622e0d4**	**303 (10)**	**3.04 %**
2	**http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/dpst_2018.pdf**	**221 (7)**	**2.21 %**
3	**https://operkor.wordpress.com/2024/03/13/%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA-%D1%87%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D1%96-%D1%89%D0%BE-%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%8F-%D0%B7%D0%B0/**	**119 (4)**	**1.19 %**
4	**https://rukh.news/cziny-na-palne-yak-vony-zminylysya-u-2023-roczi/**	**94 (2)**	**0.94 %**
5	**https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/7a0d34d6-6280-4ea1-8fc7-83804e7ab253/download**	**58 (2)**	**0.58 %**
6	https://docplayer.net/72003581-Analiz-chasovih-ryadiv-pobudova-arima-arch-garch-modeley-z-vikoristannyam-paketa-e-views-6-0.html	51 (4)	0.51 %
7	https://www.novsan-rada.gov.ua/news/2880/	42 (3)	0.42 %
8	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/17e95b4b-43f9-4b74-ad92-01f5f746648b/download	20 (2)	0.20 %
9	https://kneu.edu.ua/userfiles/Department_of_Administration_and_Marketing_Personn/Kafedra+marketingu+%25D1%2596m_+A_F_Pavlenka%202019/Blank_tytul_KBR_2020_zrazok(1).docx	13 (1)	0.13 %
10	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/43414356-20b6-4998-a15f-f537153222d7/content	12 (2)	0.12 %
11	http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/ct/isc/posibnyk.pdf	6 (1)	0.06 %
12	https://my.ua/news/cluster/2024-05-22-v-ukrayini-pochala-uspishno-diiati-nova-skhema-postachannia-paliva-bez-rosiyi-ta-bilorusi-eksperti	5 (1)	0.05 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)