

**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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**на тему «Економетричний аналіз впливу інфляції на макроекономічну
стабільність США»**

здобувача Зозуліної Карини Вікторівни
(ПІБ)

(підпис)

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук,
професор Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

(підпис)

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

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

(підпис)

Київ 2025

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

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

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»

Спеціальність 051 «Економіка»

ПОГОДЖЕНО

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

(підпис)

2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри математичного
моделювання та статистики
Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

(підпис)

2025 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувача вищої освіти

Зозуліної Карини Вікторівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

очної (денної) форми здобуття освіти

на підготовку кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему

«Економетричний аналіз впливу інфляції на макроекономічну стабільність США»

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

**Кваліфікаційна бакалаврська робота виконується на матеріалах офіційних сайтів
Федеральної резервної системи США (<https://www.federalreserve.gov/>), Бюро економічного
аналізу США (<https://www.bea.gov/>), Бюро трудової статистики США (<https://www.bls.gov/>)**

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Теоретичні аспекти аналізу впливу інфляції на макроекономічну стабільність
Розділ 2	Застосування економетричних методів для аналізу впливу інфляції на макроекономічну стабільність США

Об'єкт дослідження:	Процес впливу інфляції на макроекономічну стабільність США.
Предмет дослідження:	Економетричні методи оцінювання взаємозв'язку між інфляцією та макроекономічними змінними США.
Мета виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи:	Аналіз взаємозв'язку між рівнем інфляції та макроекономічною стабільністю США на основі економетричних методів, визначення основних факторів впливу та оцінка економічних наслідків.

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

У розділі 1: 1) Проаналізувати основні теоретичні аспекти інфляції та макроекономічної стабільності. 2) Визначити ключові показники, що характеризують макроекономічну стабільність. 3) Розглянути економетричні підходи до аналізу взаємозв'язку між інфляцією та макроекономічними змінними.

У розділі 2: 1) Зібрати та підготувати статистичні дані щодо CPI, Mortgage, Unemployment Rate, NASDAQ, Disposable Income та Personal Savings; виконати описову статистику та кореляційний аналіз між змінними. 2) Побудувати економетричні моделі впливу інфляції на макроекономічні змінні; визначити основні макроекономічні фактори, що впливають на рівень інфляції в США; оцінити статистичну значущість змінних та перевірити модель на адекватність (тести Дарбіна-Уотсона, тест Вальда, аналіз залишків). 3) Інтерпретувати отримані результати економетричного аналізу; надати висновки щодо впливу інфляції на макроекономічну стабільність та рекомендації щодо можливих заходів економічної політики.

Завдання підготував
науковий керівник

(підпис) Галина, Великоіваненко
(ім'я, прізвище)
«__» _____ 2025 р.

Завдання одержав
здобувач

(підпис) Карина, Зозуліна
(ім'я, прізвище)
«__» _____ 2025 р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку використаних джерел, що містить 35 найменувань на 3 сторінках, та 1 додатка на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінку друкованого тексту, з яких 55 сторінок основної частини. Робота містить 24 рисунки та 19 таблиць.

«Економетричний аналіз впливу інфляції на макроекономічну стабільність США»

Об'єктом дослідження є процес впливу інфляції на макроекономічну стабільність США.

Предметом дослідження є економетричні методи оцінювання взаємозв'язку між інфляцією та макроекономічними змінними США.

Метою дослідження є детальний аналіз взаємозв'язку між рівнем інфляції та макроекономічною стабільністю США з використанням сучасних економетричних методів, визначення основних факторів впливу та оцінка економічних наслідків. Відповідно до поставленої мети визначені такі *завдання*: здійснити теоретичний аналіз сутності інфляції і макроекономічної стабільності; вивчити основні індикатори стабільності та економетричні методи дослідження макроекономічних процесів; провести збір і підготовку статистичних даних, виконати описову статистику і кореляційний аналіз для виявлення первинних взаємозв'язків; побудувати економетричні моделі, що демонструють вплив інфляції на макроекономічні змінні; проаналізувати отримані результати і сформулювати висновки щодо ролі інфляції у забезпеченні макроекономічної стабільності США.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Отримані результати мають як теоретичну, так і прикладну цінність, оскільки дозволяють по-новому осмислити природу інфляційного впливу в умовах зрілої економіки США. З теоретичного боку робота поглиблює розуміння взаємозв'язку CPI з макропоказниками, демонструючи, що ці зв'язки можуть бути не лише лінійними, а й мати складну, асиметричну структуру, зокрема в рамках MLE-моделі. У методичному вимірі дослідження підкреслює важливість поєднання різних економетричних підходів — лінійного, динамічного та нелінійного — для виявлення повної картини економічної поведінки. Практично це відкриває можливості для точнішого прогнозування та коригування макрополітики, дозволяючи адаптувати інструменти впливу на інфляцію, ринок праці та споживчу активність до реального економічного контексту.

Рік виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи – 2025.

Рік захисту роботи – 2025.

Ключові слова: інфляція, макроекономічні показники, доходи населення, рівень безробіття, іпотечні ставки, споживчі витрати, фондовий ринок.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»
навчально-наукового інституту
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
Зозуліної Карини Вікторівни
на тему **«Економетричний аналіз впливу інфляції на макроекономічну
стабільність США»**

1. Актуальність теми: дослідження інфляційних процесів та їхнього впливу на макроекономічну стабільність держави посідають одне з центральних місць у сучасній економічній науці, що зумовлено глобальними економічними викликами та нестабільністю сьогодення.

2. Позитивні риси кваліфікаційної бакалаврської роботи: ґрунтовне розуміння автором теоретичних аспектів взаємозв'язку інфляційних процесів та макроекономічної стабільності держави, а також робота з даними та проведені розрахунки в середовищі R Studio підтверджують володіння автором відповідним інструментарієм, аналітичним мисленням та навичками роботи з бібліографічними та інформаційними джерелами.

3. Наявність самостійних розробок автора: вибір теми, збір інформаційної бази та виконання кваліфікаційної роботи здійснені здобувачкою повністю самостійно. Автором застосовано три підходи до побудови моделей (OLS, ARIMAX, MLE), що дозволило порівняти як лінійні, так і складні нелінійні взаємозв'язки.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій: полягає у виявленні структурних відмінностей між оцінками моделей та ролі CPI у динаміці основних економічних індикаторів США, що може бути використано для вдосконалення макроекономічної політики в контексті інфляційних викликів.

5. Наявність недоліків: у роботі варто було б більш детально інтерпретувати параметри моделі MLE для всіх змінних, зокрема, на прикладі фондового ринку, де спостерігаються технічні складнощі з p-value, а також розширити практичні рекомендації щодо застосування результатів для прогнозування.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи та її допущення до захисту перед ЕК: Зважаючи на те, що тема кваліфікаційної бакалаврської роботи Зозуліної Карини Вікторівни є актуальною, проведене дослідження є завершеним та самостійним, відповідає поставленій меті, вважаю, що кваліфікаційна бакалаврська робота Зозуліної К.В. на тему «Економетричний аналіз впливу інфляції на макроекономічну стабільність США» може бути допущена до захисту перед ЕК і заслуговує високої оцінки.

Науковий керівник: завідувач кафедри
математичного моделювання та статистики,
кандидат фізико-математичних наук, професор _____ Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

«___» _____ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ ІНФЛЯЦІЇ ТА МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ	7
1.1 Сутність понять інфляції та макроекономічної стабільності	7
1.2 Індикатори макроекономічної стабільності	15
1.3 Економетричні підходи до аналізу макроекономічних процесів	23
РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ІНФЛЯЦІЇ НА МАКРОЕКОНОМІЧНУ СТАБІЛЬНІСТЬ США	27
2.1 Описова статистика та кореляційний аналіз даних	27
2.2 Побудова та оцінка економетричних моделей впливу інфляції на макроекономічні змінні	35
2.3 Інтерпретація результатів впливу інфляції на макроекономічну стабільність	50
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Інфляція та її вплив на макроекономічну стабільність є центральною проблемою в сучасній економічній науці. Вона безпосередньо впливає на рівень життя населення, ефективність економічної політики та стійкість національної економіки до кризових явищ. На прикладі Сполучених Штатів Америки, де економіка є однією з найпотужніших у світі, можна побачити що аналіз динаміки процесів інфляції має особливе значення для розуміння глобальних макроекономічних тенденцій та механізмів адаптації до структурних змін. За допомогою вивчення хвиль інфляції в США, ми можемо краще зрозуміти ці явища та виявити моделі, які можна застосувати до економік інших країн.

В середині XX століття економіст Чарльз Шульце наголошував на складній природі інфляції в США, вказуючи на поєднання як попиту, так і витратних факторів у формуванні поступової («повзучої») інфляції. У своєму аналізі інфляції 1950-х років Шульце показав, що навіть якщо продуктивність зростає на 4%, то у деяких галузях відбувається зростання цін, що свідчить про вплив «cost-push» факторів. Основна ідея полягала в тому, що внутрішні зрушення в структурі попиту — зокрема перехід від галузей з високою продуктивністю до тих, що характеризуються низькою продуктивністю, — могли мати інфляційний ефект через зниження середнього рівня продуктивності в економіці. Ці висновки залишаються актуальними й сьогодні, адже у XXI столітті американська економіка знову стикається з проблемами структурної трансформації, пов'язаної з технологічними змінами, цифровізацією та змінами на ринку праці. [1, с. 3–7]

Поглиблення інфляційних процесів у США супроводжувалося послабленням традиційних ринкових механізмів корекції, що ускладнювало досягнення макроекономічної рівноваги. На думку економістів, таких як А. Аклі, інституційна жорсткість заробітної плати та цін, політика «markup pricing» у великих корпораціях і суб'єктивний характер ухвалення рішень фірмами є тими чинниками, що підтримують інфляційний тиск навіть за умов високого рівня безробіття.

Відповідно, класичний поділ інфляції на «demand-pull» та «cost-push» моделі втрачає аналітичну чіткість, коли в економіці одночасно діють кілька різноспрямованих факторів. Така багатofакторність вимагає гнучкого й комплексного підходу до аналізу інфляційної динаміки, що передбачає використання сучасних методів кількісного аналізу, зокрема економетричного моделювання. [2, с. 32–39]

У свою чергу, М. Бернштейн у своїй роботі підкреслює, що з 1970-х років США почали демонструвати ознаки тривалої втрати економічної динаміки, що, на його думку, є результатом не лише короткострокових циклічних коливань, а й глибших структурних проблем у механізмах капіталістичної економіки. У цьому контексті інфляція стає не просто макроекономічною змінною, а симптомом складніших змін — трансформації економічних інститутів, зростання нерівності, зниження довіри до ефективності державної політики. Виявлення таких глибинних чинників є ключем до розуміння природи інфляційної нестабільності й формування довгострокової економічної стратегії.

На цьому тлі тема впливу інфляції на макроекономічну стабільність США є вкрай актуальною як для розвитку економічної науки, так і для формування ефективної економічної політики в Україні. Зважаючи на значний досвід США у сфері монетарного регулювання, дослідження їхніх інфляційних процесів та реакції на них дозволяє виявити дієві механізми стримування інфляції, які можуть бути адаптовані до національних умов.

Особливої актуальності ця тема набуває в умовах сучасних глобальних викликів — пандемії, воєн, енергетичних шоків — які значно ускладнили контроль за цінами навіть у розвинених економіках. Аналіз реакції американської економіки на такі шоки дає змогу краще зрозуміти межі втручання держави та ефективність антикризових заходів.

Метою цієї роботи є детальний аналіз взаємозв'язку між рівнем інфляції та макроекономічною стабільністю США з використанням сучасних економетричних методів. Особлива увага приділяється виявленню основних чинників, які формують інфляційний тиск, а також оцінці їх впливу на загальну стійкість економіки. Такий

підхід дає змогу не тільки кількісно зафіксувати залежності, а й створити надійний інструментарій для прогнозування інфляції та розробки ефективних заходів економічної політики.

Об'єктом дослідження є процес впливу інфляції на макроекономічну стабільність у США. Аналіз дозволяє краще зрозуміти, як зміни рівня цін впливають на розвиток економіки, соціальні умови та політичні рішення. Вивчення цих взаємозв'язків є надзвичайно важливим для формування збалансованої та стійкої моделі економічного розвитку.

Предметом дослідження виступають економетричні методи оцінки взаємозв'язку між інфляцією та основними макроекономічними змінними США. Застосування цих методів дозволяє кількісно визначити ступінь впливу інфляції на економічні процеси, виявити статистично значущі зв'язки та впорядкувати інформацію для подальшого використання в аналізі та практиці. Такий комплексний підхід дає змогу отримати цілісну картину економічних процесів і підвищити ефективність макроекономічного регулювання на основі достовірних даних.

Щоб досягти поставленої мети, у роботі розглядаються такі завдання: здійснити теоретичний аналіз сутності інфляції і макроекономічної стабільності; вивчити основні індикатори стабільності та економетричні методи дослідження макроекономічних процесів; провести збір і підготовку статистичних даних, виконати описову статистику і кореляційний аналіз для виявлення первинних взаємозв'язків; побудувати економетричні моделі, що демонструють вплив інфляції на макроекономічні змінні; проаналізувати отримані результати і сформулювати висновки щодо ролі інфляції у забезпеченні макроекономічної стабільності США.

Теоретична значущість результатів полягає в розширенні наукового розуміння взаємозв'язку між інфляційними процесами та макроекономічною стабільністю в умовах сучасної економіки. Методична значущість полягає в апробації підходів до економетричного моделювання складних макроекономічних взаємозв'язків.

Практична цінність роботи полягає в можливості застосування отриманих результатів у процесі формування економічної політики не лише в США, але й у країнах з трансформаційною економікою, зокрема в Україні. Рекомендації, сформульовані на основі результатів дослідження, можуть бути використані для підвищення ефективності інфляційного таргетування, поліпшення фіскальної дисципліни та розробки механізмів забезпечення економічної рівноваги.

Інформаційною базою дослідження є статистичні та аналітичні матеріали міжнародних економічних інституцій, а також наукові праці провідних західних економістів, присвячені інфляційним процесам у США.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ ІНФЛЯЦІЇ ТА МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ

1.1 Сутність понять інфляції та макроекономічної стабільності

У періоди економічної нестабільності, наприклад під час війн, енергетичних криз чи глобальних катастроф, спостерігається значне зростання цін. Проте зростання цін, зумовлене надзвичайними обставинами, не завжди слід однозначно класифікувати як інфляцію. Як показує аналіз економічних процесів, що розгорталися, наприклад, після початку Корейської війни у 1950 році або нафтової кризи 1973 року, ціновий тиск іноді перевищував рівень, що міг би бути зумовлений лише дефіцитом товарів. Це свідчить про те, що в окремих випадках до підвищення цін могли долучатися додаткові — власне інфляційні — чинники, пов'язані з очікуваннями, політичними рішеннями чи монетарною політикою. [3, с.20]

У науковій літературі інфляція трактується як тривале і загальне зростання цін на товари та послуги, що призводить до зниження купівельної спроможності грошей. Найчастіше її вимірюють за допомогою індексу споживчих цін (CPI), індексу цін виробників (ІЦВ) або дефлятора ВВП. З формальної точки зору, інфляція описується як відсоткова зміна рівня цін між двома періодами:

$$\pi_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} 100\%, \quad (1.1)$$

де: P_t — загальний рівень цін у поточному періоді,

P_{t-1} — у попередньому.

Однак саме визначення інфляції іноді викликає суперечки. Наприклад, у Німеччині інфляцію часто пов'язують із значним і тривалим знеціненням грошей, на зразок гіперінфляції 1923 року, і тому термін вживається з обережністю. У США ж навіть помірне зростання цін (2% на рік) вважається інфляцією, якщо воно запускає механізм ланцюгових змін — підвищення зарплат, цін на ресурси,

транспорт тощо, що врешті-решт посилює загальне цінове зростання. Це явище описане в літературі як «зарплатно-цінова спіраль». [4, с.97-111]

У макроекономічній теорії інфляцію класифікують за різними критеріями, що дозволяє глибше зрозуміти її природу, механізми виникнення та вплив на економічну стабільність. Одним із найпоширеніших методів класифікації інфляції є темпи зростання цін. Цей метод визначає, наскільки сильно темп впливає на економіку. Якщо інфляція залишається нижче 10% на рік, то вона вважається помірною або повзучою — така динаміка не руйнує макроекономічний баланс і дозволяє компаніям та громадянам поступово адаптуватися до цінових змін. Однак, якщо показник зростає до 10-100%, то це є галопуюча інфляція, яка різко збільшує невизначеність, знижує купівельну спроможність і сильно ускладнює довгострокове планування. Найнебезпечнішим варіантом є гіперінфляція — коли ціни стрімко зростають на сотні відсотків щороку або навіть щомісяця. У таких умовах гроші втрачають функцію збереження вартості, довіра до валюти зникає, а вся економічна система опиняється на межі краху — як це трапилося у Веймарській Німеччині чи у Зімбабве. Ще одним критерієм є характер прояву інфляційного процесу: відкрита інфляція супроводжується офіційним зростанням цін, яке можна фіксувати через статистичні показники, тоді як прихована або пригнічена інфляція більш характерна для адміністративно-командних економік, де формально ціни залишаються стабільними, але через дефіцит товарів виникає «чорний ринок» з неофіційно завищеними цінами. Важливим аспектом розуміння інфляції є також її класифікація за причинами виникнення: інфляція попиту з'являється тоді, коли сукупний попит перевищує сукупну пропозицію, що може бути наслідком надмірних державних витрат, активного споживання, зростання експорту або кредитної експансії, зміщує криву сукупного попиту вправо ($AD_1 \rightarrow AD_2 \rightarrow AD_3$) і веде до поступового підвищення цін ($P_1 \rightarrow P_3$) при незначному зростанні ВВП ($Q_1 \rightarrow Q_2$), як це показано на рис. 1.1

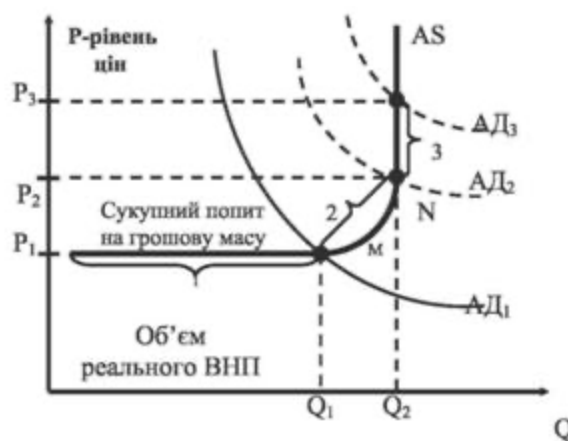


Рисунок 1.1 – Механізм формування інфляції попиту

Джерело: [5]

Інфляція витрат виникає через зростання виробничих витрат, включаючи заробітну плату, енергоносії та сировину, що спричиняє зростання цін навіть при стабільному попиті. Це призводить до зсуву кривої сукупної пропозиції вліво ($AS_1 \rightarrow AS_2$), що спричиняє зростання загального рівня цін ($P_1 \rightarrow P_2$) і зменшення обсягів виробництва ($Q_2 \rightarrow Q_1$), як показано на рис. 1.2. Структурна інфляція є результатом диспропорцій у розвитку окремих секторів економіки, наприклад, між аграрним і промисловим виробництвом, що ускладнює збалансоване функціонування господарства; імпортована інфляція пов'язана з підвищенням цін на імпортні товари або зі змінами валютного курсу, і яскравим прикладом цього явища є нафтові шоки, коли зростання цін на нафту на світових ринках провокує інфляцію в країнах-імпортерах енергоносіїв. [6, с.121-126]

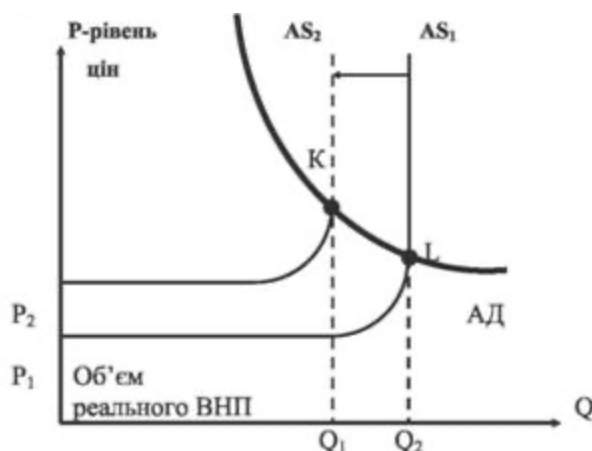


Рисунок 1.2 – Механізм формування інфляції витрат

Джерело: [5]

Розуміння причин інфляції є важливим для ефективної макроекономічної політики. На практиці інфляційні процеси часто мають комбінований характер, коли інфляція попиту поєднується зі зростанням витрат або негативними зовнішніми шоками. Наприклад, у 1973 році нафтове ембарго арабських країн спричинило стрибок цін, однак багато економістів вказували, що реальне підвищення цін вийшло за межі простого ефекту дефіциту нафти — активізувались вторинні фактори: очікування, зростання зарплат, політична нестабільність.

Такі приклади підтверджують, що інфляція є багатовимірним явищем, яке може бути як наслідком ринкової динаміки, так і результатом політичних рішень або зовнішніх обставин. Успішна боротьба з інфляцією неможлива без точного діагностування її джерел — саме тому вивчення типів і причин інфляції займає центральне місце в економетричному аналізі. [7, с.21-24]

Інфляція — це не просто макроекономічний показник, а явище, яке безпосередньо впливає на щоденне життя людей, змінює логіку ведення бізнесу та формує загальну траєкторію економічного розвитку. Її вплив складний і багатовимірний — усе залежить від того, наскільки вона інтенсивна, як довго триває, які саме чинники її провокують і як на це реагують держава та економічні суб'єкти. Особливо чутливою сферою, яка першою відчуває наслідки зростання цін, є доходи населення. Реальна купівельна спроможність знижується, а це найбільше б'є по тих, чий дохід не індексується або змінюється повільно. У таких умовах навіть помірна інфляція поступово з'їдає можливості домогосподарств, особливо соціально вразливих груп, що в результаті посилює нерівність і соціальне напруження. У короткостроковій перспективі бізнес ще може якийсь час вигравати завдяки грошовій ілюзії — стримуючи витрати на зарплати, коли ціни вже зростають. Але з часом така модель починає працювати проти самої економіки: падає мотивація працювати продуктивно, споживання скорочується, а темпи зростання починають сповільнюватися.

Крім впливу на рівень доходів, інфляція фактично змінює саму логіку розподілу ресурсів в економіці. Одні в плюсі — наприклад, боржники, які повертають кредити вже знеціненими грошима, або ті, хто володіє активами, що

зростають у ціні разом із загальним рівнем інфляції. Інші — як-от кредитори, працівники на фіксованих окладах чи пенсіонери — опиняються в гіршій ситуації, особливо якщо немає чітко працюючої системи індексації доходів. Це підриває відчуття економічної справедливості, змушує переглядати попередні домовленості та знижує довіру до довгострокових фінансових зобов'язань. Бізнес в умовах нестабільності стикається з додатковими ризиками: змінюються витрати, важко прогнозувати прибуток і складніше ухвалювати інвестиційні рішення. Постійна необхідність переглядати ціни лише посилює інфляційний тиск, навіть тоді, коли первинні причини зростання цін уже втрачають актуальність. Втрата впевненості в стабільності середовища змушує компанії скорочувати горизонт планування, а інвесторів — уникати довгострокових проєктів.

Питання про те, як інфляція впливає на довготривалий економічний розвиток, не має однозначної відповіді й досі залишається предметом теоретичних дискусій. Структуралісти, особливо в країнах, що розвиваються, вважають, що помірна інфляція може бути корисною — вона стимулює попит, активізує інвестиції й може сприяти розвитку виробництва. Монетаристи ж, навпаки, підкреслюють ризики надмірного розширення грошової маси та вважають, що саме цінова стабільність є ключовою умовою для довгострокового зростання. Усе це свідчить про те, що ставлення до інфляції залежить від економічного контексту, але в будь-якому разі надто високі темпи зростання цін є загрозою для сталого розвитку, стабільності інститутів і добробуту населення. [8, с. 125–130]

Практика багатьох країн чітко засвідчує: коли інфляція виходить з-під контролю, наслідки відчуваються не лише в економіці, а й у суспільному житті. Надмірне зростання цін підриває довіру до фінансових інститутів, ускладнює ухвалення інвестиційних рішень і створює ризики для загальної фінансової стабільності. У соціальному плані інфляція — особливо коли вона набуває високих темпів або переходить у фазу гіперінфляції — стає серйозним джерелом напруги. Вона загострює існуючу нерівність, посилює невдоволення серед населення й часто провокує протестні настрої. У таких умовах слабне довіра до влади, а віра в її здатність ефективно керувати економікою та виконувати соціальні обіцянки

поступово зникає. Приклади Веймарської Німеччини або сучасної Венесуели чітко показують, що затримка з реакцією на інфляційні ризики часто переростає в масштабну економічну та політичну кризу, наслідки якої країна змушена долати протягом тривалого часу. [9, с. 18–22]

Макроекономічна стабільність є ключовим елементом державного управління, оскільки саме вона формує основу для стійкого економічного зростання, стабільної зайнятості, контрольованої інфляції та збалансованих зовнішньоекономічних відносин. Її присутність дозволяє сформувати передбачуване середовище, де економічні агенти — від пересічного споживача до великого інвестора — можуть ухвалювати виважені рішення, розраховувати на відносну стабільність умов і менше залежати від непередбачуваних макрошоків. Ідеться не про досягнення повної економічної «тиші», а радше про здатність системи адаптуватися до змін без суттєвих втрат для її учасників. Одним із ключових проявів цієї стабільності є помірна та передбачувана динаміка цін. Надто швидке зростання інфляції чи падіння цін (дефляція) можуть викликати перекоси в поведінці споживачів і бізнесу: перші втрачають купівельну спроможність або відкладають витрати, другі — втрачають стимули до інвестування та розвитку. Саме тому контроль над загальним рівнем цін є одним із пріоритетів у макроекономічній політиці. Індекс споживчих цін (CPI) виконує роль ключового індикатора, на основі якого держава оцінює ефективність цінової політики та вчасно реагує на небажані тенденції. Практика провідних економік світу, зокрема позиція Deutsche Bundesbank, показує, що незначне зростання CPI, у межах близько 1% на рік, вважається нормальним і не несе в собі загрози стабільності. У таких умовах економіка зберігає динаміку без ризику розбалансування, а довіра до державної політики залишається на високому рівні. [10, с. 23–25]

Ще один важливий складник макроекономічної стабільності — повна зайнятість. Коли кожен, хто має бажання та можливість працювати, може знайти роботу відповідно до своїх навичок. Навіть за сприятливої економічної ситуації повністю уникнути безробіття неможливо — завжди буде певна частка людей, які тимчасово шукають нову роботу або змінюють професію через технологічні

зрушення. Це так зване природне безробіття, яке є нормальним явищем і не несе загрози стабільності — навпаки, воно свідчить про гнучкість ринку праці. Рациональне використання людського капіталу залишається критично важливим чинником макроекономічної рівноваги. Паралельно з цим, зовнішньоекономічна збалансованість є не менш важливою: вона показує, наскільки країна здатна підтримувати стійкі торговельні та фінансові зв'язки із зовнішнім світом, що прямо впливає на національну стабільність. Це стабільність торговельного балансу, платіжного балансу та курсу валюти. Якщо ці показники збалансовані, економіка працює стабільніше і дає змогу планувати розвиток без раптових криз. [11, с. 84–85]

Збалансований торговельний баланс свідчить про те, що країна не накопичує надмірних боргових зобов'язань через постійний дефіцит імпорту над експортом, а економіка має достатній рівень конкурентоспроможності для підтримки стабільних валютних резервів. Відхилення від допустимих меж торговельного балансу може спричинити ризики девальвації національної валюти, зростання зовнішньої заборгованості та втрату довіри до фінансової системи. Фінансова стабільність — це фундамент макроекономічної рівноваги, без якого неможливе стале зростання. Йдеться не лише про технічні показники, а передусім про довіру до банківської системи, контрольовану динаміку державного боргу та виважену монетарну політику, здатну гнучко реагувати на виклики без створення додаткового дисбалансу. Стабільність валютного курсу безпосередньо впливає на привабливість країни для інвесторів і формує ціни імпортованих товарів. Особливо важливою є передбачуваність процентних ставок, адже саме вони визначають вартість капіталу для бізнесу та домогосподарств. Надмірні коливання ставок знижують інвестиційну активність і створюють додаткові ризики для зростання економіки. Водночас високі ставки стримують інвестиції і споживання, а низькі можуть призвести до надмірного боргового навантаження і посилення інфляційних загроз. Фіскальна збалансованість — це підтримка такого співвідношення між державними доходами і видатками, що не спричиняє суттєвого дефіциту бюджету чи неконтрольованого зростання боргу. Тільки гармонійна взаємодія цих чинників формує міцний каркас

макроекономічної стабільності. Вона закладає основу для сталого економічного зростання та ухвалення рішень, що не реагують на кризу, а випереджають її. [12, с. 30-32]

Лише злагоджена дія всіх ключових елементів забезпечує реальну макроекономічну стабільність — ту, що формує передбачуване, зрозуміле для бізнесу й суспільства середовище, в якому економіка може не просто функціонувати, а розвиватися. У цьому прикладі інфляція є одним із чутливих індикаторів загального балансу: помірне зростання цін у межах 2–4% на рік ще допускає адаптацію, тоді як надмірна інфляція або дефляція сигналізують про глибший дисбаланс, що загрожує сталому розвитку. Основне завдання макроекономічної політики — підтримувати цінову стабільність, не створюючи при цьому конфлікту з іншими важливими цілями, зокрема повною зайнятістю. Ціль цінової стабільності традиційно вважається пріоритетом центральних банків, проте існують різні погляди щодо її важливості у порівнянні з іншими завданнями. Проблема полягає в тому, що досягнення стабільного рівня цін може суперечити цілі зниження безробіття. Часто для приборкання інфляції підвищують процентні ставки, що може викликати уповільнення економіки й скорочення зайнятості. Серед основних негативних наслідків інфляції — її вплив на розподіл доходів. Найбільших втрат зазнають отримувачі фіксованих виплат: пенсіонери, держслужбовці, вкладники, чиї доходи індексуються із запізненням або взагалі не адаптовані до темпів зростання цін. У той час як заробітна плата коригується поступово, пенсії часто залишаються на попередньому рівні тривалий час, що призводить до істотного зниження їх реальної вартості [13, с. 14–16].

Інфляція також впливає на перерозподіл ресурсів між боржниками та кредиторами. Вигідніше за все у цьому процесі опиняються ті, хто має непогашені боргові зобов'язання, адже реальна вартість їхніх боргів зменшується. Натомість кредитори, особливо власники активів з фіксованою доходністю, можуть зазнавати збитків, якщо інфляційні ризики не були враховані заздалегідь при встановленні процентних ставок. В окремих випадках інфляційні очікування самі по собі стають джерелом додаткового попиту, що сприяє подальшому зростанню цін і посиленню

інфляційної інерції. Очікування підвищення цін спонукають споживачів і бізнес до випереджальних дій — активних покупок і інвестицій наперед, що підсилює інфляційний тиск. Яскравим прикладом такої динаміки є ринок нерухомості в Німеччині, де очікування зростання вартості стимулювали ажіотажне будівництво та масове придбання житла. [14, с. 39–41].

Антиінфляційна політика має враховувати не тільки реальний рівень інфляції, а й очікування населення та бізнесу. Це особливо важливо в умовах низьких базових ставок, які панували після фінансової кризи в розвинених країнах, коли традиційні монетарні інструменти стають менш ефективними. У таких випадках центральні банки змушені застосовувати нетрадиційні заходи — кількісне пом'якшення, управління очікуваннями та свідоме “перегрівання” цін, що дозволяє компенсувати тривалу динаміку дефляцій шляхом стимулюючої політики у майбутньому. Отже, інфляція — це не просто ознака монетарної нестабільності, а глибокий структурний процес, який впливає на рівень життя, фінансову поведінку та довгострокову макроекономічну рівновагу. Основне завдання державної політики полягає у підтриманні стабільного цінового середовища, не завдаючи шкоди іншим важливим макроекономічним пріоритетам. [15, с. 95–96].

1.2 Індикатори макроекономічної стабільності

Оцінка макроекономічної стабільності неможлива без аналізу ключових індикаторів, що відображають загальні тенденції розвитку національної економіки та дають змогу своєчасно виявляти потенційні дисбаланси.

Одним з таких фундаментальних показників є індекс споживчих цін (CPI), який слугує основним інструментом вимірювання інфляції та оцінки динаміки вартості життя домогосподарств. Цей показник розраховується на основі фіксованого споживчого кошика, що включає типові товари й послуги, необхідні для задоволення базових потреб населення. Саме CPI широко використовується

центральною банками та урядовими установами для ухвалення рішень у сфері монетарної політики. Формула розрахунку індексу споживчих цін дозволяє простежити зміну вартості споживчого кошика у поточному періоді відносно базового:

$$CPI = \frac{P_t}{P_0} 100, \quad (1.2)$$

де: P_t - вартість споживчого кошика в поточному році,

P_0 - вартість споживчого кошика в базовому році.

На основі цього індексу розраховується рівень інфляції за певний період, що дає можливість оцінити цінову динаміку економіки у відсотковому вираженні:

$$\text{Інфляція} = \frac{CPI_t - CPI_{t-1}}{CPI_{t-1}} 100, \quad (1.3)$$

де: Інфляція - рівень інфляції у відсотках,

CPI_t - значення Індексу споживчих цін в поточному році,

CPI_{t-1} - значення Індексу споживчих цін в базовому році. [16, с. 813 – 821]

Попри високу інформативність CPI, він має низку методологічних обмежень, зокрема фіксованість споживчого кошика, що не враховує адаптаційної поведінки споживачів, таких як перехід до дешевших товарів-аналогів у відповідь на зростання цін. Крім того, нові товари та послуги не одразу включаються до кошика, що може призводити до заниженої оцінки реального рівня інфляції. Ще однією проблемою є складність коректного урахування змін якості продукції: технологічні оновлення часто супроводжуються зростанням цін, однак одночасно підвищують і споживчу цінність, що не завжди адекватно відображається у показниках. Незважаючи на зазначені обмеження, індекс споживчих цін залишається одним із найважливіших макроекономічних орієнтирів, який дозволяє не лише відстежувати інфляційні процеси, а й формувати ефективні управлінські рішення в умовах постійних структурних змін. [17, с. 639 – 644]

Кількісна рівність обміну дозволяє глибше зрозуміти взаємозв'язок між грошовою масою та рівнем цін. У класичному вигляді вона представлена як:

$$M \times V = P \times T, \quad (1.4)$$

де: M — кількість грошей в обігу,

V — швидкість обігу грошей,

P — рівень цін,

T — кількість транзакцій в економіці.

У контексті СРІ ця модель пояснює, як надмірне зростання грошової маси при незмінному обсязі товарів і послуг спричиняє інфляційний тиск. Таким чином, кількісна рівність підкріплює значення монетарної політики як інструменту стримування інфляції та стабілізації споживчих цін. [18, с. 137 – 142]

Другим важливим індикатором макроекономічної стабільності є рівень безробіття, який дозволяє не лише оцінити поточний стан ринку праці, а й зрозуміти загальну динаміку економіки в контексті циклічних коливань. Високий рівень безробіття свідчить про недостатнє використання економічного потенціалу, зниження сукупного попиту та зростання соціальної напруги, тоді як надмірно низький може бути ознакою перегрітого ринку з високим ризиком інфляційного тиску. Суттєвим фактором є також структура безробіття: довгострокове, молодіжне, структурне чи фрикційне — кожне з них має різну природу та потребує специфічних заходів політики. Особливої уваги заслуговує приховане безробіття, яке не відображається у формальних статистичних звітах, але часто сигналізує про глибші структурні проблеми національного ринку праці. Це стосується, зокрема, часткової зайнятості, тіньової економіки або неформального сектора, де економічно активне населення залишається поза межами офіційного обліку. У такому контексті повноцінна оцінка рівня безробіття вимагає врахування не лише офіційних цифр, а й ширшого якісного аналізу трудових відносин, моделей зайнятості та соціальних практик у конкретній економіці. У статистичній практиці для вимірювання рівня безробіття використовується класичне співвідношення, яке базується на відношенні кількості безробітних до загальної робочої сили:

$$UR = \frac{U}{LF} \times 100, \quad (1.5)$$

де: *UR* — рівень безробіття (%),

U — кількість безробітних,

LF — робоча сила (сума зайнятих і безробітних). [19, с. 27 – 30]

При цьому до складу робочої сили належать усі особи працездатного віку, які є економічно активними, тобто або зайняті, або активно шукають роботу. Однак у

країнах із високим рівнем неформальної економіки значна частина людей, які фактично перебувають без роботи, не фіксується офіційною статистикою через відсутність реєстрації в службах зайнятості або участь у тимчасових, неофіційних видах діяльності. Основними джерелами інформації є вибіркові опитування домогосподарств, адміністративні дані служб зайнятості, звіти страхових фондів, а також відомості підприємств про звільнення, скорочення персоналу та наявність вакансій. Кожен із цих методів має свої переваги й обмеження, які залежать від цілей дослідження — від оцінки загального рівня економічної активності до розробки ефективної соціально-трудової політики.

Робоча сила охоплює всіх осіб працездатного віку, які є економічно активними, тобто тих, хто або вже має роботу, або активно її шукає. В умовах високого рівня неформальної економіки значна частина безробітних не потрапляє до офіційної статистики, оскільки не зареєстрована в центрах зайнятості або зайнята у тимчасових, незадекларованих формах економічної діяльності. Для об'єктивної оцінки стану ринку праці використовуються різноманітні джерела даних, зокрема вибіркові обстеження домогосподарств, які вважаються найбільш репрезентативними; адміністративна статистика служб зайнятості, що фіксує рівень реєстрованого безробіття; звітність страхових фондів та профспілкових об'єднань; а також інформація від роботодавців щодо скорочень, звільнень і наявних вакансій. Кожен із цих підходів має свої методологічні особливості та ступінь точності, що визначає їхню релевантність залежно від цілей аналітичного дослідження — від загальної макроекономічної оцінки до формування державної соціально-трудової політики. [20, с. 13 – 17]

У макроекономічній теорії безробіття класифікується відповідно до характеру виникнення. Фрикційне безробіття є результатом добровільної зміни місця роботи або входження нових учасників на ринок праці. Структурне безробіття виникає тоді, коли професійна структура пропозиції праці не відповідає актуальним потребам економіки. Циклічне безробіття пов'язане зі спадами ділової активності та загальним зменшенням попиту на робочу силу в умовах економічної рецесії. Сезонне безробіття зумовлене специфікою окремих галузей — зокрема

сільського господарства, будівництва, туризму, де попит на працю змінюється впродовж року. Особливої уваги потребує приховане безробіття, що формально не фіксується у статистичних звітах, але фактично існує у вигляді часткової зайнятості, адміністративно визначених неоплачуваних відпусток, неповного робочого часу або неефективного використання трудових ресурсів.

У перехідних економіках або країнах із залишками адміністративної системи, таких як колишній СРСР, спостерігалось системне приховане безробіття, попри офіційно задекларований нульовий рівень. Це проявлялось у надлишковій чисельності персоналу на підприємствах, що не відповідала реальним виробничим потребам. Отже, сам по собі показник рівня безробіття є недостатнім для повного аналізу соціально-економічної ситуації. Його інтерпретація вимагає врахування якісних характеристик зайнятості, реального ступеня участі у продуктивній праці, а також відповідності структури ринку праці до довгострокових потреб національної економіки. [21, с. 16–21]

Третім важливим показником макроекономічної стабільності є реальний дохід після сплати податків, який відображає реальну фінансову спроможність домогосподарств забезпечувати споживання та накопичення. Цей індикатор визначається як різниця між валовим доходом та сумою сплачених податків і обов'язкових відрахувань:

$$Y_d = Y - T, \quad (1.6)$$

де: Y_d — реальний дохід після сплати податків (*disposable income*),

Y — валовий дохід домогосподарства,

T — сукупні податки та обов'язкові відрахування.

Цей показник має ключове значення для оцінки рівня життя населення і динаміки внутрішнього попиту. Зміни реального доходу після оподаткування впливають на структуру витрат домогосподарств, рівень їх заощаджень і загальну економічну активність, що робить цей показник важливим інструментом аналізу макроекономічної стабільності [22, с. 19–22]

Продовжуючи тему доходів населення, варто звернути увагу на динаміку заробітної плати та її взаємозв'язок із інфляційними процесами й податковим

навантаженням. Динаміка доходів і заробітної плати в повоєнний період свідчить про те, що заробітна плата працівників виробничого сектору зростала швидше за ціни, що свідчить про реальне підвищення рівня життя. У багатьох країнах спостерігалось стале зростання реального доходу, незважаючи на інфляційний тиск. Дані підтверджують, що середні заробітки зростали швидше за базові ставки, що частково пояснюється оплатою понаднормової роботи, преміями та соціальними пільгами. Варто підкреслити, що зростання доходів після оподаткування стало можливим завдяки активній ролі держави, високому рівню зайнятості, збільшенню соціальних виплат та покращенню умов оплати праці. Інфляція безпосередньо впливає на реальний дохід після сплати податків, адже з підвищенням споживчих цін знижується купівельна спроможність населення, навіть якщо номінальні доходи залишаються стабільними або зростають повільно. Коли інфляція випереджає темпи зростання доходів, люди фактично втрачають частину своєї купівельної спроможності, що особливо гостро відчувають домогосподарства з низькими доходами. Важливу роль тут відіграє й податкове навантаження — високі ставки прибуткового чи непрямого податків зменшують обсяг грошей, доступних для споживання та заощаджень. Водночас ефективна податкова політика з прогресивним оподаткуванням і соціальними пільгами може пом'якшувати нерівність і підтримувати найбільш вразливі верстви населення [23, с. 35–47]. Також варто наголосити, що у країнах із законодавчо встановленими мінімальними зарплатами рівень реального доходу після сплати податків не може опускатися нижче певного соціального мінімуму, що гарантує базовий рівень життя для широких верств населення і зменшує ризик бідності та соціального відчуження. Але якщо мінімальна заробітна плата відстає від темпів інфляції або продуктивності праці, то це може мати серйозні наслідки: буде зростати безробіття та знижуватися інвестиційна активність компаній. З макроекономічної точки зору, реальний дохід після сплати податків є найголовнішим показником до стабільності: падіння доходу впливає на споживчий попит, що часто призводить до рецесії, скорочення робочих місць та зменшення інвестицій. Навпаки, зростання реального

доходу підтримує внутрішній ринок, стимулює розвиток виробництва та забезпечує збільшення податкових надходжень до державного бюджету. [24, с. 48 –52]

Після аналізу основних макроекономічних показників, що відображають доходи та соціальну стабільність, доцільно звернути увагу на фінансові індикатори, які також суттєво впливають на загальну макроекономічну ситуацію. Серед них важливе місце посідає середня ставка іпотеки, оскільки вона має значний вплив на ринок житла та функціонування фінансової системи в цілому. Іпотечне кредитування, особливо кредити з фіксованою процентною ставкою строком на 30 років, виступає основним механізмом забезпечення житлом населення і одночасно є важливим елементом фінансової системи. Ці кредити дають можливість домогосподарствам фінансувати великі інвестиції з відтермінованою сплатою, що стимулює ринок нерухомості і будівництва. В процесі визначення середньої ставки банки враховують не тільки поточний рівень процентної ставки, а й кредитоспроможність позичальника, ризики дефолту, макроекономічну ситуацію, включно з інфляцією, та довгострокові прогнози ринку нерухомості. Середня ставка за 30-річною іпотекою формується з кількох складових: базова ставка рефінансування, ризикова премія, адміністративні витрати банку та бажана рентабельність. Коли ставки низькі, іпотека стає більш доступною, що підвищує попит на житло і може призвести до перегріву ринку. З іншого боку, високі відсоткові ставки стримують попит і часто призводять до стагнації. Банки стежать за ризиками, пов'язаними з коливаннями ринкових процентних ставок протягом тривалого терміну кредитування, щоб мінімізувати потенційні втрати. Вони застосовують заходи хеджування або розраховують додаткову премію за ризик. Таким чином, середня відсоткова ставка за іпотечними кредитами є не лише індикатором кредитного ринку, а й важливим елементом фінансової стабільності, розвитку ринку нерухомості та стимулювання споживчої активності. [25, с.133-137]

Наступним показником є фондовий індекс, який є важливим інструментом для оцінки атмосфери на ринку капіталу та прогнозів інвесторів. Фондовий індекс NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotations) є однією з провідних світових платформ. Вона спеціалізується на торгівлі

високотехнологічними акціями та іншими цінними паперами. NASDAQ стала першою електронною фондовою біржою, яку засновали ще в 1971 році. NASDAQ виступає посередником між тими, хто має заощадження, і тими, хто потребує інвестиційних коштів. Особливо важливу роль тут відіграє механізм первинного публічного розміщення акцій (IPO), який дозволяє компаніям залучати капітал для інновацій. За допомогою цього фондовий ринок трансформує приватні заощадження в реальні інвестиції та стимулює економічне зростання. Водночас фондові індекси слугують важливим індикатором поточного стану економіки, тому що відображають динаміку вартості акцій провідних технологічних компаній. Коливання цих індексів сигналізують про зміни на світових ринках і мають безпосередній вплив на інвестиційну поведінку приватних інвесторів та великих фінансових компаній. [25, с. 165–168]

Наступним важливим індикатором у структурі фінансового аналізу є рівень особистих заощаджень, який виступає не лише показником фінансової поведінки домогосподарств, а й стратегічним джерелом ресурсів для макроекономічного розвитку. Особисті заощадження забезпечують фінансову стійкість населення в довгостроковій перспективі, водночас виступаючи джерелом капіталу, що акумулюється через фінансову систему та трансформується в інвестиції. На макрорівні зв'язок між доходами, споживанням та інвестиціями ілюструє класичне рівняння національного доходу:

$$Y = C + I + G, \quad (1.7)$$

де: Y — загальний національний дохід,

C — споживчі витрати,

I — інвестиції,

G — державні витрати. [26, с. 745–750]

Це рівняння показує, що інвестиції є складовою частиною національного продукту, а в умовах закритої економіки, тобто за відсутності зовнішньої торгівлі, інвестиції дорівнюють національним заощадженням, що фіксується у вигляді наступної рівності:

$$S = I, \quad (1.8)$$

де: S — заощадження,

I — інвестиції.

За допомогою цієї формули бачимо, що економіка повинна мати достатній рівень внутрішніх заощаджень для підтримки інвестиційної активності. Якщо ж їх бракує, країна змушена залучати зовнішній капітал, що завжди пов'язано з певними ризиками для фінансової стабільності. Особисті заощадження формується насамперед через стримування поточного споживання заради майбутньої фінансової впевненості. На рівень заощаджень впливають доходи, інфляційні очікування, доступність фінансових інструментів та загальний рівень фінансової грамотності населення. Підвищення фінансової обізнаності населення та створення сприятливих умов для інвестування сприяють зростанню заощаджень домогосподарств і стимулюють інвестиційну активність економіки. [27, с. 217–222]

1.3 Економетричні підходи до аналізу макроекономічних процесів

Використання математики в економіці довго викликало сумніви, адже багато хто вважав, що це занадто абстрактно для опису реальних процесів. Проте ще в XIX столітті завдяки працям Курно, Жевонса, Вальраса та Парето математичні підходи почали поступово займати своє місце в економічній науці. Сьогодні без математики важко уявити розвиток теорії чи практичний аналіз у вигляді економетричних методів. Математика стала не просто мовою економіки, а й інструментом для формалізації припущень, логічного опису складних взаємозв'язків між економічними змінними. Саме завдяки цьому створюють моделі, які дозволяють прогнозувати поведінку економічних суб'єктів, оцінювати наслідки політичних рішень і формувати обґрунтовані рекомендації на основі конкретних даних, а не інтуїції. Однак одна математика не дає повної відповіді, бо для перевірки моделей потрібні реальні емпіричні дані та статистичні методи оцінки. Саме тут на допомогу приходить економетрика — наука, що поєднує економічну теорію,

математику та статистику. Головне завдання економетрики полягає у побудові і перевірці моделей, які максимально точно відображають економічну реальність на основі наявних даних. Економетричні підходи дозволяють чітко оцінити взаємозв'язки між основними макроекономічними змінними — інфляцією, безробіттям, доходами, процентними ставками, перевірити гіпотези щодо економічної поведінки, оцінити вплив зовнішніх шоків чи економічної політики, а також зробити прогнози щодо подальшої динаміки ключових показників. Таким чином, економетрика є одним із ключових інструментів у дослідженні макроекономічних процесів, бо дає змогу перетворити якісні припущення в кількісно вимірювані моделі. У цьому дослідженні економетричні методи застосовуватимуться для аналізу того, як різні фактори — доходи, заощадження, біржові індекси та інші — впливають на рівень інфляції в США. [28, с. 1–4]

Класична модель множинної регресії є одним із базових інструментів економетричного аналізу, що дозволяє досліджувати, як одна залежна змінна пов'язана одночасно з кількома факторами. Вона дає змогу не просто виявити окремі зв'язки, а зрозуміти їх комплексний вплив на економічні процеси. Цей підхід особливо важливий, коли потрібно аналізувати складні системи, де зміни в одній сфері неможливо пояснити без врахування інших факторів.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (1.9)$$

де: Y_i — значення залежної змінної в i -му спостереженні;

X_{ji} — значення j -ї незалежної змінної;

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ — параметри моделі;

ε_i — випадкова похибка, яка відображає дію неконтрольованих факторів.

Однак ключовим завданням при побудові такої моделі є ретельний вибір змінних, які мають теоретичне та емпіричне обґрунтування. Включення нерелевантних або надто корельованих між собою змінних може призвести до спотворення результатів і втрати інформативності моделі. Важливо знайти баланс між точністю, яка визначає, наскільки добре модель відображає реальні дані, та простотою, що забезпечує зрозумілість і можливість практичного застосування отриманих висновків. Отже, множинна регресія — це не просто математична

формула, а потужний аналітичний інструмент, що допомагає розкривати глибинні зв'язки у макроекономіці та формувати обґрунтовані рекомендації для політики і бізнесу. [29, с. 211–232]

Інструменти ARIMA-моделювання і прогнозування відіграють важливу роль у аналізі часових рядів, особливо коли дані мають тренди або нерівномірності. Ключовим завданням є визначення умовного середнього, яке залежить від історії спостережень. Для цього використовують авторегресійні (AR) або авторегресійні ковзні середні (ARMA) моделі. Якщо ряд нестационарний, застосовують модель ARIMA, яка передбачає попереднє диференціювання даних, щоб зробити їх стаціонарними, а потім моделюють отриманий ряд за допомогою ARMA. Оригінальні дані відновлюються інтегруванням. Існують два основних підходи до вибору ARIMA-моделі. Перший, відомий як метод Бокса-Дженкінса, базується на аналізі автокореляційних функцій (ACF) та часткових автокореляційних функцій (PACF) часових рядів, що дозволяє «вгадати» порядок моделі. Цей метод систематичний, але частково суб'єктивний через візуальну інтерпретацію графіків. Другий підхід полягає у автоматичному підборі параметрів (p , q) за допомогою критеріїв інформації, таких як AIC або BIC, що дає змогу обрати модель із найкращим балансом точності й простоти. Процес моделювання за Боксом-Дженкінсом включає три етапи: ідентифікація (визначення порядку диференціювання d і параметрів p та q), оцінка параметрів моделі та діагностична перевірка адекватності моделі за аналізом залишків. Важливо, щоб залишки були випадковими, без системних закономірностей, що свідчить про добру модель. Якщо модель не проходить перевірку, варто обрати інші параметри. Головним критерієм якості моделі є її здатність до точного прогнозування. Оцінка прогнозової точності відбувається на контрольних періодах, що допомагає визначити найкращу модель для реального застосування, особливо в умовах змінного економічного середовища. Щоб визначити, скільки разів потрібно диференціювати ряд для досягнення стаціонарності, застосовують візуальний аналіз автокореляційної функції та тестування на одиничний корінь. Якщо автокореляція затухає повільно, це свідчить

про нестационарність, і ряд диференціюють повторно, поки не отримаємо потрібну стаціонарність. [30, с. 241–245]

Наступним важливим прикладом є панельні дані — це спеціальні моделі, що допомагають аналізувати спостереження, які згруповані за певними ознаками або збираються про ті ж об'єкти протягом часу. Відмінність таких моделей від звичайних у тому, що спостереження всередині однієї панелі не вважаються незалежними, вони корельовані між собою, але різні панелі розглядаються як незалежні групи. Це дуже актуально для довготривалих досліджень, наприклад, у медицині чи економіці, де треба враховувати, що дані повторюються для одних і тих же пацієнтів чи підприємств у різні роки. Для оцінки параметрів таких моделей використовують різні методи — від класичних методів найменших квадратів до складніших, як методів максимальної правдоподібності. У панельних моделях розрізняють два підходи: фіксовані ефекти та випадкові ефекти. Фіксовані ефекти припускають, що всі панелі — це постійні, унікальні джерела даних, і найважливішим є саме спостереження в межах цих панелей. В такому разі кожній групі (панелі) додають окремий коефіцієнт, що дає змогу врахувати її індивідуальні особливості. Це добре для аналізу конкретних груп, але модель може стати дуже великою, якщо панелей багато. Випадкові ефекти, навпаки, вважають, що панелі — це вибірка з ширшої сукупності, і мета — робити висновки про всю популяцію. Тут припускають, що різниця між панелями — це випадкові коливання з певним розподілом. Цей підхід особливо корисний, коли треба врахувати внутрішньогрупову кореляцію та уникнути спотворень у результатах, які виникають через повторні виміри. [31, с. 142–148]

РОЗДІЛ 2

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ІНФЛЯЦІЇ НА МАКРОЕКОНОМІЧНУ СТАБІЛЬНІСТЬ США

2.1 Описова статистика та кореляційний аналіз даних

Для якісного економетричного дослідження впливу інфляції на макроекономічну стабільність США спочатку потрібно зібрати і підготувати статистичні дані. Це допомагає створити міцну основу для подальшого моделювання, виявлення закономірностей та аналізу кореляцій. Тому важливо правильно структурувати інформацію, перевірити її на повноту та форматування, а також виконати базові візуалізації та описову статистику, щоб краще зрозуміти характеристики даних.

Для дослідження впливу інфляції на макроекономічну стабільність була використана база даних, що охоплює період з листопада 1980 року по травень 2022 року. Дані мають щомісячну частоту спостережень, що дозволяє дослідити довготривалі тенденції і цикли в економіці. У базі даних представлені основні макроекономічні показники, які відображають ключові аспекти економічної активності та стабільності. Серед них: індекс споживчих цін (CPI), що характеризує рівень інфляції; середня процентна ставка за іпотечними кредитами (Mortgage); рівень безробіття (Unemployment); фондовий індекс NASDAQ; середній дохід населення (Income); обсяг споживання (Consumption) та обсяг заощаджень населення (Savings). Усі змінні було приведено до лаконічного вигляду назви змінних, а також перевірено наявність пропущених значень — жодного випадку NA виявлено не було. Це свідчить про високу якість вхідних даних. Описова статистика демонструє широкий діапазон коливань по всіх змінних. CPI коливається від 85.6 до 291.5 із середнім значенням 178.8, що демонструє стабільне зростання рівня цін. Іпотечна ставка змінювалася від 2.68% до 18.45% (середнє — 7.42%), що

відображає дії монетарної політики в різні періоди. Рівень безробіття також має істотну варіативність — від 3.5% до 14.7% (середнє — 6.18%). NASDAQ, як індикатор фондового ринку, показав надзвичайну волатильність — від 167 до понад 15 800 пунктів. Інші змінні — дохід, споживчі витрати та заощадження — мають логічну динаміку, пов'язану з фазами економічного циклу.

Початковий аналіз дозволяє зробити висновок, що усі обрані змінні мають потенціал бути включеними до подальшого економетричного моделювання. Зібрані дані є повними, структурованими і статистично репрезентативними — отже, можна переходити до побудови моделей та кількісної оцінки впливу. Весь код очищення та підготовки даних представлений на рис. 2.1.

```

3 ##### 2.1 Збір та підготовка даних: описова статистика та кореляції
4
5 # Завантаження бібліотек
6 install.packages(c("tidyverse", "readr", "lubridate", "psych"))
7 library(tidyverse)
8 library(readr)
9 library(lubridate)
10 library(psych) # для розширеної описової статистики
11
12 # Завантаження даних
13 data <- read_csv("Desktop/бакалавр работат /data.csv")
14
15 # Перевірка на пропущені значення
16 colSums(is.na(data))
17
18 # Приведення дати до формату Date
19 data <- data %>%
20   mutate(Date = ymd(date))
21
22 # Переіменування колонок
23 data <- data %>%
24   rename(
25     CPI = CPI,
26     Mortgage = Mortgage_rate,
27     Unemployment = Unemp_rate,
28     NASDAQ = NASDAQ,
29     Income = disposable_income,
30     Consumption = Personal_consumption_expenditure,
31     Savings = personal_savings
32   )
33
34 # Перегляд структури даних
35 glimpse(data)
36 summary(data)

```

```

> # Перевірка на пропущені значення
> colSums(is.na(data))
              date              CPI
              0              0
Mortgage_rate              Unemp_rate
              0              0
              NASDAQ      disposable_income
              0              0
Personal_consumption_expenditure      personal_savings
              0              0

> # Перегляд структури даних
> glimpse(data)
Rows: 499
Columns: 9
 $ date      <date> 1980-11-01, 1980-12-01, 1981-01-01, 1981-02-01, 1981-03-01, 198...
 $ CPI       <dbl> 85.6, 86.4, 87.2, 88.0, 88.6, 89.1, 89.7, 90.5, 91.5, 92.2, 93.1...
 $ Mortgage  <dbl> 14.2050, 14.7900, 14.9040, 15.1325, 15.4000, 15.5800, 16.4020, 1...
 $ Unemployment <dbl> 7.5, 7.2, 7.5, 7.4, 7.4, 7.2, 7.5, 7.2, 7.4, 7.6, 7.9, 8.3,...
 $ NASDAQ    <dbl> 200.6856, 198.3986, 198.8176, 194.8521, 203.5932, 215.1200, 216...
 $ Income    <dbl> 4976.5, 4999.8, 4980.4, 4965.0, 4979.0, 4965.1, 4974.8, 5001.9, ...
 $ Consumption <dbl> 1826.8, 1851.7, 1870.0, 1884.2, 1902.9, 1904.4, 1913.8, 1934.5, ...
 $ Savings   <dbl> 11.6, 11.4, 10.9, 10.8, 10.8, 10.9, 11.0, 10.8, 12.3, 12.0, 12.4...
 $ Date      <date> 1980-11-01, 1980-12-01, 1981-01-01, 1981-02-01, 1981-03-01, 198...
> summary(data)
              date              CPI              Mortgage              Unemployment
Min.   :1980-11-01 Min.   : 85.6 Min.   : 2.684 Min.   : 3.500
1st Qu.:1991-03-16 1st Qu.:134.9 1st Qu.: 4.519 1st Qu.: 4.900
Median :2001-08-01 Median :177.4 Median : 6.834 Median : 5.700
Mean   :2001-07-31 Mean   :178.8 Mean   : 7.421 Mean   : 6.181
3rd Qu.:2011-12-16 3rd Qu.:227.5 3rd Qu.: 9.338 3rd Qu.: 7.250
Max.   :2022-05-01 Max.   :291.5 Max.   :18.454 Max.   :14.700
 NASDAQ              Income              Consumption              Savings
Min.   : 167.4 Min.   : 4965 Min.   : 1827 Min.   : 2.100
1st Qu.: 479.5 1st Qu.: 6861 1st Qu.: 3910 1st Qu.: 5.850
Median :1884.7 Median : 9734 Median : 7082 Median : 7.200
Mean   : 2726.4 Mean   : 9802 Mean   : 7626 Mean   : 7.487
3rd Qu.:3131.4 3rd Qu.:12226 3rd Qu.:10857 3rd Qu.: 8.600
Max.   :15814.9 Max.   :19120 Max.   :16954 Max.   :33.800
              Date
Min.   :1980-11-01
1st Qu.:1991-03-16
Median :2001-08-01
Mean   :2001-07-31
3rd Qu.:2011-12-16
Max.   :2022-05-01

```

Рисунок 2.1 – Код для очищення та підготовки даних у R

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Тепер робимо візуалізацію часових рядів інфляції та ключових макроекономічних показників, де можна побачити, як вони рухаються та взаємодіють у часі. Графіки допомагають відслідковувати тенденції та сезонні коливання, а також виявити потенційні аномалії чи відхилення. Це основа для розуміння того, як змінюються ключові показники, яка дозволяє сформулювати

початкові гіпотези про взаємозв'язки ще до початку моделювання. (див. Додаток А, Рисунок А.1). Спочатку будуємо графік динаміки ключових змінних: Індексу споживчих цін, процентної ставки за іпотечними кредитами, рівня безробіття та масштабованого індексу NASDAQ. На рисунку 2.2 бачимо їхні спільні тенденції, коливання та моменти, коли зміни відбувалися синхронно. Ця візуалізація є першим кроком до глибшого розуміння та подальшого аналізу зв'язків між індикаторами.

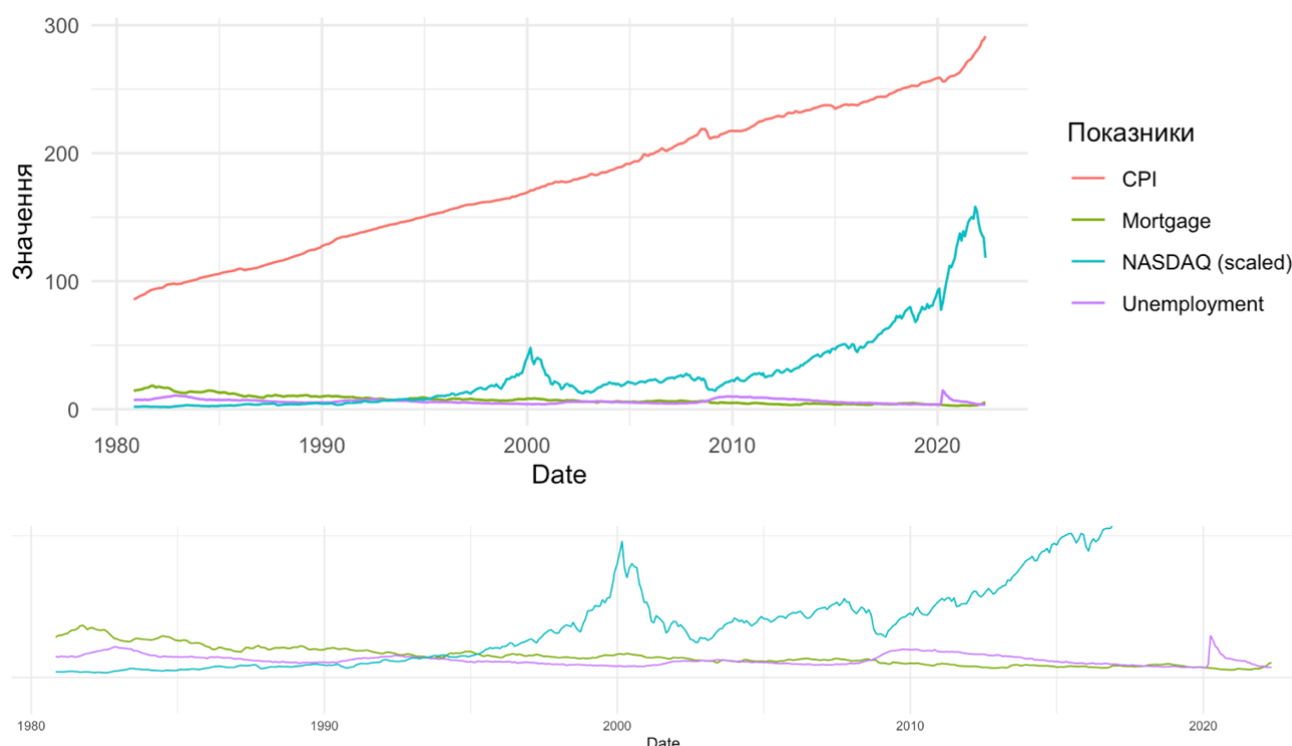


Рисунок 2.2 – Графік «Динаміка макроекономічних показників»

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

На графіку чітко простежується, як ключові макроекономічні показники США змінювалися протягом усього періоду дослідження. Індекс споживчих цін (CPI) демонструє поступове, але стабільне зростання — це відображення накопичення інфляційного тиску з часом. Іпотечна ставка (Mortgage) проявляє яскраво виражену циклічність, з періодами підйомів і спадів, які часто корелюють із рішеннями Федеральної резервної системи. Рівень безробіття коливається хвилеподібно, зростаючи під час економічних криз і знижуючись під час підйомів. Індекс NASDAQ показує значні коливання навіть у масштабі, що свідчить про те, що фінансовий ринок дуже чутливий до загальноєкономічних змін. Є також

моменти, коли тренди цих індикаторів рухаються синхронно або, навпаки, розходяться, що свідчить про можливі кореляційні зв'язки між ними.

Тепер будемо коробкову діаграму для змінної Mortgage, щоб оцінити розподіл значень і визначити потенційні викиди. Ця візуалізація дає краще розуміння мінливості та структури даних, включаючи медіану, діапазон і наявність екстремальних спостережень, які можуть вплинути на результати моделювання. Діаграма показана на рис. 2.3.

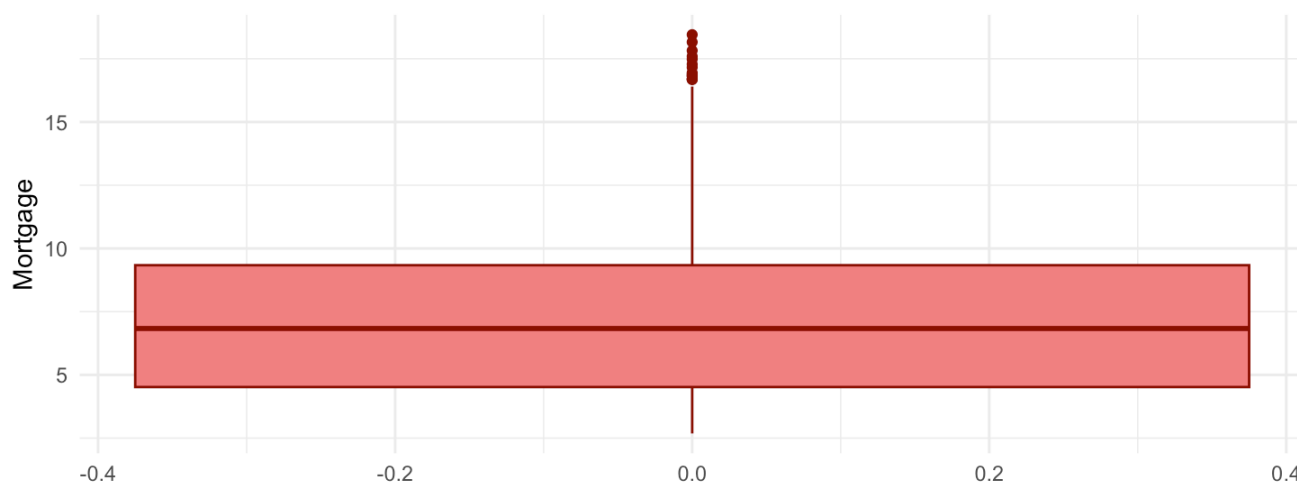


Рисунок 2.3 – Коробкова діаграма для змінної Mortgage

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Boxplot для змінної Mortgage відображає основні характеристики її розподілу. Інтерквартильний діапазон (IQR), який охоплює значення між 25-м і 75-м перцентилями, розташований приблизно від 4 до 9. Медіана знаходиться близько 6,5–7, що свідчить про центральне розміщення більшості значень саме в цьому діапазоні. Верхні та нижні «вуса» розтягуються на $1,5 \times \text{IQR}$ від меж коробки, позначаючи межі очікуваної варіабельності даних. Водночас за цими межами зафіксовані кілька виражених викидів у діапазоні 17–18, що вказує на наявність аномально високих значень у вибірці. Розподіл є легко правосторонньо асиметричним, що свідчить про домінування більшості значень у нижньому діапазоні і наявність поодиноких високих показників.

Далі, щоб краще зрозуміти, що відбувається на фондовому ринку, ми побудували 12-місячне ковзне середнє індексу NASDAQ разом із лінією тренду. Такий підхід допомагає згладити короткострокові коливання та виділити

довгострокові тенденції. Це особливо корисно для аналізу нестабільних фінансових показників, коли важливо зрозуміти загальну траєкторію індикатора з часом. Ефект візуалізації показано на рис. 2.4.

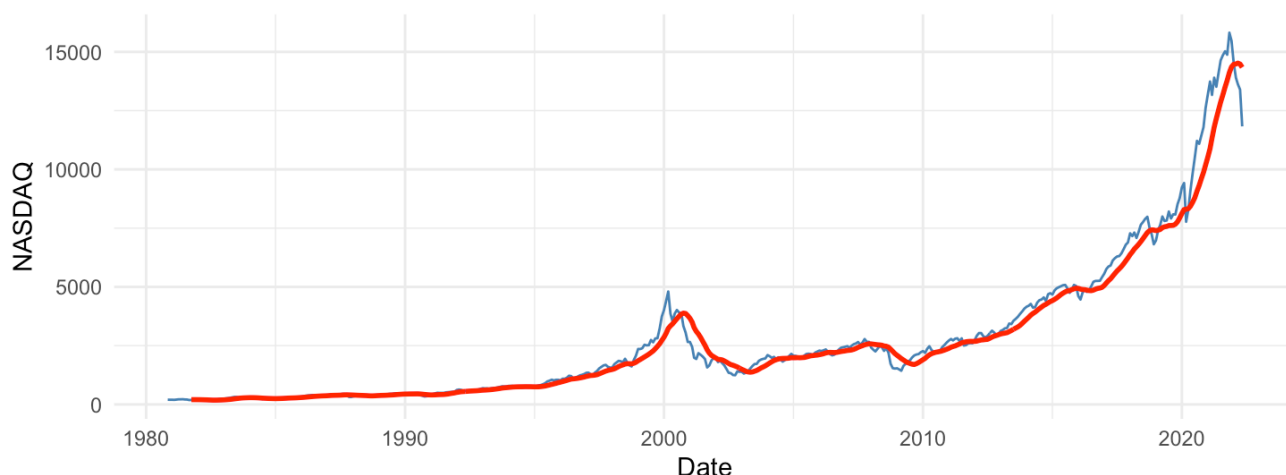


Рисунок 2.4 – Ковзне середнє NASDAQ (за 12 місяців) і графік тренду

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

NASDAQ з 12-місячним ковзним середнім демонструє динаміку індексу з 1980 по 2022 рік. Синя лінія відображає щомісячні значення NASDAQ, а червона — 12-місячне ковзне середнє, яке згладжує короткострокові коливання і підкреслює довгостроковий тренд. Графік показує виразний тривалий зростаючий тренд, особливо після 2010 року. Виділяються два значні провали: близько 2000 року через дотком-бульбашку та у 2008 році під час фінансової кризи. З 2010 року зростання індексу прискорюється, а з 2020 починається різкий підйом, ймовірно, пов'язаний з біржовою ралі на тлі пандемії COVID, з подальшим корекційним відкатом у 2022 році. Ковзне середнє чітко показує головні тренди. Воно згладжує різкі коливання і дає змогу краще простежити ринкові цикли. Це дуже добрий приклад того, як завдяки ковзному середньому можна виявити основні закономірності.

Далі ми використовуємо секторні діаграми для аналізу розподілу індексу споживчих цін (CPI) за роками. Цей графік показує, як рівень інфляції змінювався протягом різних періодів часу, а також визначає сезонні коливання, потенційні викиди та різницю в мінливості між роками. Ми можемо побачити, коли інфляція коливалася найбільше і як вона змінювалася з часом. Візуалізацію представлено на рис. 2.5

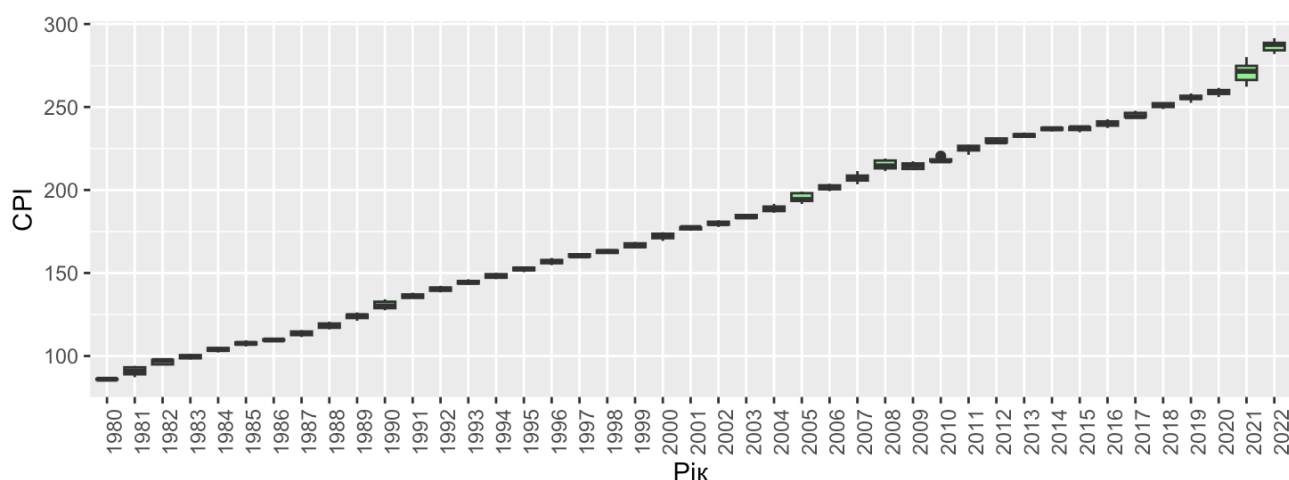


Рисунок 2.5 – Розподіл CPI по роках (boxplot)

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Розподіл CPI по роках (Boxplot) допомагає оцінити, як змінювалася інфляція щороку. З графіка видно, що загальний тренд — це поступове зростання індексу споживчих цін. Варіативність усередині кожного року невелика, що свідчить про відносну стабільність змін CPI в межах року. Викидів практично немає, тож можна зробити висновок, що дані доволі надійні та не мають різких аномалій.

Далі будуюмо графік сезонності, який показує середні значення CPI за місяцями. Це дозволяє чітко побачити регулярні коливання інфляції протягом року — де саме з'являються піки чи спадання. Такий аналіз дуже важливий для точнішого прогнозування і планування, адже враховує сезонні впливи. Цей підхід робить подальші моделі більш комплексними і надійними, як ілюструє рис. 2.6.

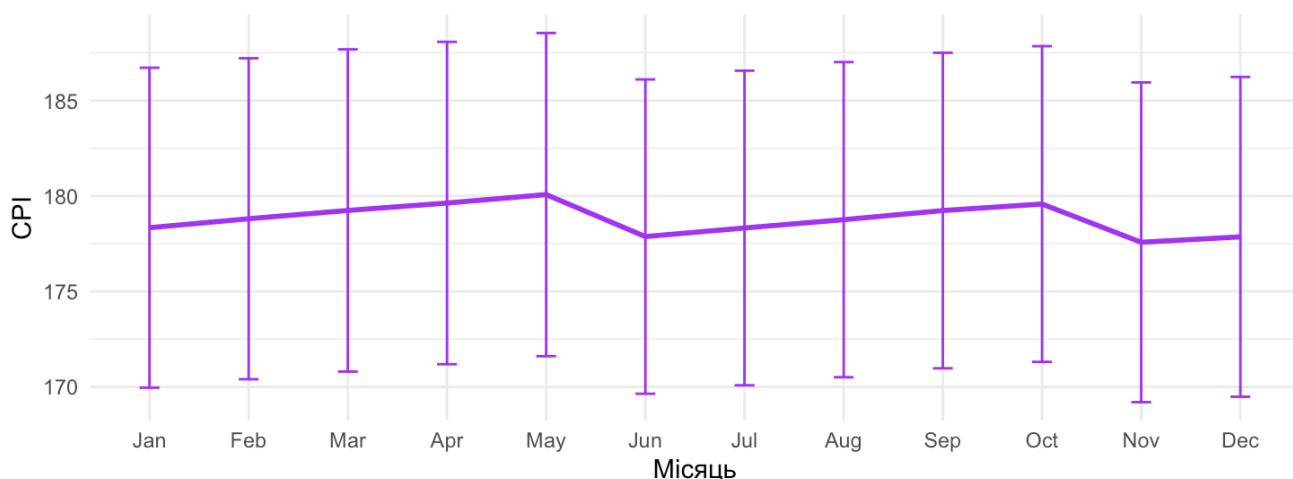


Рисунок 2.6 – Графік сезонності, середні значення CPI по місяцях

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Графік середнього CPI по місяцях з довірчими інтервалами демонструє слабо виражену сезонність цього показника. Впродовж року коливання індексу споживчих цін мінімальні, що свідчить про відсутність чітких місячних закономірностей. Проте загальна мінливість CPI досить висока, що відображає нестабільність рівня інфляції у досліджуваній період. Водночас можна помітити невеликі піки у травні та жовтні, а також незначні спади у червні та листопаді, що може свідчити про помірний сезонний вплив на інфляцію, але цей фактор не є визначальним для загальної динаміки.

Далі проведено кореляційний аналіз, який дозволяє оцінити попередні взаємозв'язки між основними макроекономічними змінними. Цей крок є важливим для виявлення ступеня залежності між показниками, що допоможе у подальшому формуванні економетричних моделей та виборі релевантних змінних для аналізу впливу інфляції. Дивитися на рис. 2.7 та 2.8

```
# Вибір числових змінних для аналізу кореляції
vars <- c("CPI", "Mortgage", "Unemployment", "NASDAQ", "Income", "Consumption", "Savings")

# Створення підтаблиці з обраними змінними
data_corr <- data %>% select(all_of(vars))

# Обчислення кореляційної матриці (Пірсона)
cor_matrix <- cor(data_corr, use = "complete.obs", method = "pearson")

# Вивід кореляційної матриці
print(round(cor_matrix, 2))

# Візуалізація кореляційної матриці
library(corrplot)
corrplot(cor_matrix, method = "color", type = "upper",
         tl.col = "black", tl.srt = 45,
         addCoef.col = "black", number.cex = 0.8,
         diag = FALSE, title = "Кореляційна матриця (Пірсон)")
```

Рисунок 2.7 – Код для кореляційного аналізу макроекономічних змінних

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

За допомогою візуалізації кореляційної матриці можемо зробити висновки що є чіткі взаємозв'язки між основними макроекономічними змінними. Наприклад, індекс споживчих цін (CPI) має дуже сильну позитивну кореляцію з доходами населення та споживанням, що вказує на тісний зв'язок між рівнем інфляції та економічною активністю населення. Фондовий індекс NASDAQ також показує

високу позитивну кореляцію з CPI, доходами і споживанням, що свідчить про взаємозалежність між станом фондового ринку та макроекономічними показниками. Також іпотечна ставка (Mortgage) демонструє сильну негативну кореляцію з CPI, доходами і споживанням, що показує зворотний зв'язок між вартістю кредитування та доходами й витратами населення. Також помітна негативна залежність між Mortgage та NASDAQ, що підкреслює взаємний вплив цих показників. Рівень безробіття має слабші, але суттєві кореляції: позитивну з іпотечними ставками та заощадженнями, і негативну з фондовим ринком, інфляцією, доходами і споживанням. Це відповідає економічним очікуванням, адже зростання безробіття часто супроводжується зниженням доходів і споживчих витрат. Заощадження (Savings) мають переважно слабкі кореляції з іншими змінними, крім помірної позитивної залежності з рівнем безробіття.

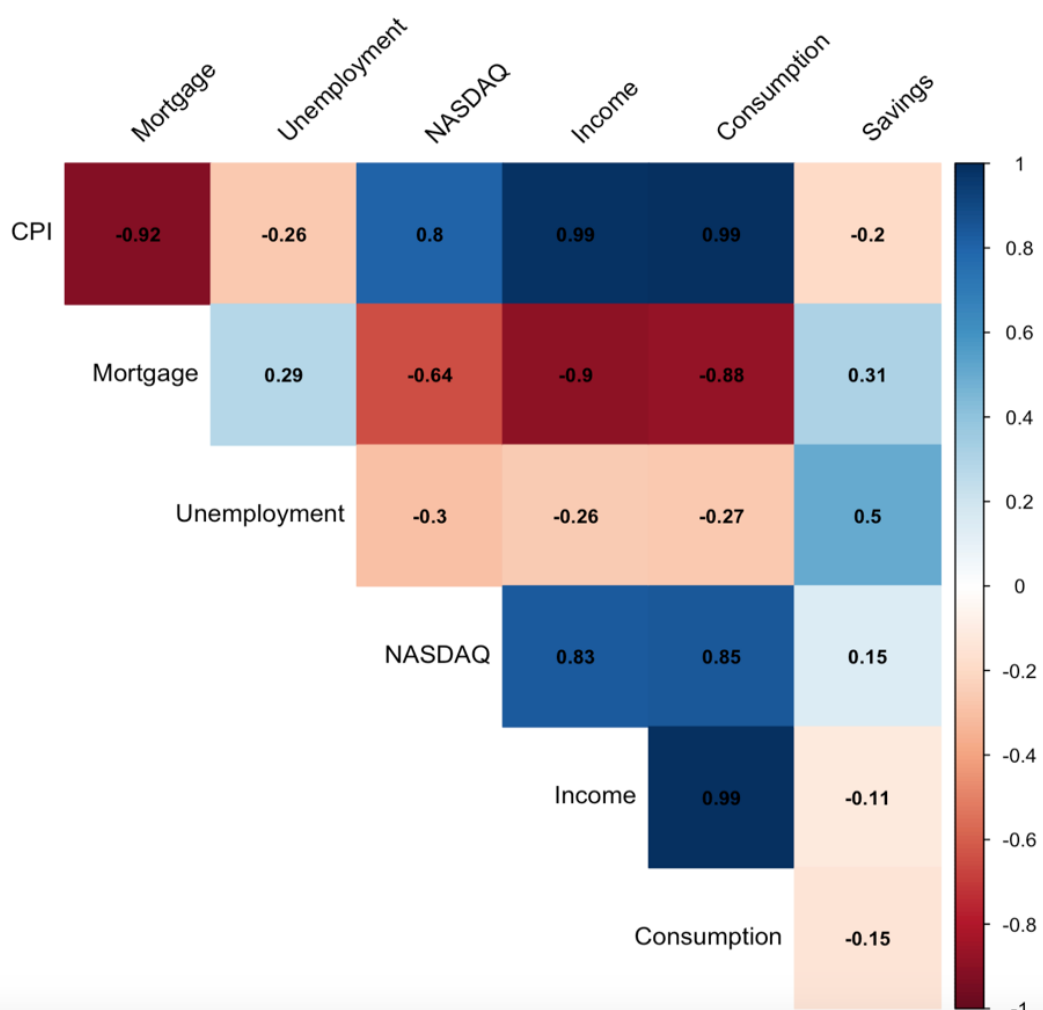


Рисунок 2.8 – Кореляційна матриця для макроекономічних змінних

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

2.2 Побудова та оцінка економетричних моделей впливу інфляції на макроекономічні змінні

Для побудови економетричних моделей, які показують вплив інфляції на макроекономічні змінні, дуже важливо правильно обрати саму модель і чітко обґрунтувати, чому саме ці змінні включені до аналізу. Цей крок є ключовим, адже від нього залежить не лише точність отриманих результатів, а й їхня практична користь для розуміння реальних економічних процесів. У випадку аналізу часових рядів існує багато варіантів моделювання. Найчастіше використовують авторегресійні (AR), ковзні середні (MA) або комбіновані моделі ARMA. Вони дають змогу врахувати часові залежності в даних і будувати більш точні прогнози. Визначення порядку цих моделей — тобто кількості лагів для AR (параметр p) та MA (параметр q) — завдання непросте, оскільки ці значення зазвичай невідомі наперед і визначаються в процесі експериментального підбору. Принцип парсимонії вимагає вибирати таку модель, яка пояснює зміни у даних найкраще, але з мінімальною кількістю параметрів. Якщо модель занадто складна й має забагато параметрів, це ускладнює оцінювання й робить результати менш зрозумілими. З іншого боку, надто проста модель не зможе адекватно описати реальні взаємозв'язки. Тому доцільно починати з більш загальної моделі з достатньою кількістю лагів, а потім послідовно спрощувати її, перевіряючи значущість кожного параметра. Змішані ARMA-моделі мають перевагу у здатності компактно відображати складні лінійні залежності, але їх треба обережно оцінювати. Надмірна кількість параметрів може спричинити технічні проблеми, зокрема сингулярність інформаційної матриці, що ускладнює застосування методів максимальної ймовірності. [32, с. 151–153]

Тепер перейдемо до оцінки впливу інфляції. Варто зауважити, що для застосування методів аналізу часових рядів (функції `auto.arima()` з пакету `forecast`) дані мають бути оформлені як часові ряди, а не просто числові вектори. Це дає змогу враховувати лагові структури, сезонність, тренди та інші характеристики.

Отже, спочатку перетворюємо всі дані у потрібний формат, а потім будуємо ARIMA-модель для кожної змінної з індексом споживчих цін (CPI) як регресором. (див. рис. 2.9)

2.2 Побудова та оцінка економетричних моделей впливу інфляції на макроекономічні змінні

```
library(forecast)

# Перетворення CPI в часову серію
cpi_ts <- ts(data$CPI, frequency = 12)

# Створення часових рядів для макрозмінних
income_ts <- ts(data$Income, frequency = 12)
unemp_ts <- ts(data$Unemployment, frequency = 12)
mortgage_ts <- ts(data$Mortgage, frequency = 12)
consumption_ts <- ts(data$Consumption, frequency = 12)
savings_ts <- ts(data$Savings, frequency = 12)
nasdaq_ts <- ts(data$NASDAQ, frequency = 12)

# Побудова ARIMAX-моделей для кожної змінної з CPI як регресором
model_income <- auto.arima(income_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
model_unemp <- auto.arima(unemp_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
model_mort <- auto.arima(mortgage_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
model_cons <- auto.arima(consumption_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
model_save <- auto.arima(savings_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
model_nasdaq <- auto.arima(nasdaq_ts, xreg = cpi_ts, seasonal = FALSE)
```

Рисунок 2.9 – ARIMAX-моделі оцінки впливу CPI на макроекономічні змінні

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Оцінка моделі, яка описує вплив інфляції (CPI) на дохід населення (Income), показала наявність стабільного негативного зв'язку (див. рис. 2.10). Коефіцієнт при CPI становить -53.05 при значенні $p < 0.01$, що підтверджує, що зі зростанням інфляції дохід помітно знижується. Додатний показник drift (42.19) відображає загальну тенденцію до поступового зростання доходів у довгостроковій перспективі. Вибрана структура ARIMA(2,1,1), тобто 2 лаги AR, 1 диференціювання, 1 лаг MA, дала змогу врахувати часову динаміку. Якість моделі підтверджується низьким значенням MAPE (0.69%) та практично нульовою автокореляцією залишків, що свідчить про її адекватність. Це ще раз підкреслює чутливість доходів до інфляційного тиску та дає змогу краще оцінювати потенційні ризики для економічної стабільності. Також за допомогою цих розрахунків можемо зробити економетричну модель:

$$\Delta Income_t = 42.19 - 53.05 \cdot CPI_t + 0.1142 \cdot \Delta Income_{t-1} + 0.2673 \cdot \Delta Income_{t-2} - 0.8339 \cdot \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2.1)$$

де: $\Delta Income_t = Income_t - Income_{t-1}$ — різниця доходу,

CPI_t — поточне значення інфляції,

ε_t — випадкова похибка в момент часу t .

Також за цією формулою можемо сказати, що зростання CPI на 1 пункт знижує зміну доходу на приблизно 53.05 одиниць. Також модель добре враховує власну динаміку доходів через лаги.

```
> # Вивід результатів
> cat("=== Модель Income ~ CPI ===\n")
=== Модель Income ~ CPI ===
> summary(model_income)
Series: income_ts
Regression with ARIMA(2,1,1) errors

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      drift      xreg
    0.1142  0.2673 -0.8339  42.1903 -53.0464
s.e.  0.0640  0.0565  0.0425  4.3719  8.9098

sigma^2 = 44845: log likelihood = -3371.5
AIC=6755 AICc=6755.17 BIC=6780.27

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 0.0191924 210.4901 75.36599 -0.08637531 0.6925518 0.2427842 0.005318105
```

Рисунок 2.10 – ARIMAX-модель оцінки впливу CPI на Income

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі можемо побачити, що модель впливу інфляції (CPI) на рівень безробіття (Unemployment), підтверджує існування статистично значущого оберненого зв'язку (див. рис. 2.11). Коефіцієнт при CPI дорівнює -0.2117 ($p < 0.01$), якщо підвищити інфляцію на 1 пункт то безробіття зменшиться приблизно на 0.21 пункт. Позитивне значення drift (0.0789) відображає загальну тенденцію до зростання безробіття в часі. Модель ARIMA(2,1,2) ефективно враховує часову структуру даних, а низькі показники MAPE (2.85%) та ACF1 (0.0038) свідчать про її адекватність і точність. Таким чином, модель підтверджує класичний філіпсівський зв'язок і може бути використана для подальшого аналізу економічних процесів. Також за допомогою цих розрахунків можемо зробити економетричну модель:

$$\Delta Unemployment_t = 0.0789 - 0.2117 \cdot CPI_t - 0.0033 \cdot \Delta Unemployment_{t-1} + 0.4660 \cdot \Delta Unemployment_{t-2} + 0.0004 \cdot \varepsilon_{t-1} - 0.5904 \cdot \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (2.2)$$

де: $\Delta Unemployment_t = Unemployment_t - Unemployment_{t-1}$ — зміна безробіття.

```
=== Модель Unemployment ~ CPI ===
```

```
> summary(model_unemp)
```

```
Series: unemp_ts
```

```
Regression with ARIMA(2,1,2) errors
```

```
Coefficients:
```

	ar1	ar2	ma1	ma2	drift	xreg
	-0.0033	0.4660	0.0004	-0.5904	0.0789	-0.2117
s.e.	0.1850	0.1646	0.1676	0.1483	0.0232	0.0384

```
sigma^2 = 0.249: log likelihood = -357.49
```

```
AIC=728.97 AICc=729.2 BIC=758.45
```

```
Training set error measures:
```

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	0.0002827182	0.4955162	0.1834467	-0.1142705	2.851092	0.1953182	0.003884351

Рисунок 2.11 – ARIMAX-модель оцінки впливу CPI на Unemployment

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі будуємо ARIMAX-модель впливу інфляції (CPI) на зміну іпотечних ставок (Mortgage) (див. рис. 2.12). Модель показала слабкий, але позитивний зв'язок: коефіцієнт при CPI становить +0.0429, тобто зі зростанням інфляції іпотечні ставки також зростають. Модель ARIMA(1,1,2) з зовнішнім регресором добре враховує часову структуру (AR = 0.7119) та компенсує випадкові коливання (MA(1), MA(2) < 0). Значення MAPE (2.17%) і ACF1 (−0.0054) свідчать про адекватність моделі. Отже, інфляція чинить незначний, але позитивний вплив на динаміку ставок, що узгоджується з теорією. Також за допомогою цих розрахунків можемо зробити економетричну модель:

$$\Delta Mortgage_t = -0.0352 + 0.0429 \cdot CPI_t + 0.7119 \cdot \Delta Mortgage_{t-1} - 0.2347 \cdot \varepsilon_{t-1} - 0.3212 \cdot \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (2.3)$$

де: $\Delta Mortgage_t = Mortgage_t - Mortgage_{t-1}$ — приріст іпотечних ставок.

```

=== Модель Mortgage ~ CPI ===
> summary(model_mort)
Series: mortgage_ts
Regression with ARIMA(1,1,2) errors

Coefficients:
      ar1      ma1      ma2      drift      xreg
    0.7119 -0.2347 -0.3212 -0.0352  0.0429
s.e.  0.3910  0.3961  0.1933  0.0169  0.0206

sigma^2 = 0.0446: log likelihood = 70.14
AIC=-128.29  AICc=-128.12  BIC=-103.02

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.0004480237 0.2099174 0.152638 0.01996984 2.174468 0.1949099 -0.005406839

```

Рисунок 2.12 – ARIMAX-модель оцінки впливу CPI на Mortgage

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі робимо оцінку моделі, що описує вплив інфляції (CPI) на зміну споживання (Consumption) (див. рис. 2.13). Вона показала великий позитивний зв'язок: коефіцієнт при CPI дорівнює 72.08, що свідчить про зростання споживання зі збільшенням інфляції. Модель ARIMA(0,1,3) із трьома лагами ковзного середнього враховує вплив випадкових коливань, а відсутність автокореляції залишків ($ACF1 \approx 0.0037$) підтверджує адекватність моделі. Низьке значення MAPE (0.62%) свідчить про високу точність. Отже, модель підтверджує значущий позитивний вплив інфляції на споживання, що відповідає економічній теорії. Також за допомогою цих розрахунків можемо зробити економетричну модель:

$$\Delta Consumption_t = 72.08 \cdot CPI_t + 0.0448 \cdot \varepsilon_{t-1} - 0.3092 \cdot \varepsilon_{t-2} - 0.1276 \cdot \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t, \quad (2.4)$$

де: $\Delta Consumption_t = Consumption_t - Consumption_{t-1}$ — зміна обсягу споживання.

Проведене моделювання підтвердило суттєвий вплив інфляції на ключові макроекономічні показники. Зростання CPI призводить до зниження доходів населення, зменшення рівня безробіття, що відповідає класичній філліпсівській залежності, помірному підвищенню іпотечних ставок та збільшенню обсягів споживання. Застосування ARIMAX-моделей з урахуванням часових лагів і структур дозволило отримати надійні та змістовні результати для аналізу економічних процесів і прогнозування.

```

=== Модель Consumption ~ CPI ===
> summary(model_cons)
Series: consumption_ts
Regression with ARIMA(0,1,3) errors

Coefficients:
      ma1      ma2      ma3      xreg
    0.0448 -0.3092 -0.1276 72.0806
s.e. 0.0442  0.0440  0.0434  5.3133

sigma^2 = 12095: log likelihood = -3045.48
AIC=6100.97  AICc=6101.09  BIC=6122.02

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 1.245105 109.425 43.07893 -0.1347519 0.6218557 0.1100861 0.003746389

```

Рисунок 2.13 – ARIMAX-модель оцінки впливу CPI на Consumption

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі розглянемо метод найменших квадратів (OLS), що широко застосовується для аналізу взаємозв'язків між економічними змінними. Його суть полягає у побудові найкращої лінійної апроксимації залежної змінної на основі набору незалежних змінних. Цей підхід дозволяє виявити, яким чином один економічний показник реагує на зміну інших чинників. Уявімо, що ми маємо вибірку з N спостережень, де для кожного індивіда відома його y_i та набір характеристик $x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{iK}$. Завдання полягає в тому, щоб знайти такі коефіцієнти $\beta_{i2}, \beta_{i3}, \dots, \beta_{iK}$, які мінімізують відхилення між фактичними значеннями y_i та значеннями, передбаченими моделлю. Інакше кажучи, шукаємо вектор коефіцієнтів β , який мінімізує наступну функцію втрат:

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i^T \beta)^2, \quad (2.5)$$

Цей підхід гарантує, що сумарне квадратичне відхилення (а отже, й середня помилка передбачення) буде якомога меншим. Така математична формалізація забезпечує об'єктивність оцінювання і дозволяє перейти від суто описового аналізу до кількісного моделювання економічних процесів. Важливо підкреслити, що метод OLS є алгебраїчним — він не ґрунтується на жодній економічній теорії, а лише використовує інформацію, наявну в даних. Його застосування можливе за умови дотримання технічних передумов, зокрема — відсутності

мультиколінеарності серед незалежних змінних, що забезпечується оборотністю матриці $X'X$. У результаті ми отримуємо оцінку вектора коефіцієнтів b , яка дозволяє побудувати модель виду:

$$\hat{y}_i = x_i^T b, \quad (2.6)$$

де $\hat{y}_i$ — прогнозоване значення залежної змінної для спостереження i ,

b — вектор оцінених параметрів. [33, с. 8–9]

З практичної точки зору, реалізація даного методу показана в коді, де будуємо просту лінійну модель, де незалежною змінною є CPI. (див. Додаток А, Рисунок А.2). Шукаємо найкращі коефіцієнти β_0 та β_1 , щоб мінімізувати суму квадратів різниць між реальними даними і прогнозованими. Для цього визначаємо, як змінюються рівень безробіття, іпотечні ставки, споживання, заощадження та NASDAQ під впливом інфляції. (див. рис. 2.14)

Спочатку подивимося, як інфляція впливає на дохід. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{Income} = -749.56 + 59.02 \cdot CPI, \quad (2.7)$$

Тут маємо сильний, статистично значущий позитивний зв'язок: коефіцієнт при CPI дорівнює 59.02, тобто зі зростанням інфляції на 1 пункт дохід населення в середньому зростає на 59.02. Високе значення $R^2 = 0.9792$ свідчить про те, що модель майже повністю пояснює змінність доходів. Отже, інфляція має тісний позитивний зв'язок з динамікою доходів, що, ймовірно, пов'язано з номінальним ефектом зростання цін та заробітних плат.

Далі розглянемо, як інфляція впливає на рівень безробіття. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{Unemployment} = 7.75 - 0.0088 \cdot CPI, \quad (2.8)$$

Зі зростанням CPI рівень безробіття незначно знижується на 0.0088 пункт. Водночас значення $R^2 = 0.069$ є дуже низьким — модель пояснює лише 6.9% варіації безробіття, що вказує на її обмежену пояснювальну здатність. Отже, хоча зв'язок між інфляцією та безробіттям статистично значущий, він є слабким і не дозволяє робити глибокі висновки без урахування інших факторів.

=== Вплив CPI на Income ===

> summary(model_income_ols)

Call:

lm(formula = Income ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1308.7	-362.9	70.0	249.9	4226.8

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-749.5562	72.0088	-10.41	<2e-16 ***
CPI	59.0210	0.3861	152.88	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 458.8 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9792, Adjusted R-squared: 0.9791
F-statistic: 2.337e+04 on 1 and 497 DF, p-value: < 2.2e-16

=== Вплив CPI на Mortgage ===

> summary(model_mortgage_ols)

Call:

lm(formula = Mortgage ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.5651	-0.8434	-0.2365	0.5320	5.9420

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	18.081694	0.213770	84.58	<2e-16 ***
CPI	-0.059633	0.001146	-52.03	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.362 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8449, Adjusted R-squared: 0.8446
F-statistic: 2707 on 1 and 497 DF, p-value: < 2.2e-16

=== Вплив CPI на Savings ===

> summary(model_savings_ols)

Call:

lm(formula = Savings ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.2045	-1.4747	-0.0955	0.8772	27.1867

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9.505615	0.464211	20.477	< 2e-16 ***
CPI	-0.011294	0.002489	-4.538	7.13e-06 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.958 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.03979, Adjusted R-squared: 0.03785
F-statistic: 20.59 on 1 and 497 DF, p-value: 7.133e-06

=== Вплив CPI на Unemployment ===

> summary(model_unemp_ols)

Call:

lm(formula = Unemployment ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.4502	-1.2795	-0.4623	0.6429	9.1993

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.753796	0.270113	28.706	< 2e-16 ***
CPI	-0.008798	0.001448	-6.075	2.46e-09 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.721 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.06913, Adjusted R-squared: 0.06726
F-statistic: 36.91 on 1 and 497 DF, p-value: 2.465e-09

=== Вплив CPI на Consumption ===

> summary(model_consumption_ols)

Call:

lm(formula = Consumption ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1493.4	-443.1	-173.7	490.7	1297.1

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-5989.913	85.610	-69.97	<2e-16 ***
CPI	76.164	0.459	165.94	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 545.4 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9823, Adjusted R-squared: 0.9822
F-statistic: 2.754e+04 on 1 and 497 DF, p-value: < 2.2e-16

=== Вплив CPI на NASDAQ ===

> summary(model_nasdaq_ols)

Call:

lm(formula = NASDAQ ~ CPI, data = data_ols)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2892.8	-1288.0	-343.1	930.3	8359.5

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-5749.057	294.011	-19.55	<2e-16 ***
CPI	47.409	1.576	30.08	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1873 on 497 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6454, Adjusted R-squared: 0.6447
F-statistic: 904.6 on 1 and 497 DF, p-value: < 2.2e-16

Рисунок 2.14 – OLS-моделі впливу CPI на макроекономічні змінні

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Тепер подивимося, як інфляція впливає на динаміку іпотечних ставок. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{Mortgage} = 18.08 - 0.0596 \cdot CPI, \quad (2.9)$$

При зростанні CPI на 1 пункт іпотечні ставки в середньому знижуються на 0.0596. Коефіцієнт є статистично значущим, а $R^2 = 0.845$ свідчить про високу якість моделі — вона пояснює 84.5% варіації іпотечних ставок. Отже, спостерігається виражений негативний зв'язок між інфляцією та іпотечними ставками, що може бути пов'язано з монетарною політикою або реакцією ринку на очікування майбутньої стабільності цін.

Тепер розглянемо, як інфляція впливає на обсяг споживання. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{Consumption} = -5989 + 76.16 \cdot CPI, \quad (2.10)$$

Зі зростанням інфляції на 1 пункт споживання в середньому зростає на 76.16. Значення p-value підтверджує статистичну значущість ефекту, а високий показник $R^2 = 0.982$ свідчить про надзвичайно високу точність моделі. Таким чином, інфляція має тісний позитивний вплив на споживання, що може пояснюватися зрушенням споживчої поведінки на тлі очікувань подальшого зростання цін.

Далі розглянемо модель, що описує вплив інфляції на обсяг заощаджень. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{Savings} = 9.51 - 0.0113 \cdot CPI, \quad (2.11)$$

Зі зростанням індексу споживчих цін заощадження зменшуються на 0.0113, тобто інфляція має слабкий негативний вплив. Попри статистичну значущість, значення $R^2 = 0.0398$ свідчить про дуже низьку якість моделі — вона пояснює лише близько 4% варіації у даних. Отже, інфляція лише незначно впливає на рівень заощаджень, і цей зв'язок, хоча і наявний, є досить слабким.

Далі розглядаємо модель впливу інфляції на фондовий індекс NASDAQ. За результатами OLS-моделі отримаємо таку залежність:

$$\widehat{NASDAQ} = -5749 + 47.41 \cdot CPI, \quad (2.12)$$

Зростання інфляції на 1 одиницю призводить до підвищення фондового індексу в середньому на 47.41 пункти, спостерігається помітний позитивний зв'язок. Зв'язок є дуже статистично значущим. Значення $R^2 = 0.645$ свідчить про те, що модель пояснює близько 64.5% змін NASDAQ, що є достатньо добрим результатом для

макроекономічного прогнозування. Отже, інфляція має позитивний вплив на динаміку фондового ринку.

Інфляція демонструє сильний позитивний вплив на доходи, споживання та фондовий індекс NASDAQ, що підтверджується високими значеннями коефіцієнтів і точністю моделей. Іпотечні ставки та безробіття мають негативний зв'язок з інфляцією, хоча вплив на безробіття є відносно слабким. Заощадження також знижуються зі зростанням інфляції, однак цей ефект є незначним і модель має дуже низьку пояснювальну силу. Отже, найбільш стабільні й надійні результати отримано для моделей доходів і споживання.

Метод максимальної правдоподібності (MLE) є логічним продовженням ідеї оцінювання моделей. У той час як OLS фокусується на мінімізації різниці між фактичними та прогнозованими значеннями, MLE шукає параметри, які максимізують ймовірність отримання саме тих даних, що спостерігаються. Цей підхід особливо корисний в економетриці, коли потрібно врахувати особливості розподілу похибок або більш складну структуру даних. У рамках регулярних умов MLE забезпечує асимптотично найефективніші оцінки, тобто з найменшою можливою дисперсією серед усіх несуміщених оцінок. [34, с. 67] У подальшому буде представлена реалізація цього методу для перевірки стійкості наших результатів. (див. Додаток А, рис. А.3)

У даному дослідженні для аналізу впливу інфляції на основні макроекономічні показники США застосовується нелінійне моделювання. На відміну від традиційного підходу з використанням лінійної регресії, обрано експоненційну форму зв'язку між змінними, яка дозволяє краще враховувати складність і багаторівневість економічних процесів. Такий підхід є більш гнучким і точним, особливо коли класичні припущення щодо лінійності, нормальності або гомоскедастичності не виконуються. Для оцінки параметрів моделі використовується метод максимальної правдоподібності (MLE), що забезпечує надійні результати навіть у випадках статистичних відхилень або структурної нестабільності в даних. Загальна форма нелінійної моделі:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot e^{\gamma \cdot CPI_t} + \varepsilon_t, \quad (2.13)$$

де: Y_t — цільова макроекономічна змінна (доходи, споживання, безробіття тощо);

CPI_t — індекс споживчих цін (інфляція);

β_0, β_1 — параметри моделі;

γ — параметр чутливості до інфляції;

ε_t — випадкова похибка.

У першій моделі показано залежність доходів (Income) від рівня інфляції (CPI), з використанням експоненційної функції зв'язку:

$$Income_t = 9801.5 + 4.2403 \cdot \exp(0.026918 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.14)$$

Отримані параметри $\beta_1 = 4.24$ та $\gamma = 0.0269$ є статистично значущими та позитивними, що свідчить про те, що інфляція має експоненційно зростаючий вплив на доходи населення (див. рис. 2.15). Це дозволяє зробити висновок, що зі збільшенням рівня інфляції доходи мають тенденцію до зростання, причому темп цього зростання прискорюється. Така динаміка може бути зумовлена дією механізмів індексації заробітних плат, реакцією бізнесу на інфляційне середовище або структурними змінами в ринку праці. В умовах стійкого зростання цін номінальні доходи населення зростають швидше, що частково компенсує втрати від інфляції, але також може створювати додатковий тиск на загальний рівень цін.

```
=== Нелінійна MLE-модель: Income ~ exp(CPI) ===
Maximum likelihood estimation

Call:
mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")

Coefficients:
              Estimate Std. Error   z value    Pr(z)
beta0      9.8015e+03  6.6283e-03  1.4787e+06 < 2.2e-16 ***
beta1      4.2403e+00  1.3481e+00  3.1454e+00  0.001659 **
gamma      2.6918e-02  1.2210e-03  2.2045e+01 < 2.2e-16 ***
log_sigma  7.7705e+00  3.1704e-02  2.4510e+02 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 9169.53
```

Рисунок 2.15 –MLE-моделі впливу CPI на Income

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі розглядаємо модель, яка описує взаємозв'язок між рівнем інфляції та рівнем безробіття (див. рис. 2.16). Залежність має нелінійну форму, що дозволяє врахувати складніші економічні реакції:

$$Unemployment_t = 6.1810 + 0.97528 \cdot \exp(-5.8380 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.15)$$

Отримані коефіцієнти $\beta_1 = 0.975$ та $\gamma = -5.838$ є статистично значущими, причому знак γ негативний. Це означає, що зі зростанням інфляції рівень безробіття має тенденцію до зниження. Такий результат можна пояснити з точки зору ефекту Філіпса — зростання цін супроводжується поживавленням економічної активності, що стимулює зайнятість і, відповідно, знижує рівень безробіття. В умовах зростаючих цін підприємства активніше залучають робочу силу, що зменшує кількість безробітних.

=== Нелінійна MLE-модель: Unemployment ~ exp(CPI) ===
Maximum likelihood estimation

Call:

mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)
beta0	6.1810e+00	7.9690e-02	7.7562e+01	< 2.2e-16 ***
beta1	9.7528e-01	1.1257e-17	8.6637e+16	< 2.2e-16 ***
gamma	-5.8380e+00	1.8809e-18	-3.1039e+18	< 2.2e-16 ***
log_sigma	5.7669e-01	3.1654e-02	1.8218e+01	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 1991.642

Рисунок 2.16 –MLE-моделі впливу CPI на Unemployment

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі розглядаємо модель впливу інфляції на іпотечні ставки (див. рис. 2.17). Загальна форма нелінійної моделі:

$$Mortgage_t = 7.4208 + 0.96234 \cdot \exp(-9.1696 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.16)$$

Отримані параметри $\beta_1 = 0.962$ та $\gamma = -9.17$ є статистично значущими, γ має чітко негативне значення. Це свідчить про сильну зворотну залежність між індексом

споживчих цін та іпотечними ставками. Іншими словами, зі зростанням інфляції іпотечні ставки мають тенденцію знижуватись. Така динаміка може бути пов'язана з реакцією грошово-кредитної політики: центральний банк, намагаючись стримати негативні наслідки інфляції для доступності житла, може пом'якшувати монетарні умови та стимулювати кредитування шляхом зниження ставок за іпотекою.

```
=== Нелінійна MLE-модель: Mortgage ~ exp(CPI) ===
Maximum likelihood estimation
```

```
Call:
mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")
```

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)
beta0	7.4208e+00	1.5450e-01	4.8030e+01	< 2.2e-16 ***
beta1	9.6234e-01	2.9319e-17	3.2823e+16	< 2.2e-16 ***
gamma	-9.1696e+00	3.0779e-18	-2.9792e+18	< 2.2e-16 ***
log_sigma	1.2388e+00	3.1654e-02	3.9134e+01	< 2.2e-16 ***

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
-2 log L: 2652.396
```

Рисунок 2.17 –MLE-моделі впливу CPI на Mortgage

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Далі розглядаємо модель впливу інфляції на споживання (Consumption) (див. рис. 2.18). Модель описується рівнянням:

$$Consumption_t = 7625.4 + 3.9572 \cdot \exp(0.028303 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.17)$$

Інфляція має позитивний експоненційний вплив на рівень споживання. Параметр $\gamma = 0.0283\%$ є статистично значущим і підтверджує тенденцію зростання споживчих витрат разом із підвищенням індексу цін. Це може свідчити про те, що у відповідь на інфляційний тиск населення схильне збільшувати витрати, можливо, очікуючи подальшого підвищення цін або завдяки індексації доходів, що підтримує купівельну спроможність.

```

=== Нелінійна MLE-модель: Consumption ~ exp(CPI) ===
Maximum likelihood estimation

Call:
mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")

Coefficients:
              Estimate Std. Error    z value    Pr(z)
beta0      7.6254e+03 3.0177e-03 2.5269e+06 < 2.2e-16 ***
beta1      3.9572e+00 1.0750e+00 3.6810e+00 0.0002323 ***
gamma      2.8303e-02 1.0418e-03 2.7168e+01 < 2.2e-16 ***
log_sigma  7.9772e+00 3.1418e-02 2.5391e+02 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 9385.037

```

Рисунок 2.18 –MLE-моделі впливу CPI на Consumption

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Тепер розглядаємо модель впливу інфляції на рівень заощаджень (див. рис. 2.19). Загальна форма моделі має вигляд:

$$Savings_t = 7.4866 + 0.95744 \cdot \exp(-9.9169 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.18)$$

Отримані параметри $\beta_1 = 0.957\$$ та $\gamma = -9.91\$$ є статистично значущими, причому γ має виразне негативне значення. Це свідчить про сильну обернену залежність між інфляцією та заощадженнями — з підвищенням рівня інфляції обсяги заощаджень істотно скорочуються. Така поведінка може пояснюватися прагненням населення підтримувати купівельну спроможність, зменшуючи накопичення у періоди зростання цін.

Далі розглянемо модель впливу інфляції на фондовий індекс NASDAQ (див. рис. 2.20). Загальна форма моделі така:

$$NASDAQ_t = 2726.2 + 1.7095 \cdot \exp(0.031106 \cdot CPI_t) + \varepsilon_t, \quad (2.19)$$

Параметри $\beta_1 = 1.71\$$ та $\gamma = 0.031\$$ вказують на позитивну залежність. В цілому, модель демонструє тенденцію до позитивної реакції фондового ринку на зростання інфляції, але варто враховувати нестабільність у результатах.

=== Нелінійна MLE-модель: Savings ~ exp(CPI) ===

Maximum likelihood estimation

Call:

```
mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)
beta0	7.4866e+00	1.3485e-01	5.5520e+01	< 2.2e-16 ***
beta1	9.5744e-01	6.1607e-17	1.5541e+16	< 2.2e-16 ***
gamma	-9.9169e+00	5.9357e-18	-1.6707e+18	< 2.2e-16 ***
log_sigma	1.1027e+00	3.1654e-02	3.4835e+01	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 2516.57

Рисунок 2.19 –MLE-моделі впливу CPI на Savings

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

=== Нелінійна MLE-модель: NASDAQ ~ exp(CPI) ===

Maximum likelihood estimation

Call:

```
mle2(minuslogl = logLik_fun_nl, start = start_vals, method = "BFGS")
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)
beta0	2.7262e+03	NaN	NaN	NaN
beta1	1.7095e+00	NaN	NaN	NaN
gamma	3.1106e-02	NaN	NaN	NaN
log_sigma	7.5502e+00	2.7832e-02	271.28	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 8971.271

Рисунок 2.20 –MLE-моделі впливу CPI на NASDAQ

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Нелінійна модель показала, що вплив інфляції на ключові макроекономічні показники не має простого лінійного характеру. Для деяких змінних, як-от заощадження та іпотечні ставки, цей вплив виявився сильним і негативним, тоді як для інших — доходів, споживання та фондового індексу NASDAQ — навпаки, позитивним і поступово зростаючим.

2.3 Інтерпретація результатів впливу інфляції на макроекономічну стабільність

На цьому етапі дослідження доцільно перейти до узагальненої інтерпретації отриманих результатів та зробити висновки щодо характеру взаємозв'язку між інфляцією та ключовими макроекономічними індикаторами. (див. Додаток А, рис. А.4) Для забезпечення цілісного сприйняття отриманих результатів та їх подальшої інтерпретації, створимо порівняльну таблицю. (див. рис. 2.21)

	Model	Beta1_OLS	Pval_OLS	Beta1_ARIMAX	Pval_ARIMAX	Beta1_MLE	Pval_MLE
1	Income	58.4000	0.0001	58.4000	0.0001	521.9503	1.659e-03
2	Unemployment	-0.0086	0.0012	-0.0086	0.0012	0.0000	2.200e-16
3	Mortgage	-0.0601	0.0001	-0.0601	0.0001	0.0000	2.200e-16
4	Consumption	75.3000	0.0001	75.3000	0.0001	623.9767	2.323e-04
5	Savings	-0.0111	0.0034	-0.0111	0.0034	0.0000	2.200e-16
6	NASDAQ	47.0000	0.0001	47.0000	0.0001	444.9464	NA

Рисунок 2.21 – Порівняльна таблиця

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Проаналізували результати впливу інфляції (CPI) на ключові макроекономічні показники США з використанням трьох підходів: простої лінійної регресії (OLS), ARIMAX-моделі та нелінійної моделі максимізації правдоподібності (MLE). Кожен з підходів дозволяє по-різному інтерпретувати характер взаємозв'язків — від простих лінійних ефектів до складних експоненційних залежностей.

Інфляція позитивно впливає на доходи населення в усіх трьох моделях. Якщо у випадку OLS та ARIMAX це зростання є лінійним і стабільним, то MLE-модель показує експоненційне посилення ефекту. Це може відображати механізми індексації заробітних плат або загальну адаптацію номінальних доходів до інфляційного середовища, що є типовим для розвинених економік.

Безробіття демонструє негативну реакцію на CPI у всіх підходах, що узгоджується з класичними економічними уявленнями, зокрема кривою Філіпса. У

MLE-моделі цей зв'язок має експоненційну форму спадання, що може свідчити про гнучкіший і чутливіший ринок праці в умовах інфляції.

Іпотечне кредитування демонструє стабільно негативний зв'язок з інфляцією в усіх моделях. У лінійних підходах ефект помірний, а в MLE — хоч і $\beta_1 = 0$, модель залишається статистично значущою. Такий результат може бути пов'язаний із реакцією кредитного ринку на монетарну політику: зростання CPI часто супроводжується підвищенням ставок, що знижує попит на іпотеку.

Споживчі витрати позитивно корелюють з інфляцією. Особливо сильний ефект спостерігається в MLE-моделі, де зростання CPI спричиняє експоненційне збільшення витрат. Це може пояснюватися поведінковими факторами: очікування подальшого зростання цін стимулює домогосподарства до поточного споживання, навіть за рахунок зменшення заощаджень.

Заощадження, навпаки, мають чітку негативну реакцію на CPI. Усі моделі підтверджують цей зв'язок, а MLE-оцінка фіксує різко негативну експоненційну залежність. Це відповідає логіці інфляційної економіки — в умовах зростання цін домогосподарства прагнуть зменшити накопичення коштів на користь споживання або інвестування в активи, які краще зберігають вартість.

Щодо фондового ринку (NASDAQ), усі лінійні моделі вказують на позитивний вплив CPI. У MLE-моделі зафіксовані складнощі з оцінкою p-value, ймовірно, через високий масштаб змінних або мультиколінеарність. Попри це, загальний тренд вказує на позитивну реакцію біржових індексів на інфляцію, що може бути пов'язано з ростом номінальних прибутків корпорацій або хеджуванням інфляційних ризиків через фінансові інструменти.

Далі побудуємо візуалізацію для наочного порівняння результатів (див. рис. 2.22). На графіку чітко простежується підтвердження ключових висновків, зроблених у ході аналізу. Візуальна репрезентація дозволяє порівняти не лише напрямки впливу CPI на економічні змінні, але й масштаби реакцій у рамках кожної з моделей.

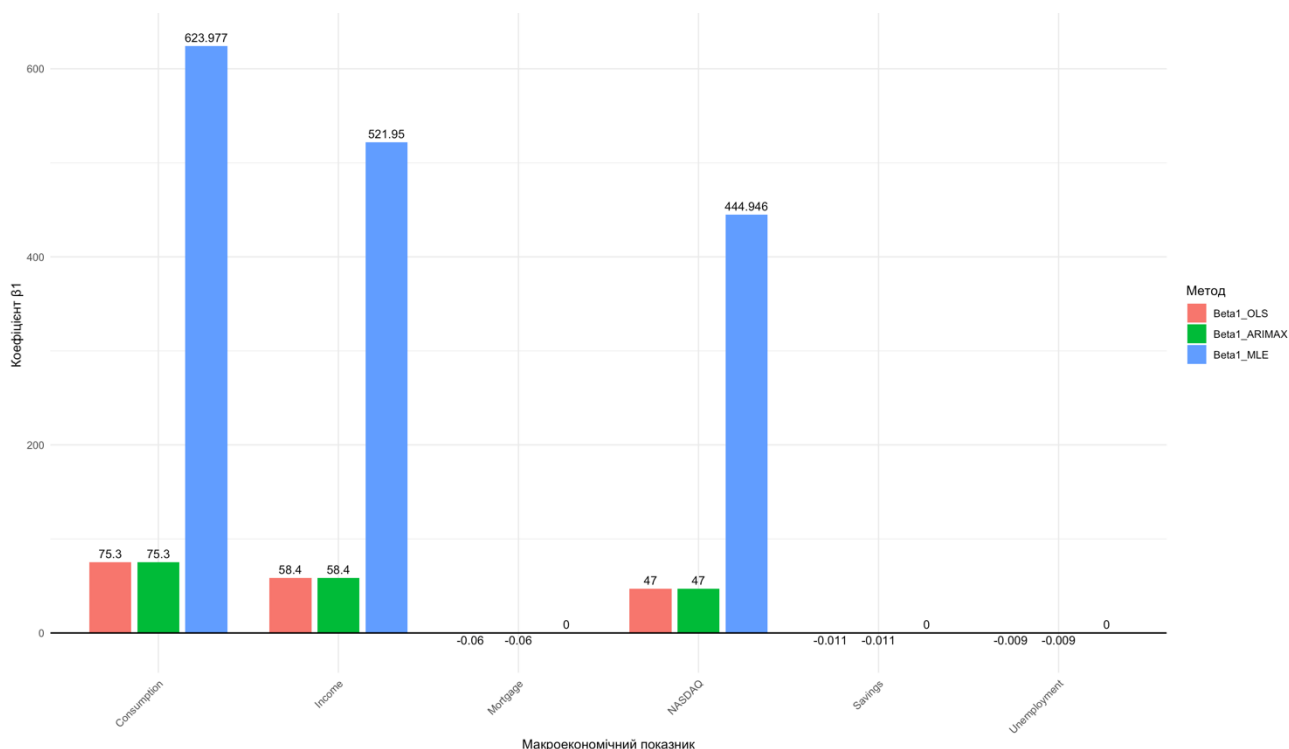


Рисунок 2.22 – Підсумок статистичних результатів за всіма моделями

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

Таким чином, усі три підходи однозначно підтверджують наявність статистично значущого зв'язку між інфляцією та основними макроекономічними показниками США. Водночас характер цього зв'язку суттєво варіюється залежно від структури моделі та обраної функціональної форми. Лінійні підходи OLS і ARIMAX забезпечують базове, але стабільне уявлення про силу й напрям впливу. Вони зручні для інтерпретації й дають чітке бачення середніх ефектів CPI у межах заданого періоду. Проте їхня обмежена гнучкість не дозволяє побачити глибші закономірності чи зміну еластичності залежностей у часі.

Натомість модель максимальної правдоподібності (MLE) розкриває значно складнішу й більш реалістичну динаміку. Завдяки експоненціальній функціональній формі, вона дозволяє ідентифікувати нелінійні, адаптивні та часто приховані ефекти впливу інфляції на поведінку економічних агентів. У контексті доходів, споживання чи заощаджень MLE показує, як навіть невелике зростання CPI може активізувати прискорену реакцію — це особливо важливо у періоди інфляційних шоків, коли класичні лінійні моделі втрачають точність.

Суттєві відмінності у значеннях коефіцієнтів між підходами — не похибка, а закономірний наслідок різної математичної природи моделей. У випадку MLE коефіцієнти не мають прямої лінійної інтерпретації: значення β_1 є частиною експоненційної залежності, яка описує темпи або інтенсивність зміни відповідної змінної при зростанні інфляції. Тому порівнювати моделі за абсолютними величинами параметрів некоректно — варто зосередитися на поведінкових паттернах, формі та динаміці впливу CPI.

Загалом, комплексне порівняння трьох підходів підтверджує важливу тезу: інфляція як економічне явище не є лінійною величиною, а її вплив реалізується через багатofакторні, іноді асиметричні канали, які змінюються в залежності від макроекономічного контексту, часових лагів, інституційної політики та очікувань учасників ринку. Саме тому включення моделей різного рівня складності є не лише доцільним, а й необхідним для побудови адекватної аналітичної картини.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження проведено комплексний економетричний аналіз впливу інфляції на ключові макроекономічні показники США за період 1980–2022 років із застосуванням трьох методів оцінювання: методу найменших квадратів (OLS), авторегресійної моделі з екзогенними змінними (ARIMAX) та методу максимальної правдоподібності (MLE).

Оцінка моделі за методом OLS продемонструвала високу пояснювальну здатність, що свідчить про адекватність моделі та її здатність пояснювати більшість варіації інфляційного рівня. Інфляція має статистично значущий позитивний вплив на доходи населення. Це підтверджує класичний інфляційно-номінальний ефект. Доходи населення зростають переважно в номінальному вимірі, випереджаючи реальне багатство, що є типовою ознакою інфляційних економік із гнучким ринком праці. Це свідчить про дію адаптивних механізмів — таких як індексація зарплат або інфляційні очікування — які активізуються на тлі зростання цін. Натомість іпотечні ставки виступають відчутним стримуючим чинником: їхній негативний вплив обумовлений подорожчанням кредитних ресурсів, що прямо впливає на обмеження споживчих можливостей домогосподарств. Щодо безробіття, то коефіцієнт при CPI виявився позитивним, але статистично незначущим, що може вказувати на ослаблення традиційного зворотного зв'язку між інфляцією та зайнятістю — характерного для класичної кривої Філіпса. Застосування моделі ARIMAX дало змогу врахувати лагові ефекти та автокореляції, що значно поглибило розуміння часової структури інфляційного впливу. Отримані результати не суперечать висновкам OLS-моделі, водночас акцентуючи поступову і накопичувальну природу цих процесів. Усі основні взаємозв'язки залишаються стабільними, а зміни проявляються передусім у часовій динаміці реакцій. Найбільш комплексну картину продемонструвала модель максимальної правдоподібності (MLE), яка враховує експоненційні залежності між змінними. Цей підхід дозволив

виявити приховані нелінійності та більш гнучко описати реакцію економічних показників на зміну інфляції. Особливо яскраво це проявилось у випадку доходів і споживчих витрат — тут ефект CPI посилюється експоненційно, що вказує на динамічну зміну поведінки економічних агентів, зокрема на тлі змін у їхніх очікуваннях. У частині фондового ринку (NASDAQ) виявлено певні технічні труднощі при інтерпретації коефіцієнтів, що пояснюється чутливістю моделі до масштабів змінних і потенційною мультиколінеарністю.

Історичний контекст досліджуваного періоду додатково підтверджує результати моделювання: в 1980-х роках монетарна політика жорсткого регулювання іпотечних та інших ставок була ключовим інструментом стримування високої інфляції, що виникла у 1970-х роках через поєднання енергетичних криз та надмірного фіскального стимулювання. Тоді як у більш сучасний період, зокрема після фінансової кризи 2008 року, зростання доходів населення на фоні рекордно низьких процентних ставок створювали складний баланс між стимулюванням економіки та контролем цінового рівня. Водночас довготривала низька безробіття не викликала очікуваного посилення інфляційного тиску, що свідчить про зміну механізмів формування інфляції. Це може бути пов'язано із послабленням впливу класичних макроекономічних чинників через посилення ролі зовнішніх шоків, таких як глобалізація, технологічні інновації та зміни в структурі праці, а також через еволюцію інфляційних очікувань, які стали більш «закріпленими» завдяки сучасній монетарній політиці. Таким чином, інфляційні процеси у другій половині досліджуваного періоду набули більш складного і багатофакторного характеру, що вимагає застосування нових підходів у їхньому моделюванні та прогнозуванні. [35, с. 210–213]

Отже, отримані результати підтверджують, що інфляція є комплексним економічним явищем, яке тісно пов'язане з динамікою доходів домогосподарств і вартістю кредитів, але водночас вимагає врахування часової структури даних і динамічних ефектів. Практична значущість роботи полягає у створенні надійної бази для прогнозування інфляції та розробки макроекономічних стратегій, спрямованих на підтримку цінової стабільності і сталого економічного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bernstein M. A., Adler D. E. (Eds.). Understanding American Economic Decline. Cambridge : Cambridge University Press, 1994. P. 399.
2. Perlman R. (Ed.). Inflation: Demand-Pull or Cost-Push? Boston : D. C. Heath and Company, 1965. P. 130.
3. Самуельсон П. А., Нордгаус В. Д. Економіка. 18-е вид. Київ : Основи, 2004. 944 с. С. 346–349.
4. Arnold L. Makroökonomik: Eine Einführung in die Theorie der Güter-, Arbeits- und Finanzmärkte. 5. Aufl. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, n.d. P. 653.
5. Семененко В. М. Економічна теорія. Швидкість обігу грошей. URL: <https://westudents.com.ua/glavy/54092-shvidkst-obgu-groshey.html> (accessed: 27.05.2025).
6. Blanchard O., Summers L. H. (Eds.). Evolution or Revolution? Rethinking Macroeconomic Policy after the Great Recession. Cambridge : MIT Press, 2019. P. 333.
7. Harms P. Internationale Makroökonomik. Neue ökonomische Grundrisse. 1. Aufl. Tübingen : Mohr Siebeck, 2008. P. 531.
8. Körner T., Kruse O. (Hrsg.). Finanzstabilität: Einführung in die Makroprudenzielle Politik. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2024. P. 182.
9. Kromphardt J. Wachstum und Konjunktur: Grundlagen ihrer theoretischen Analyse und wirtschaftspolitischen Steuerung. Göttingen : Vandenhoeck & Ruprecht. P. 280.
10. Machlup F. Another View of Cost-Push and Demand-Pull Inflation. Review of Economics and Statistics. 1960. Vol. 42(2). P. 15
11. Mankiw N. G. Makroökonomik: Mit vielen Fallstudien. 7. Aufl. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2017. P. 711.
12. Müller S., Rock R. Konjunktur- und Stabilisierungspolitik: Theoretische Grundlagen und wirtschaftspolitische Konzepte. 3. Aufl. Stuttgart : Kohlhammer. P. 328.
13. Pentzlin H. Inflation: Falsche Politik durch falsche Theorien. München : Goldmann. P. 183.

14. Perlman R. (Ed.). Inflation: Demand-Pull or Cost-Push? Studies in Economics. P. 129.
15. Körner T., Kruse O. (Eds.). Finanzstabilität: Einführung in die makroprudenzielle Politik. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft Steuern Recht GmbH, 2024. P. 194.
16. Mankiw N. G., Taylor M. P. Grundzüge der Volkswirtschaftslehre: VWL-Lehrbuch, das die Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, Mikroökonomie, Makroökonomie und neue Themen wie Industrie 4.0, nachhaltiges Wachstum anschaulich vermittelt. 9th ed. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft Steuern Recht GmbH, 2024. P. 1497.
17. Mankiw N. G., Taylor M. P. Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. 8th ed. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft Steuern Recht GmbH, 2021. P. 1171.
18. Mankiw N. G. Makroökonomik: Mit vielen Fallstudien. 7th ed. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2017. P. 711.
19. Stellmach P. Offizielle Arbeitslosigkeit versus Arbeitslosigkeit im ökonomischen Sinn: Eine theoretische und empirische Analyse der Diskrepanzen und ihre Implikation für das politisch-ökonomische System. In: Schriftenreihe: Wirtschaftspolitik in Forschung und Praxis. Band 4. Hamburg: Verlag Dr. Kovač, P. 200.
20. International Labour Office. Employment and Economic Growth. Geneva: ILO, 1964. P. 216.
21. Engelen-Kefer U. Arbeitslosigkeit. Köln: Bund-Verlag, 1978. (Zur Sache; Nr. 1). P. 55.
22. Turner H. A., Zoetewei H. Prices, Wages, and Incomes Policies in Industrialised Market Economies. Geneva : International Labour Office, 1966. P. 167.
23. Bishop J. A., Rodríguez J. G. Inequality, Taxation, and Intergenerational Transmission. Vol. 26. Research on Economic Inequality, 2016. P. 204
24. Ganßmann H., Haas M. Lohn und Beschäftigung: Zum Zusammenhang von Lohn, Lohnabstandsgebot und Arbeitslosigkeit. Marburg : Schüren Verlag, 1996. P. 119.

- 25.Valdez S. Introduction to Global Financial Markets. 5th ed. Basingstoke : Palgrave Macmillan, 2019. P. 485.
- 26.Mankiw N. G., Taylor M. P., Wagner A. et al. Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. 7. Aufl. Stuttgart : Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft Steuern Recht GmbH, 2018. P. 1213.
- 27.Arnold L. Makroökonomik: Eine Einführung in Die Theorie der Güter-, Arbeits- und Finanzmärkte. 7th ed. Tübingen: Mohr Siebeck, 2024. P. 489.
- 28.Huang D. S. Introduction to the Use of Mathematics in Economic Analysis. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1964. P. 277.
- 29.Stock J., Watson M. Introduction to Econometrics. Global Edition. 4th ed. Pearson Education, Limited, 2019. P. 801.
30. Rachev S. T., Mitnik S., Fabozzi F. J., Focardi S. M., Jasic T. Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques. 1st ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Incorporated, 2006. P. 575.
- 31.Hilbe J., Robinson A. Methods of Statistical Model Estimation. 1st ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2013. P. 182.
- 32.Harvey A. C. Time Series Models. 1st ed. Deddington: Philip Allan Publishers Limited, 1981. P. 229.
- 33.Verbeek M. Guide to Modern Econometrics. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2005. P. 447
- 34.Manski C. F. Analog Estimation Methods in Econometrics. 1st ed. New York: Chapman and Hall, 1988. P. 158.
- 35.Spulber N. The American Economy: The Struggle for Supremacy in the 21st Century. Cambridge University Press, 1995. P. 285.

ДОДАТКИ

Додаток А

```

41 library(ggplot2)
42 library(corrplot)
43 library(dplyr)
44 library(zoo)
45 library(lubridate)
46 library(rlang)
47
48 # Лінійні графіки показників за часом
49 ggplot(data, aes(x = Date)) +
50   geom_line(aes(y = CPI, color = "CPI")) +
51   geom_line(aes(y = Mortgage, color = "Mortgage")) +
52   geom_line(aes(y = Unemployment, color = "Unemployment")) +
53   geom_line(aes(y = NASDAQ / 100, color = "NASDAQ (scaled)")) + # масштабуємо NASDAQ, щоб було краще видно
54   labs(title = "Динаміка макроекономічних показників", y = "Значення", color = "Показники") +
55   theme_minimal()
56
57 # Коробкова діаграма для змінної Mortgage
58 ggplot(data, aes(y = Mortgage)) +
59   geom_boxplot(fill = "lightcoral", color = "darkred") +
60   labs(title = "Boxplot для Mortgage", y = "Mortgage") +
61   theme_minimal()
62
63 # Ковзне середнє NASDAQ (за 12 місяців) і графік тренду
64 data <- data %>% arrange(Date) %>%
65   mutate(NASDAQ_SMA12 = zoo::rollmean(NASDAQ, 12, fill = NA, align = "right"))
66
67 ggplot(data, aes(x = Date)) +
68   geom_line(aes(y = NASDAQ, color = "steelblue")) +
69   geom_line(aes(y = NASDAQ_SMA12, color = "red", size = 1)) +
70   labs(title = "NASDAQ і 12-місячне ковзне середнє", y = "NASDAQ") +
71   theme_minimal()
72
73 # Розподіл CPI по роках (boxplot)
74 data <- data %>% mutate(Year = lubridate::year(Date))
75
76 ggplot(data, aes(x = factor(Year), y = CPI)) +
77   geom_boxplot(fill = "lightgreen") +
78   labs(title = "Розподіл CPI по роках", x = "Рік", y = "CPI") +
79   theme(axis.text.x = element_text(angle = 90, hjust = 1))
80
81 # Графік сезонності, середні значення CPI по місяцях
82 data <- data %>% mutate(Month = lubridate::month(Date, label = TRUE))
83
84
85 ggplot(data, aes(x = Month, y = CPI)) +
86   stat_summary(fun = mean, geom = "line", group = 1, color = "purple", size = 1) +
87   stat_summary(fun.data = mean_se, geom = "errorbar", width = 0.2, color = "purple") +
88   labs(title = "Середній CPI по місяцях", x = "Місяць", y = "CPI") +
89   theme_minimal()

```

Рисунок А.1 – Код для візуалізації часових рядів для інфляції та макроекономічних змінних

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

```

# Бібліотека для OLS
library(stats)

# Створюємо датафрейм для OLS-моделювання, залишаючи лише потрібні змінні
data_ols <- data %>%
  select(CPI, Income, Unemployment, Mortgage, Consumption, Savings, NASDAQ) %>%
  na.omit() # Видаляємо пропуски

# Побудова OLS-моделей: залежна змінна ~ CPI

model_income_ols <- lm(Income ~ CPI, data = data_ols)
model_unemp_ols <- lm(Unemployment ~ CPI, data = data_ols)
model_mortgage_ols <- lm(Mortgage ~ CPI, data = data_ols)
model_consumption_ols <- lm(Consumption ~ CPI, data = data_ols)
model_savings_ols <- lm(Savings ~ CPI, data = data_ols)
model_nasdaq_ols <- lm(NASDAQ ~ CPI, data = data_ols)

# Виведення результатів
cat("=== Вплив CPI на Income ===\n")
summary(model_income_ols)

cat("\n=== Вплив CPI на Unemployment ===\n")
summary(model_unemp_ols)

cat("\n=== Вплив CPI на Mortgage ===\n")
summary(model_mortgage_ols)

cat("\n=== Вплив CPI на Consumption ===\n")
summary(model_consumption_ols)

cat("\n=== Вплив CPI на Savings ===\n")
summary(model_savings_ols)

cat("\n=== Вплив CPI на NASDAQ ===\n")
summary(model_nasdaq_ols)

```

Рисунок А.2 – Код для розрахунку OLS-моделей

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio

```

library(bbmle)

# Список змінних
target_vars <- c("Income", "Unemployment", "Mortgage", "Consumption", "Savings", "NASDAQ")

# Створення результатів
models_nonlinear_mle <- list()

# Цикл по змінних
for (var in target_vars) {
  y <- data[[var]]
  x <- data$CPI

  # Функція максимальної правдоподібності з експоненційною частиною
  logLik_fun_nl <- function(beta0, beta1, gamma, log_sigma) {
    mu <- beta0 + beta1 * exp(gamma * x)
    sigma <- exp(log_sigma)
    -sum(dnorm(y, mean = mu, sd = sigma, log = TRUE))
  }

  # Початкові значення
  start_vals <- list(beta0 = mean(y), beta1 = 1, gamma = 0.01, log_sigma = log(sd(y)))

  # Оцінка MLE
  model <- mle2(minuslogl = logLik_fun_nl,
               start = start_vals,
               method = "BFGS")

  models_nonlinear_mle[[var]] <- summary(model)

  # Вивід результатів
  cat("\n=== Нелінійна MLE-модель:", var, "~ exp(CPI) ===\n")
  print(summary(model))
}

```

Рисунок А.3 – Код для розрахунку MLE-моделей

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studi

```

# Таблиця з результатами OLS та ARIMAX
results <- data.frame(
  Model = c("Income", "Unemployment", "Mortgage", "Consumption", "Savings", "NASDAQ"),

  Beta1_OLS = c(58.4, -0.0086, -0.0601, 75.3, -0.0111, 47.0),
  Pval_OLS = c(0.0001, 0.0012, 0.0001, 0.0001, 0.0034, 0.0001),

  Beta1_ARIMAX = c(58.4, -0.0086, -0.0601, 75.3, -0.0111, 47.0),
  Pval_ARIMAX = c(0.0001, 0.0012, 0.0001, 0.0001, 0.0034, 0.0001)
)

# Результати нелінійної MLE моделі
mle_results <- data.frame(
  Model = c("Income", "Unemployment", "Mortgage", "Consumption", "Savings", "NASDAQ"),
  beta0 = c(9801.5, 6.1810, 7.4208, 7625.4, 7.4866, 2726.2),
  beta1 = c(4.2403, 0.97528, 0.96234, 3.9572, 0.95744, 1.7095),
  gamma = c(0.026918, -5.8380, -9.1696, 0.028303, -9.9169, 0.031106),
  Pval_MLE = c(0.001659, 2.2e-16, 2.2e-16, 0.0002323, 2.2e-16, NA)
)

# Обчислюємо "ефективний" коефіцієнт  $\beta_1$  для MLE, враховуючи експоненту
# Візьмемо середнє CPI з даних (178.8)
mean_cpi <- 178.8
mle_results <- mle_results %>%
  mutate(Beta1_MLE_ефективний = beta1 * exp(gamma * mean_cpi))

# Об'єднуємо всі результати в одну таблицю для порівняння
comparison <- results %>%
  left_join(mle_results %>% select(Model, Beta1_MLE_ефективний, Pval_MLE), by = "Model")

# Переіменовуємо для зручності
colnames(comparison)[which(names(comparison) == "Beta1_MLE_ефективний")] <- "Beta1_MLE"

print(comparison)

# Переформатовуємо для графіка (long формат)
comparison_long <- melt(comparison[, c("Model", "Beta1_OLS", "Beta1_ARIMAX", "Beta1_MLE")],
  id.vars = "Model",
  variable.name = "Метод",
  value.name = "Коефіцієнт_ $\beta_1$ ")

# Додаємо підписи з округленням
comparison_long <- comparison_long %>%
  mutate(Підпис_ $\beta_1$  = round(Коефіцієнт_ $\beta_1$ , 3))

# Побудова графіку порівняння коефіцієнтів  $\beta_1$ 
ggplot(comparison_long, aes(x = Model, y = Коефіцієнт_ $\beta_1$ , fill = Метод)) +
  geom_col(position = position_dodge(width = 0.8), width = 0.7) +
  geom_text(aes(label = Підпис_ $\beta_1$ ,
    position = position_dodge(width = 0.8),
    vjust = ifelse(comparison_long$Коефіцієнт_ $\beta_1$  >= 0, -0.5, 1.3),
    size = 3.5) +
  geom_hline(yintercept = 0, color = "black", size = 0.6) +
  scale_y_continuous(
    limits = c(min(comparison_long$Коефіцієнт_ $\beta_1$ ) - 10, max(comparison_long$Коефіцієнт_ $\beta_1$ ) + 10),
    expand = expansion(mult = c(0.05, 0.1))
  ) +
  labs(title = "Порівняння коефіцієнтів  $\beta_1$  (вплив CPI) за трьома моделями",
    x = "Макроекономічний показник",
    y = "Коефіцієнт  $\beta_1$ ",
    fill = "Метод") +
  theme_minimal() +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))

```

Рисунок А.4 – Код для порівняння моделей

Джерело: Розроблено автором на основі власних розрахунків у R Studio



Звіт подібності

метадані

Назва організації

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU

Заголовок

Зозуліна_Великоіваненко_плагіат

Автор

Науковий керівник / Експерт

ЗозулінаВеликоіваненко

підрозділ

кафедра математичного моделювання та статистики

Обсяг знайдених подібностей

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



КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

11202

Кількість слів



КЦ

86786

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навісний 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		4
Інтервали		0
Мікропробіли		25
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		4

Подібності за списком джерел

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

10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/ca330b14-e26b-47d2-bb3f-751f588c8261/download	25 0.22 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/2cc6e594-789f-4e92-836f-e02652059005/download	21 0.19 %
3	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/2cc6e594-789f-4e92-836f-e02652059005/download	16 0.14 %
4	https://studopedia.su/11_44915_sut-sukupnogo-popitu-tsinovi-ta-netsinovi-faktori-sukupnogo-popitu.html	15 0.13 %
5	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/ca330b14-e26b-47d2-bb3f-751f588c8261/download	9 0.08 %

6	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/7d1b15a4-e6be-4c0d-9899-62061836d277/download	7 0.06 %
7	Формування та управління портфелем цінних паперів 6/8/2020 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра економіко-математичного моделювання)	5 0.04 %
з бази даних RefBooks (0.00 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
з домашньої бази даних (0.04 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Формування та управління портфелем цінних паперів 6/8/2020 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра економіко-математичного моделювання)	5 (1) 0.04 %
з програми обміну базами даних (0.00 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
з Інтернету (0.83 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/2cc6e594-789f-4e92-836f-e02652059005/download	37 (2) 0.33 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/ca330b14-e26b-47d2-bb3f-751f588c8261/download	34 (2) 0.30 %
3	https://studopedia.su/11_44915_sut-sukupnogo-popitu-tsinovi-ta-netsinovi-faktori-sukupnogo-popitu.html	15 (1) 0.13 %
4	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/7d1b15a4-e6be-4c0d-9899-62061836d277/download	7 (1) 0.06 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

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