

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК І ТЕХНОЛОГІЙ
(повне найменування факультету)

КАФЕДРА «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАТЕМАТИКА»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
Магістр
_____ (ступінь вищої освіти)

на тему **«ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**
(назва теми)
МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ»

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи КНТз-814м

Спеціальності 124-Системний аналіз
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Інтелектуальні технології та прийняття рішень
в складних системах

_____ СЕМЕНЮК Л.О. _____

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник _____ БАКУРОВА А.В. _____

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент _____ ОЧЕРЕТІН Д.В. _____

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК І ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра «Системний аналіз та обчислювальна математика»

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 124-Системний аналіз

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри САОМ

Еліна ТЕРЕЩЕНКО

« 25 » грудня 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

СЕМЕНЮК Ліни Олександрівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ»

керівник проєкту (роботи) професор, д.е.н., професор кафедри системного аналізу та обчислювальної математики Бакурова Анна Володимирівна,

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «10» 11 2025 року №506

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18.12.2025

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Державна служба статистики України, матеріали Національного банку України, Міжнародні статистичні ресурси

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Провести аналіз предметної області.

2) Зібрати, підготувати та структурувати вхідні дані.

3) Побудувати моделі прогнозування макроекономічних показників.

4) Провести інтерпретацію отриманих результатів.

5) Підготувати висновки та рекомендації.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів, плакатів)

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Нормоконтроль	Ширококоряд Д.В.	22.12.2025	24.12.2025

7. Дата видачі завдання « 01 » 09 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітичний огляд наукової літератури	30.06.2025	виконано
2	Збір та підготовка даних	28.08.2025	виконано
3	Побудова моделей прогнозування	25.10.2025	виконано
4	Аналіз результатів	30.11.2025	виконано
5	Оформлення роботи	18.12.2025	виконано

Студент(ка)

_____ **Ліна СЕМЕНЮК** _____
 (підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

_____ **Анна БАКУРОВА** _____
 (підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт: 98 стор., 8 рис., 7 табл., 20 джерел, 3 додатки

Магістерська робота на тему «Прогнозування макроекономічних показників методами машинного навчання» присвячена розробці та реалізації моделей прогнозування основних макроекономічних показників України із застосуванням сучасних інтелектуальних технологій обробки даних.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення точності економічного прогнозування в умовах зростаючої невизначеності та структурних змін в економіці України. Традиційні статистичні підходи не завжди забезпечують адекватне врахування нелінійних зв'язків між економічними показниками, тоді як методи машинного навчання дозволяють виявляти приховані закономірності у великих масивах даних і формувати більш надійні прогнози.

У роботі застосовано методи системного аналізу, статистичного моделювання, машинного навчання (лінійна регресія, дерева рішень, Random Forest, нейронні мережі), а також інструменти Python (Pandas, Scikit-learn, Matplotlib). Інформаційною базою дослідження є офіційні дані Державної служби статистики України, Національного банку України та Міністерства економіки за 2020–2025 роки.

У результаті проведеного дослідження розроблено адаптивну модель прогнозування основних макроекономічних показників України. На основі історичних даних сформовано прогнозні значення ВВП, індексу споживчих цін і рівня безробіття до кінця 2025 року.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ, ЧАСОВІ РЯДИ, ПРОГНОЗУВАННЯ
МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ІНДЕКС СПОЖИВЧИХ ЦІН,
ВАЛОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ПРОДУКТ, МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	2
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	10
1.1 Сутність, класифікація та роль макроекономічних показників у системі економічного аналізу.....	10
1.2 Традиційні методи прогнозування соціально-економічних процесів	12
1.2.1 Класифікація традиційних методів прогнозування.....	12
1.2.2 Переваги та обмеження традиційних методів прогнозування	14
1.3 Методи машинного навчання в економічному прогнозуванні	15
1.3.1 Сутність і принципи машинного навчання	15
1.3.2 Основні методи машинного навчання, що застосовуються в економічному прогнозуванні.....	16
1.3.3 Переваги машинного навчання в економічному прогнозуванні.....	18
1.3.4 Перспективи застосування ML-методів у прогнозуванні макроекономічних показників України.....	18
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	20
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ УКРАЇНИ ТА ВИБІР МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ	22
2.1 Характеристика інформаційної бази дослідження (дані Державної статистики за 2020–2024 рр.).....	22
2.2 Аналіз динаміки валового внутрішнього продукту	24
2.3 Аналіз динаміки індексу споживчих цін	38
2.4 Аналіз динаміки рівня безробіття	42
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	45
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	47
3.1 Побудова моделей машинного навчання для прогнозування макроекономічних показників	47
3.2 Реалізація моделі прогнозування в середовищі Python	51
3.3. Формування прогнозу основних макроекономічних показників України на 2025 рік	58

3.3.1. Прогноз базового індексу споживчих цін України на 2025 рік методами машинного навчання	58
3.3.2. Аналіз динаміки ВВП у 2024–2025 рр. та короткостроковий прогноз	62
3.3.3 Узагальнення результатів прогнозування та інтегральні макроекономічні висновки	72
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	74
ВИСНОВОК	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТОК А.....	81
ДОДАТОК Б.....	84
ДОДАТОК В.....	96

ВСТУП

Сучасний розвиток світової економіки характеризується високим рівнем динамічності та невизначеності, що зумовлює необхідність створення науково обґрунтованих прогнозних моделей для прийняття ефективних управлінських рішень. У цих умовах традиційні методи економетричного прогнозування не завжди забезпечують належну точність через складність, багатофакторність і нелінійність соціально-економічних процесів. Тому все більшого значення набуває застосування інтелектуальних технологій аналізу даних, зокрема методів машинного навчання, які дозволяють виявляти приховані закономірності та будувати адаптивні моделі прогнозування.

Макроекономічні показники — валовий внутрішній продукт (ВВП), індекс споживчих цін (ІСЦ) та рівень безробіття — є ключовими індикаторами економічного розвитку держави. Вони відображають стан національної економіки, добробут населення та ефективність державної політики. Прогнозування цих показників є важливим інструментом державного регулювання, оскільки дає змогу передбачати зміни в економічному середовищі та завчасно реагувати на кризові явища [1].

Методи машинного навчання відкривають нові можливості для підвищення точності прогнозів. На відміну від класичних статистичних підходів, вони здатні враховувати складні нелінійні залежності, навчатися на історичних даних і виявляти приховані патерни у великих обсягах інформації. Такі технології, як лінійна регресія та Random Forest, дозволяють ефективно обробляти часові ряди економічних показників і формувати достовірні прогнози навіть за умов невизначеності.

Актуальність дослідження визначається потребою у створенні адаптивних моделей прогнозування, здатних швидко реагувати на зміну вхідних даних, забезпечувати точність результатів і підтримувати процес прийняття рішень у сфері економічного планування.

Мета і завдання дослідження

Метою магістерської роботи є розробка та реалізація моделі прогнозування макроекономічних показників України із застосуванням методів машинного навчання на основі статистичних даних за 2020–2024 роки та формування прогнозу на 2025 рік.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз сучасних наукових підходів до прогнозування макроекономічних процесів.
2. Дослідити сутність і динаміку основних макроекономічних показників України (ВВП, ІСЦ, рівень безробіття).
3. Здійснити збір, систематизацію та попередню обробку статистичних даних за 2020–2024 роки.
4. Обґрунтувати вибір методів машинного навчання для прогнозування часових рядів економічних даних.
5. Реалізувати побудову моделей прогнозування макроекономічних показників у середовищі Python.
6. Провести оцінювання точності прогнозів і визначити найефективніші моделі.
7. Сформулювати прогноз на кінець 2025 року і запропонувати рекомендації щодо його практичного використання.

Об'єкт, предмет, методи та інформаційна база дослідження

Об'єкт дослідження — макроекономічні процеси, що визначають динаміку розвитку економіки України у 2020–2024 роках.

Предмет дослідження — методи, алгоритми та моделі машинного навчання, які застосовуються для прогнозування динаміки макроекономічних показників (ВВП, індекс споживчих цін, рівень безробіття).

Методи дослідження

У процесі виконання роботи використано системний підхід до аналізу соціально-економічних процесів, а також методи статистичного аналізу, регресійного та кластерного моделювання, часових рядів, методи машинного

навчання (лінійна регресія, Random Forest, нейронні мережі). Реалізацію моделей здійснено із застосуванням бібліотек Python: Pandas, Scikit-learn, Matplotlib.

Інформаційна база дослідження

Основу інформаційної бази становлять офіційні статистичні дані Державної служби статистики України за 2020–2025 роки. Додатково використано матеріали Національного банку України, Міністерства економіки України, звіти міжнародних фінансових організацій (Світового банку, МВФ) та наукові публікації з проблем прогнозування економічних процесів [2].

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна роботи полягає у розробці та апробації адаптивної моделі прогнозування макроекономічних показників України на основі методів машинного навчання, яка враховує нелінійні залежності між показниками та забезпечує формування прогнозу з підвищеною точністю. Отримано прогнозні значення ВВП, індексу споживчих цін і рівня безробіття на 2025 рік, що має практичне значення для оцінки тенденцій розвитку національної економіки.

Практичне значення отриманих результатів

Результати дослідження можуть бути використані:

- у діяльності органів державного управління для формування економічної політики;
- у фінансово-аналітичних структурах для оцінки інвестиційних ризиків;
- у наукових дослідженнях і навчальному процесі під час вивчення дисциплін із системного аналізу, економетрики та машинного навчання.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

1.1 Сутність, класифікація та роль макроекономічних показників у системі економічного аналізу

Макроекономічні показники є основними кількісними характеристиками, що відображають стан і динаміку розвитку національної економіки. Вони забезпечують комплексне уявлення про процеси виробництва, розподілу, обміну та споживання, а також дозволяють оцінювати ефективність державної економічної політики. Систематичний аналіз таких показників є невід'ємною складовою макроекономічного управління, оскільки дає змогу виявити тенденції розвитку, циклічні коливання, структурні зміни та потенційні ризики [3].

У системі національних рахунків макроекономічні показники виступають базовими індикаторами для вимірювання результатів економічної діяльності. Вони використовуються у міжнародних порівняннях, підготовці бюджетної, грошово-кредитної та соціально-економічної політики. Найважливішими серед них є валовий внутрішній продукт (ВВП), індекс споживчих цін (ІСЦ), рівень безробіття, обсяг промислового виробництва, державний борг, рівень доходів населення тощо.

Класифікація макроекономічних показників

Залежно від змісту та економічного призначення, макроекономічні показники поділяються на кілька груп:

1. Показники результатів економічної діяльності:
 - Валовий внутрішній продукт (ВВП);
 - Валовий національний дохід (ВНД);
 - Валовий національний продукт (ВНП).
2. Показники економічного зростання і стабільності:
 - Темпи приросту ВВП;

- Індекс промислового виробництва;
 - Рівень інфляції;
 - Індекс споживчих цін (ІСЦ).
3. Показники зайнятості та ринку праці:
- Рівень безробіття;
 - Рівень зайнятості населення;
 - Середня заробітна плата.
4. Показники зовнішньоекономічної діяльності:
- Експорт та імпорт товарів і послуг;
 - Сальдо платіжного балансу;
 - Валютний курс.
5. Соціальні показники:
- Рівень життя населення;
 - Індекс людського розвитку;
 - Споживчі витрати домогосподарств.

З точки зору системного аналізу, макроекономічні показники утворюють взаємопов'язану систему, де зміна одного елемента призводить до трансформації інших. Наприклад, зростання ІСЦ може спричинити зниження купівельної спроможності населення, що, своєю чергою, впливає на динаміку ВВП і рівень безробіття [4].

Роль макроекономічних показників у системі економічного аналізу

Роль макроекономічних показників полягає у забезпеченні аналітичної бази для:

- оцінки поточного стану економіки;
- виявлення тенденцій розвитку;
- формування прогнозів і сценаріїв соціально-економічної політики;
- прийняття управлінських рішень на рівні держави та регіонів.

Завдяки узагальненому характеру макроекономічні показники виступають ключовими параметрами для моніторингу ефективності

економічних реформ і визначення конкурентоспроможності країни на міжнародній арені [4].

У контексті сучасної цифрової економіки зростає потреба в оперативному аналізі та прогнозуванні макроекономічних показників із використанням технологій Big Data та машинного навчання. Ці інструменти дозволяють автоматизувати процес збору, обробки та інтерпретації даних, а також формувати прогнози з урахуванням багатофакторного впливу. Таким чином, макроекономічні показники не лише відображають результати економічних процесів, а й виступають основою для їх моделювання та прогнозування у рамках системного аналізу [5].

1.2 Традиційні методи прогнозування соціально-економічних процесів

Прогнозування соціально-економічних процесів є важливою складовою державного управління та стратегічного планування. Його основна мета полягає у визначенні майбутніх тенденцій розвитку економіки на основі аналізу ретроспективних даних та виявлених закономірностей. Традиційні методи прогнозування базуються на математичних, статистичних і економетричних моделях, які описують взаємозв'язки між економічними показниками та дозволяють формувати кількісні оцінки майбутнього стану системи.

1.2.1 Класифікація традиційних методів прогнозування

Існує велика кількість підходів до класифікації методів прогнозування, однак найпоширенішим є поділ на такі групи:

1. Експертні методи — базуються на оцінках і судженнях фахівців. До них належать: метод експертних оцінок, метод “Дельфі”, сценарний аналіз, метод побудови системи цілей. Ці методи застосовуються переважно у випадках, коли немає достатньої кількості статистичних даних або коли прогнозування стосується нових, непередбачуваних явищ (наприклад, технологічних змін, політичних криз чи реформ).

2. Екстраполяційні методи — передбачають продовження виявлених тенденцій минулого у майбутнє. Основна гіпотеза цих методів полягає у тому, що закономірності розвитку минулого збержуться й надалі. До них відносяться:

- метод середніх темпів зростання;
- метод ковзного середнього;
- експоненціальне згладжування;
- трендові моделі (лінійна, параболічна, степенева, логарифмічна функції).

3. Економетричні методи — ґрунтуються на побудові математичних моделей, які описують взаємозв’язки між макроекономічними змінними. Найпоширенішими є:

- регресійні моделі, які встановлюють залежність між результативним показником (наприклад, ВВП) і факторами, що на нього впливають (інвестиції, споживання, експорт тощо);
- моделі множинної регресії, які дозволяють враховувати одночасний вплив кількох змінних;
- системи одночасних рівнянь, що описують взаємозв’язки між різними секторами економіки.

4. Методи аналізу часових рядів — базуються на статистичному дослідженні динаміки показників у часі. Основна ідея полягає у виявленні тренду, сезонності, циклічності та випадкових коливань [6].

До цієї групи належать:

- авторегресійні моделі (AR);

- моделі ковзного середнього (MA);
- комбіновані моделі (ARMA, ARIMA, SARIMA);
- моделі експоненціального згладжування (Holt–Winters).

Ці підходи особливо ефективні для коротко- та середньострокових прогнозів, зокрема при аналізі інфляції, ІСЦ, ВВП або безробіття.

5. Балансові методи — використовуються для прогнозування взаємопов'язаних показників економічної системи, зокрема міжгалузевого балансу виробництва та споживання (модель “витрати–випуск”). Вони дозволяють оцінити, як зміна виробництва в одній галузі впливає на інші, і широко застосовуються при макроекономічному плануванні.

6. Імітаційні та сценарні методи — застосовуються для побудови альтернативних варіантів розвитку економіки залежно від зміни ключових параметрів. Наприклад, методи “what-if” аналізу дозволяють моделювати вплив зростання цін на енергоносії або зміни обмінного курсу на рівень інфляції чи безробіття [5].

1.2.2 Переваги та обмеження традиційних методів прогнозування

Традиційні методи мають низку переваг:

- наукова обґрунтованість і перевіреність на практиці;
- відносна простота реалізації;
- інтерпретованість результатів;
- можливість використання у випадку невеликих обсягів даних.

Однак їм властиві й певні обмеження:

- залежність від якості вхідних даних і припущення про стабільність тенденцій;
- лінійність моделей, що не враховує складних нелінійних взаємозв'язків;

- низька адаптивність до швидких структурних змін в економіці;
- обмежена здатність моделювати вплив багатьох взаємопов'язаних факторів одночасно.

З огляду на це, в сучасних умовах зростає потреба у використанні інтелектуальних систем аналізу даних, що здатні навчатися на історичних спостереженнях, адаптуватися до нових даних і враховувати складні взаємозв'язки між змінними. Саме тому у XXI столітті активно розвиваються методи машинного навчання — новий напрям прогнозної аналітики, який поєднує статистику, економетрику, інформатику та системний аналіз [3].

1.3 Методи машинного навчання в економічному прогнозуванні

Сучасні тенденції розвитку цифрової економіки зумовили перехід від традиційних статистичних підходів до застосування методів машинного навчання (Machine Learning, ML), які забезпечують більш гнучке, точне та адаптивне прогнозування соціально-економічних процесів.

Машинне навчання поєднує методи математичної статистики, теорії ймовірностей, оптимізації та штучного інтелекту для виявлення закономірностей у великих обсягах даних і побудови моделей, здатних самостійно навчатися на історичних спостереженнях.

1.3.1 Сутність і принципи машинного навчання

Машинне навчання — це процес побудови математичних моделей, які, аналізуючи наявні дані, здатні прогнозувати або класифікувати нові спостереження без прямого програмування. Основна мета полягає у мінімізації

похибки прогнозу шляхом поступового оновлення параметрів моделі під час навчання.

Залежно від характеру завдання та доступних даних виділяють три основні типи навчання:

1. Навчання з учителем (Supervised Learning) — модель навчається на даних, де відомі вхідні параметри (фактори) і цільова змінна (результат). Використовується для прогнозування макроекономічних показників, таких як ВВП, ІСЦ або рівень безробіття.

2. Навчання без учителя (Unsupervised Learning) — застосовується для пошуку прихованих структур у даних (кластеризація, виділення факторів, виявлення аномалій). Наприклад, кластеризація регіонів за рівнем економічного розвитку.

3. Підкріплювальне навчання (Reinforcement Learning) — базується на принципі отримання “нагороди” або “штрафу” за дії моделі; у макроекономіці застосовується рідше, здебільшого для оптимізації політик і сценарного моделювання [7].

1.3.2 Основні методи машинного навчання, що застосовуються в економічному прогнозуванні

1. Лінійна регресія (Linear Regression). Один із найпростіших і найпоширеніших методів. Вона передбачає наявність лінійного зв'язку між незалежними змінними (наприклад, обсягом інвестицій, споживанням, експортом) та результатом (наприклад, ВВП). У макроекономічному прогнозуванні лінійна регресія є базовою моделлю для оцінки тенденцій розвитку, побудови коротко- та середньострокових прогнозів.

2. Древа рішень (Decision Trees). Це алгоритми, які створюють ієрархічну структуру прийняття рішень. Кожна “гілка” дерева відповідає певній

умові або значенню змінної. Дерева рішень зручні для інтерпретації, дозволяють моделювати складні, нелінійні взаємозв'язки та не потребують масштабування даних.

3. Випадковий ліс (Random Forest). Є ансамблевим методом, який поєднує результати багатьох дерев рішень для підвищення точності прогнозу. Використовується для моделювання складних економічних систем, де взаємодіє багато факторів (наприклад, вплив інфляції, валютного курсу, експорту та споживання на ВВП).

4. Метод опорних векторів (Support Vector Machines, SVM) Побудований на принципі знаходження гіперплощини, яка найкраще розділяє дані або апроксимує цільову змінну. Добре працює при невеликих вибірках і складних багатовимірних даних, що часто трапляється у макроекономіці.

5. Нейронні мережі (Artificial Neural Networks, ANN) Це моделі, натхненні роботою людського мозку. Вони складаються з набору взаємопов'язаних “нейронів”, які передають сигнали через вагові коефіцієнти. У прогнозуванні економічних показників нейронні мережі здатні враховувати нелінійні залежності, сезонність і лагові ефекти.

6. Моделі часових рядів із машинним навчанням Поєднують класичні ARIMA-підходи з алгоритмами ML (гібридні моделі ARIMA-LSTM, SARIMA-RF). Такі моделі дозволяють зберегти інтерпретованість традиційних статистичних методів і водночас підвищити точність прогнозу за рахунок навчання на складних паттернах.

7. Методи ансамблевого навчання (Ensemble Methods) Поєднують результати кількох моделей, щоб зменшити похибку прогнозу. Найвідоміші — Bagging, Boosting, Stacking. Наприклад, метод Gradient Boosting часто застосовується у фінансовому прогнозуванні та прогнозах ВВП [8].

1.3.3 Переваги машинного навчання в економічному прогнозуванні

Застосування методів машинного навчання в економічному прогнозуванні має такі переваги:

- здатність працювати з великими обсягами різномірних даних (Big Data);
- можливість моделювати складні нелінійні та багатовимірні взаємозв'язки;
- автоматичне оновлення моделей при надходженні нових даних;
- підвищена точність прогнозів порівняно з класичними економетричними моделями;
- можливість інтеграції в інформаційно-аналітичні системи та панелі моніторингу.

Разом із тим, машинне навчання має і певні виклики: складність інтерпретації результатів, потреба у великих вибірках даних, ризик перенавчання моделі (overfitting). Тому в економічних дослідженнях доцільно поєднувати класичні економетричні та сучасні ML-підходи [9].

1.3.4 Перспективи застосування ML-методів у прогнозуванні макроекономічних показників України

Використання методів машинного навчання відкриває широкі можливості для побудови адаптивних прогнозних систем, здатних оперативно реагувати на зміни економічного середовища. Для України такі технології особливо актуальні у зв'язку з динамічними структурними змінами 2020–2024 рр., спричиненими пандемією, воєнними подіями, коливаннями валютного курсу та інфляційними процесами.

Подальше поєднання алгоритмів машинного навчання з системним аналізом дозволить створити інтегровану модель, що забезпечить більш точні прогнози ВВП, індексу споживчих цін та рівня безробіття на коротко- та середньострокову перспективу. Саме така модель буде розроблена та апробована у практичній частині цієї роботи для формування прогнозу макроекономічних показників України на 2025 рік [10].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі було розглянуто теоретико-методологічні засади прогнозування соціально-економічних процесів та особливості використання традиційних і сучасних методів аналізу макроекономічних показників.

Визначено, що макроекономічні показники, такі як валовий внутрішній продукт (ВВП), індекс споживчих цін (ІСЦ) та рівень безробіття, є ключовими індикаторами стану національної економіки. Вони слугують основою для оцінки соціально-економічного розвитку, прийняття державних рішень і прогнозування тенденцій. У рамках системного аналізу макроекономічні показники розглядаються як взаємопов'язана система, де зміна одного елемента призводить до трансформації інших, що потребує комплексного підходу до моделювання.

Досліджено, що традиційні методи прогнозування — зокрема екстраполяційні, економетричні, балансові та методи аналізу часових рядів (ARIMA, Holt–Winters) — залишаються ефективними інструментами у макроекономічному аналізі. Вони забезпечують наукову обґрунтованість і зрозумілість результатів, однак мають обмеження, пов'язані з лінійністю моделей, залежністю від стабільності економічного середовища та недостатньою гнучкістю щодо структурних змін.

Зазначено, що з поширенням цифрових технологій, великих даних та автоматизованих інформаційних систем у світовій економіці сформувався новий етап розвитку методів прогнозування — використання машинного навчання (Machine Learning). Методи ML (лінійна регресія, дерева рішень, випадковий ліс, нейронні мережі, SVM, ансамблеві підходи) дозволяють моделювати складні нелінійні взаємозв'язки, підвищувати точність прогнозів і забезпечують адаптивність моделей до динамічних змін економічного середовища.

Встановлено, що застосування машинного навчання у прогнозуванні макроекономічних показників є перспективним напрямом наукових досліджень. Ці методи поєднують аналітичну строгість економетричних моделей із гнучкістю алгоритмів штучного інтелекту, що забезпечує високу точність прогнозів навіть за умов невизначеності. Особливої актуальності це набуває для України, економіка якої у 2020–2024 роках зазнала істотних структурних змін під впливом глобальних кризових явищ [11].

Таким чином, у першому розділі закладено теоретичне підґрунтя для подальшого практичного аналізу макроекономічних показників України та побудови моделі прогнозування на основі методів машинного навчання. Подальші етапи дослідження будуть спрямовані на обробку статистичних даних, аналіз динаміки ВВП, ІСЦ і рівня безробіття, а також розробку й апробацію моделей прогнозування на 2025 рік.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ УКРАЇНИ ТА ВИБІР МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ

2.1 Характеристика інформаційної бази дослідження (дані Державної статистики за 2020–2024 рр.)

Статистична інформація про очікування підприємств щодо перспектив розвитку їх ділової активності підготовлена за результатами державного статистичного спостереження "Стан ділової активності підприємств", у межах якого проводяться опитування керівників підприємств за такими угрупованнями видів економічної діяльності: промисловість, будівництво, роздрібна торгівля, сфера послуг і сільське господарство.

Методологія проведення зазначеного спостереження наведена в Методологічних положеннях державного статистичного спостереження "Стан ділової активності підприємств", затверджених наказом Держстату від 31.10.2022 № 262 (зі змінами), які враховують рекомендації щодо проведення обстежень ділової активності підприємств, викладені в Спільній гармонізованій програмі ЄС щодо обстежень бізнесу та споживачів (далі – Гармонізована програма ЄС) (The Joint Harmonised EU Programme of Business and Consumer Surveys: User Guide. – Brussels: European Commission, Directorate General for Economic and Financial Affairs, January 2024) та Керівництві ОЕСР із обстежень ділової активності (Business Tendency Surveys: A Handbook. – Paris: OECD, 2003).

Починаючи з I кварталу 2013 року, узагальнена статистична інформація про очікування підприємств щодо перспектив розвитку їх ділової активності розміщується на вебсайті Держстату [12].

З I кварталу 2015 року в статистичну практику запроваджено розрахунок і оприлюднення індикаторів ділової впевненості в промисловості, будівництві, роздрібній торгівлі, сфері послуг, сфері фінансових послуг (з I кварталу 2025 року обстеження підприємств сфери фінансових послуг припинено з

урахуванням рекомендацій Гармонізованої програми ЄС), індикатора ділового клімату відповідно до Методики розрахунку індикаторів ділових очікувань, затвердженої наказом Держстату від 03.12.2021 № 301 (у редакції наказу Держстату від 22.11.2024 № 268). Джерелом інформації для розрахунку цих індикаторів є дані оновлених форм обстежень ділової активності підприємств, які приведені у відповідність до Гармонізованої програми ЄС і запроваджені у статистичну діяльність у 2015 році.

Починаючи з I кварталу 2023 року, відповідно до вищезазначеної Методики, запроваджено розрахунок і оприлюднення індикатора очікувань щодо зайнятості працівників (у динаміці з I кварталу 2015 року), а також індикатора економічних настроїв за оновленою методологією (у динаміці з I кварталу 2020 року).

З урахуванням змін у Гармонізованій програмі ЄС у 2023 році запроваджено збирання, розрахунок і поширення показників щодо інвестиційних очікувань у промисловості (за оновленою методологією) та у сфері послуг; здійснено ретророзрахунки показників щодо інвестиційних очікувань у промисловості за результатами опитувань у квітні 2015 року – жовтні 2022 року [12, 2].

Сезонне коригування часових рядів здійснюється у програмному забезпеченні Demetra+ (<https://unece.org/ru/info/Statistics/pub/2509>).

Для можливості проведення міжнародних співставлень щодо тенденцій ділової активності в Україні з аналогічною інформацією по країнах ЄС остання оприлюднюється на вебсайтах Європейської комісії та Євростату за такими посиланнями:

https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/indicators-statistics/economic-databases/business-and-consumer-surveys/download-business-and-consumer-survey-data/time-series_en;

https://economy-finance.ec.europa.eu/economic-forecast-and-surveys/business-and-consumer-surveys/download-business-and-consumer-survey-data/press-releases_en ;

<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

Індекс споживчих цін (ІСЦ) – показник, який характеризує зміни в часі загального рівня цін на товари та послуги, які купує населення для невиробничого споживання. Відображає зміни вартості фіксованого набору споживчих товарів та послуг у поточному періоді порівняно з базисним.

Розрахунки ІСЦ проводяться на основі даних про ціни, одержаних шляхом реєстрації цін (тарифів) на споживчому ринку, та даних національних рахунків щодо витрат домогосподарств на кінцеве споживання по країні в цілому на рівні розділів, груп і класів за Класифікацією індивідуального споживання за цілями.

Базовий індекс споживчих цін (БІСЦ) – показник, який характеризує інфляцію, яка спричинена тиском з боку попиту, та, відповідно найбільш повно відображає ефекти від зміни реальних монетарних умов. Він показує стійку динаміку цін з мінімізацією короткострокових нерівномірних змін цін, викликаних шоками пропозиції, адміністративним регулюванням.

БІСЦ є субіндексом індексу споживчих цін, оскільки його побудова заснована на існуючих методологічних засадах щодо розрахунку ІСЦ [12, 13].

2.2 Аналіз динаміки валового внутрішнього продукту

Перш ніж застосовувати моделі машинного навчання для прогнозування макроекономічних показників, необхідно здійснити статистичний аналіз часових рядів. Такий аналіз дозволяє визначити тренди, сезонність, структурні

злами, мінливість та інші характеристики, які безпосередньо впливають на якість моделювання та вибір оптимального алгоритму ML [14].

У цьому розділі проведено дослідження динаміки ВВП та індексу споживчих цін, на основі яких згодом буде сформовано набір ознак для навчання моделей машинного навчання.

Соціально-економічні процеси в Україні у 2020–2023 роках характеризувалися суттєвою волатильністю, спричиненою пандемією COVID-19, глобальними економічними змінами та повномасштабною війною. У цих умовах аналіз динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП) є ключовим для оцінки стійкості національної економіки та формування достовірних прогнозів.

Валовий внутрішній продукт виступає основним агрегованим індикатором економічної активності, що відображає загальний обсяг виробництва товарів і послуг у країні. Дослідження його динаміки дозволяє визначити циклічність розвитку, інтенсивність структурних змін та вплив зовнішніх шоків на економічну систему.

У межах дослідження використано офіційні дані Державної служби статистики України, сформовані відповідно до міжнародної методології Системи національних рахунків (СНР 2008). У таблиці 2.1 наведено показники ВВП України за 2020–2023 роки, зокрема обсяги ВВП у фактичних цінах, значення на одну особу, обсяги у цінах попереднього року, індекси фізичного обсягу та дефлятори. Ці показники дають змогу комплексно оцінити зміни рівня економічного розвитку та вплив інфляційних процесів.

Представлені статистичні дані відображають економічну динаміку в умовах як кризових явищ, так і відновлювальних процесів. Саме така сукупність чинників формує складний, нерівномірний характер змін ВВП, що потребує більш глибокого кількісного аналізу та обґрунтовує застосування методів машинного навчання для побудови прогнозних моделей.

Таблиця 2.1 слугує вихідною інформаційною базою для подальшого дослідження та моделювання динаміки макроекономічних показників, зокрема для прогнозування ВВП України на 2025 рік.

Таблиця 2.1 – Основні макроекономічні показники України за 2020–2023 рр.

Валовий внутрішній продукт / Gross domestic product								
Рік/Year	У фактичних цінах / At current prices		У цінах попереднього року / At prices of the previous year		Індекси фізичного обсягу / Volume indices		Індекси- дефлятори / Deflators	
	валовий внутрішній продукт / gross domestic product	валовий внутрішній продукт у розрахунку у на одну особу / gross domestic product per capita	валовий внутрішній продукт / gross domestic product	валовий внутрішній продукт у розрахунку на одну особу / gross domestic product per capita	валовий внутрішній продукт / gross domestic product	валовий внутрішній продукт у розрахунку у на одну особу / gross domestic product per capita	валовий внутрішній продукт / gross domestic product	валовий внутрішній продукт / gross domestic product
За методологією СНР 2008 / According to the SNA 2008								
	млн.грн / mln. UAH	грн / UAH	млн.грн / mln. UAH	грн / UAH	відсотків до попереднього року, у постійних цінах 2021 року1 / percent of the previous year, at the 2021 constant prices1	відсотків до 2021 р.1 / percent of 20211	відсотків до попереднього року, у постійних цінах 2021 року1 / percent of the previous year, at the 2021 constant prices1	
2020	4222026	101138	3827941	91697	96,2	96,9	96,7	110,3
2021	5450849	131734	4367501	105552	103,4	104,4	100,0	124,8
2022	5239114	...	3883262	...	71,2	...	71,2	134,9
2023	6627961	...	5529085	...	105,5	...	75,2	119,9
Для розрахунку наведених даних вартісні показники використані без округлення. / To calculate these data, value indicators are used without rounding.								
Дані наведено з урахуванням змін показників платіжного балансу НБУ. / The data are given taking into account changes in the balance of payments of the National Bank of Ukraine.								

Таблиця містить такі статистичні величини:

– Валовий внутрішній продукт (млн грн) у фактичних цінах — базовий агрегований показник економічної активності.

– ВВП на одну особу (грн/особа) — індикатор рівня економічного добробуту населення.

– ВВП у цінах попереднього року — оцінка реального економічного зростання, скоригована на інфляційні процеси.

– Індекси фізичного обсягу ВВП — відображають темпи змін виробництва порівняно з попереднім роком.

– Дефлятори ВВП — характеризують вплив зміни цін на динаміку номінального ВВП [15].

На основі даних, наведених у таблиці 2.1, можна простежити характерні тенденції зміни валового внутрішнього продукту України у 2020–2023 роках. У 2020 році обсяг ВВП становив 4 222 026 млн грн, що відображає вплив пандемічних обмежень, зниження ділової активності та погіршення інвестиційного клімату. Спад економічного зростання був зумовлений скороченням обсягів виробництва у більшості галузей, зокрема у промисловості, транспорті та сфері послуг.

У 2021 році спостерігалось суттєве відновлення економічної діяльності: обсяг ВВП збільшився до 5 450 849 млн грн, що на 29 % більше порівняно з 2020 роком. Це зростання відображає часткове повернення економічної активності після пандемії, активізацію внутрішнього попиту, покращення умов зовнішньої торгівлі та реалізацію програм державної підтримки.

У 2022 році через початок повномасштабної війни економіка України зазнала істотного шоку. Обсяг ВВП скоротився до 5 239 114 млн грн, що свідчить про глибоку кризу, зумовлену руйнуванням інфраструктури, зниженням промислового виробництва, блокуванням логістичних шляхів та масовим вимушеним переміщенням населення. Незважаючи на масштабний зовнішній шок, ВВП скоротився відносно помірно завдяки підтримці міжнародних партнерів та швидкій адаптації українського бізнесу до нових умов.

У 2023 році економіка демонструє ознаки відновлення: обсяг ВВП зріс до 6 627 961 млн грн, що на 26 % більше порівняно з попереднім роком. Зростання зумовлене адаптацією підприємств до умов воєнного часу, релокацією виробництв, розширенням альтернативних логістичних маршрутів, стабілізацією енергетичної системи та значним притоком міжнародної фінансової допомоги.

Таким чином, динаміка ВВП у 2020–2023 роках характеризується різкими коливаннями, що відображають складні умови функціонування економіки. За аналізований період спостерігалось як глибоке падіння, спричинене зовнішніми шоками, так і швидкі відновлювальні процеси. Це свідчить про високу адаптивність національної економіки та обґрунтовує необхідність застосування методів машинного навчання для побудови точних прогнозних моделей, здатних враховувати нелінійність і нестабільність макроекономічного середовища.

Структурний аналіз ВВП за видами економічної діяльності

Після розгляду теоретичних аспектів макроекономічного аналізу та методів оцінювання економічної динаміки доцільним є перехід до практичного дослідження ключових показників розвитку національної економіки. Саме ВВП виступає базовою основою для подальшого прогнозування соціально-економічних процесів і визначення траєкторії майбутнього розвитку [6].

Структурний аналіз ВВП за видами економічної діяльності дає можливість оцінити, які галузі забезпечують основний внесок у формування доданої вартості, а також ідентифікувати структурні зрушення, що відбулися в період війни.

У Додатку Б містяться таблиці «Дані про валову додану вартість (ВДВ)» за такими ключовими секторами: сільське, лісове та рибне господарство; добувна промисловість; переробна промисловість; постачання електроенергії, газу та пари; водопостачання і поводження з відходами; будівництво; оптова та роздрібна торгівля; транспорт; тимчасове розміщування та харчування; інформація та телекомунікації; фінансова діяльність; операції з нерухомістю;

професійна діяльність; державне управління; освіта; охорона здоров'я; мистецтво та інші послуги.

Основні тенденції, які простежуються за 2022–2024 роки:

1. Сільське господарство

Сектор зазнав значних втрат у 2022 році через мінування територій, втрату частини угідь та обмеження експорту. У 2023–2024 роках спостерігається стабілізація, але показники залишаються нижчими, ніж довоєнні.

2. Промисловість

– Добувна промисловість скоротилася через втрату контролю над частиною надрокористувальних територій.

– Переробна промисловість демонструє неоднорідність: харчова промисловість і фармацевтика адаптувалися швидше, тоді як металургія зазнала найбільшого падіння.

3. Енергетика та комунальні послуги

У 2023–2024 рр. спостерігається стабілізація сектору після значних пошкоджень енергетичної інфраструктури, але він працює з підвищеним навантаженням та значними інвестиційними потребами.

4. Будівництво

У 2022 році відбулося падіння, однак у 2023–2024 роках сектор демонструє ріст завдяки відновлювальним роботам, розбудові захисної інфраструктури та підтримці житлових програм.

5. Торгівля та транспорт

Сфери постраждали через руйнування логістики, блокаду портів та падіння купівельної спроможності. У 2023–2024 рр. — поступове відновлення завдяки новим логістичним коридорам та адаптації бізнесу.

6. ІТ-сектор

Залишається одним із найбільш стійких: забезпечує стабільний внесок у ВВП, демонструє зростання навіть під час війни.

7. Державне управління, освіта, охорона здоров'я

Ці види діяльності зберігають стабільний внесок у ВВП, що пов'язано з їх соціальною функцією та бюджетним фінансуванням [12].

Загальна тенденція

Структура ВВП у 2022–2024 рр. характеризується:

- скороченням частки промисловості;
- зростанням ролі ІТ та державного сектору;
- стабілізацією будівництва;
- частковим відновленням транспорту та торгівлі.

Ці структурні зміни мають вагомий вплив на подальше прогнозування ВВП.

Аналіз ВВП за методом кінцевого використання

Метод кінцевого використання дає змогу оцінити, як саме формується попит у національній економіці. У додатках наведені такі ключові категорії:

- кінцеві споживчі витрати домогосподарств;
- кінцеві споживчі витрати сектору загального державного управління;
- кінцеві споживчі витрати некомерційних організацій;
- валове нагромадження капіталу;
- експорт товарів і послуг;
- імпорт товарів і послуг.

1. Споживчі витрати домогосподарств

У 2022 році суттєво скоротилися через зниження доходів населення, вимушену міграцію та загальну економічну невизначеність. У 2023–2024 рр. — поступове відновлення.

2. Державне споживання

Цей компонент зріс через оборонні та соціальні витрати держави. Він відіграв важливу стабілізуючу роль у динаміці ВВП.

3. Валові інвестиції

Інвестиційна активність у 2022 році різко впала через високі ризики, однак у 2023–2024 рр. почала частково відновлюватися за рахунок ремонтно-відновлювальних проєктів і міжнародних програм підтримки.

4. Зовнішня торгівля

Експорт і імпорт зазнали сильного шоку через блокаду портів та порушення логістики.

У 2023–2024 роках — поступове відновлення, зокрема завдяки “зерновим коридорам” та альтернативним шляхам постачання.

Далі у цьому розділі буде здійснено аналіз динаміки ВВП України за останні роки з метою виявлення тенденцій економічного зростання, коливань та структурних змін у поквартальному розрізі. Окрему увагу приділено порівнянню річних та квартальних показників, оцінюванню темпів приросту та визначенню факторів, що впливають на зміну обсягів виробництва. Такий підхід дозволяє не лише охарактеризувати поточний стан економіки, але й сформуванню інформаційне підґрунтя для подальших прогнозних розрахунків.

Проаналізувавши поквартальні значення ВВП за 2022–2025 роки, можна простежити як короткострокові коливання, так і довгострокові тенденції, що формують загальну траєкторію економічного розвитку. Такий аналіз є необхідним етапом для побудови якісних моделей прогнозування у наступному розділі роботи.

Візуалізацію результатів моделювання було виконано за допомогою середовища розробки Visual Studio Code з використанням відповідних бібліотек мови програмування Python, а програмний код для побудови графіків і реалізації моделей наведено в додатку В до проєкту.

Порівняємо ВВП України по кварталам 2022-2024 років

Порівняння валового внутрішнього продукту України за кварталами у 2022–2024 роках наведені в додатку В (Код 1).

На графіку це відображається у такому вигляді:

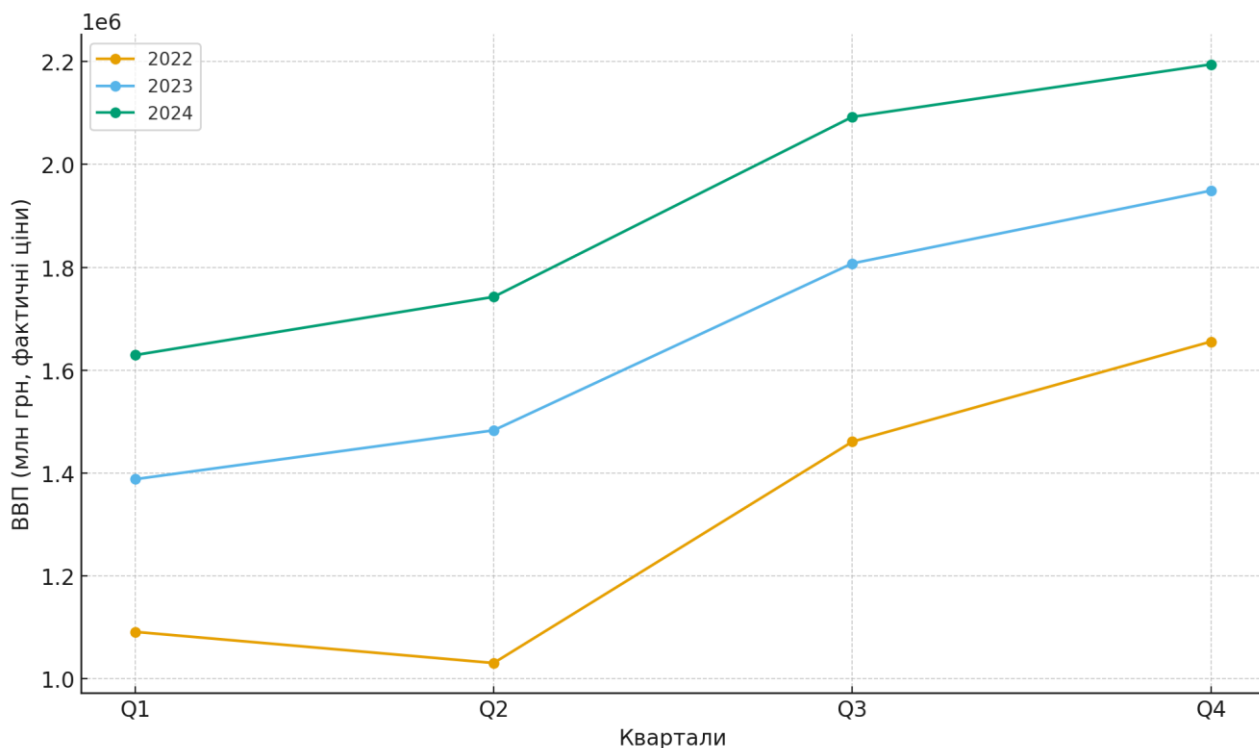


Рисунок 2.1 – Динаміка ВВП України за кварталами (2022–2024)

Порівняння ВВП України по кварталах за 2022–2024 роки:

- 2022 рік — найнижчі значення (воєнний спад);
- 2023 рік — суттєве відновлення економіки;
- 2024 рік — ще більший ріст у всіх кварталах.

Що помітно з графіка:

- Q1 2022 → Q1 2024: зростання з ~1.1 млн до ~1.63 млн (+49%);
- Q2 2022 → Q2 2024: зростання з ~1.03 млн до ~1.74 млн (+69%);
- Q3 2022 → Q3 2024: зростання з ~1.46 млн до ~2.09 млн (+43%);
- Q4 2022 → Q4 2024: зростання з ~1.66 млн до ~2.19 млн (+32%).

Тренд чіткий: кожен рік показники більші за попередній, економіка стабільно відновлюється.

Аналіз темпів зростання ВВП України (2022–2024)

1. Темпи зростання по кварталах (рік до року)

Порівнюємо, як змінився кожен квартал наступного року відносно попереднього.

Q1

- 2022 → 2023: +27.2%;

- 2023 → 2024: +17.4%.

Активне відновлення після шоків 2022 року. У 2024 темп стабілізується, але залишається високим.

Q2

- 2022 → 2023: +43.9%;
- 2023 → 2024: +17.5%.

Найбільше зростання саме у II кварталі — це сигнал швидкого відновлення ділової активності у 2023 році.

Q3

- 2022 → 2023: +23.8%;
- 2023 → 2024: +15.8%.

Стабільний тренд: позитивне, але трохи уповільнене зростання.

Q4

- 2022 → 2023: +17.7%;
- 2023 → 2024: +12.6%.

Кінець року демонструє найменші темпи, але теж впевнене зростання.

2. Загальна зміна ВВП за два роки

Порівняння 2022 → 2024:

- Q1: +49%;
- Q2: +69%;
- Q3: +43%;
- Q4: +32%.

Найбільше зростання — у II кварталі. Це може свідчити про структурне зміцнення економіки у весняно-літній період (агросектор, сезонне виробництво, логістика). Це означає, що:

- 2023 рік став роком відновлення економіки після падіння у 2022 році.
- 2024 рік — рік стабільного та структурного зростання, уже без “відскоку”, але з реальним розвитком.

– Темпи зростання сповільнюються, але це природно — економіка входить у фазу більш плавного відновлення.

– Всі квартали 2024 року — найвищі за три роки, що підтверджує позитивний тренд.

Аналіз квартальної динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП) України дає змогу оцінити як поточний стан економіки, так і тенденції її відновлення після періоду воєнного спаду. Розрахунки показують, що у 2025 році зберігається позитивний тренд, сформований у 2023–2024 роках, а темпи зростання демонструють відносну стабільність. Аналіз квартальної динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП) за допомогою Visual Studio Code наведено в додатку В (Код 2). А на графіку це відображається у такому вигляді:

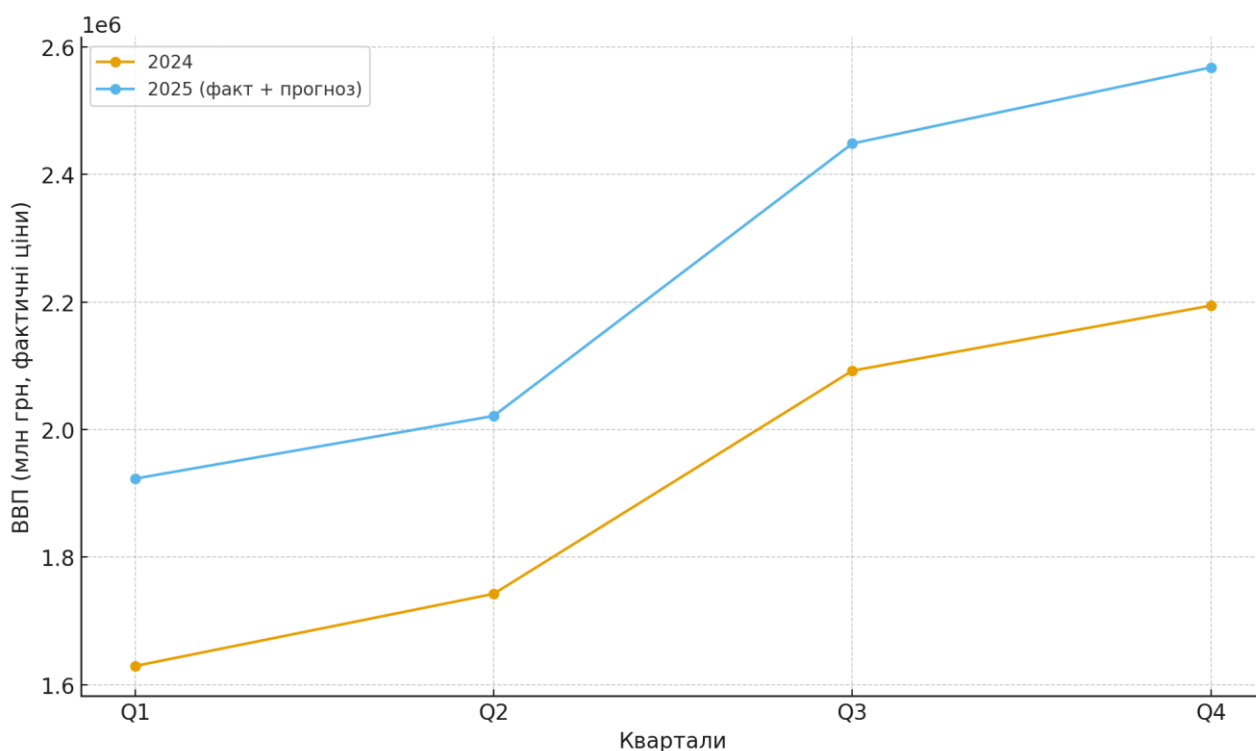


Рисунок 2.2 – Аналіз динаміки валового внутрішнього продукту України у 2024–2025 роках та прогноз на наступні квартали

Порівняння фактичних значень ВВП за I та II квартали 2025 року з аналогічними періодами 2024 року свідчить про суттєве збільшення економічної активності. Зокрема, ВВП у I кварталі зріс на 18,1 %, тоді як у II

кварталі – на 16,0 %. Середній річний приріст за півріччя 2025 року становить приблизно 17 %, що вказує на стійку тенденцію економічного відновлення.

На основі отриманого середнього темпу зростання було побудовано прогноз значень ВВП на III та IV квартали 2025 року. Застосування екстраполяційного підходу дало змогу визначити прогнозні обсяги на рівні 2,45 трлн грн та 2,57 трлн грн відповідно. Важливо підкреслити, що прогнозовані показники перевищують не лише рівень попереднього року, але й демонструють прискорення економічної активності у другій половині прогнозного періоду.

Графічна інтерпретація динаміки ВВП підтверджує наявність стабільного висхідного тренду, що зберігається протягом 2024–2025 років. Сукупність отриманих результатів дозволяє стверджувати, що українська економіка перебуває у фазі стійкого відновлення, що підсилюється адаптацією бізнес-сектору, зростанням внутрішнього попиту та поступовою стабілізацією макроекономічного середовища. У свою чергу, використання прогнозних моделей на основі фактичних даних створює підґрунтя для подальших досліджень динаміки економічного зростання у контексті післявоєнної трансформації.

Формули, які будуть використані в проєкті:

1. Розрахунок темпу приросту ВВП (рік до року)

Темп зростання використовується для порівняння показників одного кварталу поточного року з аналогічним кварталом попереднього року. Формула має вигляд:

$$T = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1$$

де T — темп приросту,

Y_t — значення показника в поточному році,

Y_{t-1} — значення показника в попередньому році.

2. Середній темп приросту (для побудови прогнозу)

Щоб згладити коливання і врахувати вже наявні значення 2025 року, використовується середній темп:

$$\bar{T} = (T_{(Q1)} + T_{(Q2)}) / 2 = 2 \cdot T_{(Q1)} + T_{(Q2)},$$

де $T_{(Q1)}$, $T_{(Q2)}$ — темпи приросту у 1 та 2 кварталах 2025 року відповідно.

3. Прогнозування ВВП на наступні квартали

Прогнозування здійснюється шляхом екстраполяції середнього темпу зростання на значення попереднього року:

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} \cdot (1 + \bar{T}),$$

де \hat{Y}_t — прогнозоване значення;

Y_{t-1} — попередній період;

\bar{T} — середній темп зростання.

4. Абсолютний приріст

Для наукових робіт часто додають формулу абсолютної зміни:

$$\Delta Y = Y_t - Y_{t-1}$$

Для аналізу динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП) України за кварталами використано офіційні статистичні дані у фактичних цінах за 2024–2025 роки. Оцінювання зміни рівня ВВП здійснювалося на основі розрахунку темпів приросту показника у розрізі відповідних кварталів [14].

На основі фактичних даних за I та II квартали 2025 року було обчислено темпи приросту порівняно з 2024 роком, які становлять відповідно 18{,}0 % та

16,0 %. Для згладжування випадкових коливань і отримання узагальненої оцінки динаміки застосовано середній темп приросту. У результаті розрахунків середній темп приросту становить близько 17,0 %.

Побудова прогнозу ВВП на III та IV квартали 2025 року здійснювалася за допомогою екстраполяційного підходу, що передбачає перенесення виявленої тенденції зростання на наступні періоди. Прогнозні значення отримано шляхом множення фактичних показників ВВП за відповідні квартали 2024 року на коефіцієнт зростання, що відповідає середньому темпу приросту.

Крім того, для кількісної оцінки масштабу змін показника застосовано розрахунок абсолютного приросту, що дає можливість оцінити, на скільки мільйонів гривень змінився обсяг ВВП у відповідному кварталі.

Отримані результати свідчать, що прогнозні значення ВВП на III та IV квартали 2025 року становлять приблизно 2,45 трлн грн та 2,57 трлн грн відповідно, що узгоджується з виявленою тенденцією стійкого економічного зростання та підтверджує наявність висхідного тренду у післявоєнний період.

Проведений аналіз ВВП дозволяє визначити статистичні властивості ряду, необхідні для підготовки даних до машинного навчання. Виявлені трендові компоненти, сезонні коливання та темпи приросту будуть використані для формування ознак (features) та вибору відповідного класу моделей ML у наступному розділі [8].

2.3 Аналіз динаміки індексу споживчих цін

Індекс споживчих цін (ІСЦ) є ключовим індикатором інфляційних процесів і використовується для оцінювання динаміки вартості споживчого кошика, визначення купівельної спроможності населення, проведення монетарної політики та макроекономічного прогнозування. У цьому підпункті проаналізовано динаміку базового індексу споживчих цін (БІСЦ) за 2020–2024 рр., визначено основні тенденції, фактори впливу та характер змін інфляційного середовища в Україні.

Базовий індекс споживчих цін до грудня попереднього року відображає накопичену інфляцію від початку календарного року. Його значення характеризують рівень зростання цін, очищений від сезонних та адміністративно регульованих компонентів. Для оцінювання місячної динаміки використано офіційні дані Державної служби статистики України, які показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Базовий індекс споживчих цін до грудня попереднього року в Україні у 2020–2024 рр., %

Місяць	2020	2021	2022	2023	2024
січень	99,8	100,3	101,3	100,7	100,4
лютий	99,7	100,8	103,1	101,0	100,8
березень	101,0	102,4	105,3	102,0	101,8
квітень	101,4	103,7	109,7	102,4	102,5
травень	101,5	104,5	112,2	103,2	102,8
червень	101,5	105,0	113,0	103,6	103,3
липень	101,4	105,4	113,9	103,8	104,1
серпень	101,5	106,2	114,7	104,0	104,8
вересень	102,6	106,9	116,5	104,2	106,6
жовтень	103,4	107,6	118,4	104,6	108,0
листопад	104,2	107,8	121,1	104,9	109,3
грудень	104,5	107,9	122,6	104,9	110,7

На основі наведених даних проведемо аналіз інфляційної динаміки за п'ятирічний період.

Перші два роки характеризувалися відносною ціновою стабільністю. У 2020 р. накопичена інфляція становила 104,5%, що свідчить про низький інфляційний тиск у період пандемічної рецесії. У 2021 р. інфляційні процеси дещо прискорилися: рік завершився на рівні 107,9%, що було зумовлено відновленням глобального попиту та зростанням цін на енергоносії.

Найбільш різкий інфляційний сплеск спостерігався у 2022 р. — базовий індекс досяг 122,6%. Це стало наслідком повномасштабного вторгнення, порушення логістичних ланцюгів, девальвації гривні та стрімкого подорожчання імпортованих товарів. Графічно цей рік демонструє найкрутішу траєкторію зростання.

У 2023 р. зафіксовано значне уповільнення інфляції: рік завершився з показником 104,9%. Це вказує на дезінфляційний ефект жорсткої монетарної політики НБУ та часткову стабілізацію економіки.

У 2024 р. інфляційні процеси знову прискорилися — річний показник склав 110,7%. Це відображає вплив підвищення тарифів на енергоресурси, збільшення виробничих витрат та курсових коливань.

Для наочного представлення тенденцій на рисунку 2.3 наведено графік динаміки БІСЦ у 2020–2024 рр.

Темп накопиченої інфляції за місяць визначався за формулою [3]:

$$I_t = \frac{CPI_t}{CPI_{Dec(t-1)}} \times 100$$

де I_t — індекс споживчих цін у період t (CPI index у t);

CPI_t — споживчий ціновий індекс у період t ;

$CPI_{Dec(t-1)}$ — споживчий ціновий індекс за грудень попереднього року $(t-1)$.

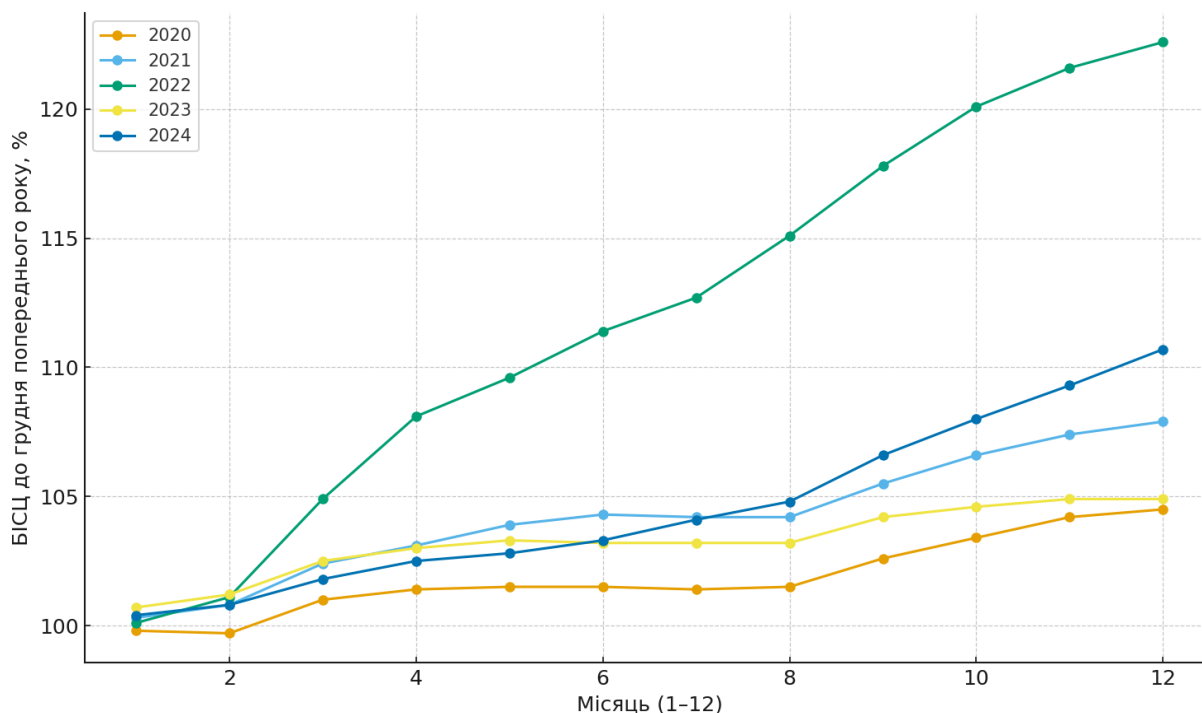


Рисунок 2.3 – Динаміка базового індексу споживчих цін в Україні у 2020–2024 рр.

У цьому підпункті для аналізу динаміки індексу споживчих цін використано офіційні публіковані значення базового ІСЦ, які вже містять накопичений інфляційний ефект від початку року. Оскільки розрахунок цих показників здійснюється Державною службою статистики за стандартизованою методикою, у межах роботи не проводилось додаткове обчислення темпу інфляції за формулою, а аналіз базується на готових значеннях офіційної статистики [12].

Динаміка БІСЦ у 2020–2024 рр.

На підставі аналізу щомісячних значень встановлено такі ключові закономірності:

2020 рік — період помірної інфляції:

- значення ІСЦ упродовж року коливалися в межах 99,8–104,5%;
- інфляційний тиск залишався низьким та плавним;

– вплив пандемії COVID-19 проявився у скороченні попиту та тимчасовій стабілізації цін.

2021 рік — помірне прискорення інфляції:

- рік завершився індексом 107,9%;
- спостерігалось поживлення глобального попиту, зростання енергетичних цін;
- інфляція прискорювалась переважно в групах харчових продуктів і палива.

2022 рік — різкий інфляційний сплеск:

- грудневий БІСЦ становив 122,6%, що стало максимальним значенням за 5 років;
- основні причини: руйнування логістики, девальвація, скорочення пропозиції товарів, підвищення витрат на енергію, форс-мажорні умови воєнного часу;
- крива індексу цього року має найбільш стрімкий зростаючий характер.

2023 рік — уповільнення інфляції та стабілізація:

- рік завершився на рівні 104,9%;
- темпи інфляції знизилися більш ніж удвічі порівняно з 2022 р.;
- відновлення ланцюгів поставок та жорстка монетарна політика НБУ сприяли дезінфляції.

2024 рік — повторне помірне прискорення інфляції:

- значення грудня становило 110,7%;
- інфляційний тиск був дещо вищим, ніж у 2023 році;
- вплив чинили підвищення цін на енергоресурси, збільшення витрат бізнесу та корекція курсу валют.

Порівняльна характеристика п'ятирічного періоду

Аналіз БІСЦ демонструє:

- наявність чіткої тенденції до зростання загального рівня цін у 2020–2024 рр.;
- шоковий інфляційний рік — 2022, який суттєво випереджає всі інші;
- два періоди стабілізації — 2020 та 2023;
- формування умов повторного інфляційного тиску у 2024 р.;
- загальний висхідний тренд, що важливо враховувати при прогнозуванні за допомогою ML.

Використання даних у подальших ML-моделях

Проаналізовані часові ряди індексу споживчих цін будуть використані:

- для формування навчальних та тестових вибірок;
- для перевірки здатності моделей відтворювати кризові (2022) та стабільні (2020, 2023) періоди;
- для побудови прогнозів інфляції та порівняння точності ML-алгоритмів.

Результати аналізу індексу споживчих цін формують інформаційну базу для побудови прогнозних моделей машинного навчання. Зокрема, сезонні коливання, трендові зміни, вплив енергетичних та курсових факторів будуть враховані при виборі архітектури моделей та формуванні тренувального набору даних [9].

2.4 Аналіз динаміки рівня безробіття

Рівень безробіття є одним із ключових індикаторів стану ринку праці та макроекономічної стабільності. У цьому підпункті проаналізовано динаміку безробіття за методологією Міжнародної організації праці (МОП) у групі населення віком 15–70 років, на підставі офіційних даних Державної служби статистики України за 2020–2021 роки. Саме цей віковий діапазон є найбільш репрезентативним для міжнародних порівнянь і включає як осіб працездатного

віку, так і старших громадян, які беруть участь у ринку праці [16]. Дані використані з сайту Державної статистики.

Таблиця 2.3 – Рівень безробіття населення України у віці 15–70 років, 2020–2021 рр.

Рік	Рівень безробіття, %	Кількість безробітних, тис. осіб
2020	9,5	1674,2
2021	9,9	1711,6

Дані свідчать, що рівень безробіття в Україні у 2021 році зріс до 9,9%, що на 0,4 в.п. вище порівняно з 2020 роком. Кількість безробітних відповідно збільшилась на 37,4 тис. осіб. Це підсилює загальну тенденцію зростання напруги на ринку праці, спричинену структурними змінами у національній економіці, а також наслідками пандемії COVID-19.

Окрім загального рівня безробіття, важливо враховувати його структурні характеристики. У 2020 році частка довготривалих безробітних (осіб, які шукали роботу 12 місяців і більше) становила 21,2%, тоді як у 2021 році цей показник зріс до 25,1%. Така динаміка свідчить про те, що зростання безробіття відбувалося переважно за рахунок осіб, які довше не можуть знайти роботу. Середня тривалість пошуку роботи у 2020 році дорівнювала 6 місяцям, а у 2021 році – вже 7 місяцям, що підтверджує погіршення ситуації на ринку праці.

Погіршення ключових параметрів безробіття у 2021 році відбулося на тлі уповільнення темпів відновлення економічної активності після пандемії, а також за умов структурних дисбалансів на ринку праці. Зокрема, зменшилася кількість вакансій у сфері послуг, що традиційно є трудомісткою, а частина зайнятих перейшла у неформальний сектор.

Важливо наголосити, що починаючи з 2022 року Державна служба статистики України не публікує офіційні оцінки рівня безробіття за

методологією МОП, що зумовлено об'єктивними обмеженнями, пов'язаними з воєнними діями [1, 12]. Проведення Обстеження робочої сили стало неможливим через:

- тимчасову окупацію частини територій;
- значні масштаби внутрішнього та зовнішнього переміщення населення;
- втрату репрезентативності вибірки;
- неможливість забезпечення охоплення домогосподарств відповідно до методики МОП.

Внаслідок цього в офіційній статистиці відсутні показники безробіття за 2022–2025 роки, а міжнародні організації (МОП, НБУ, МВФ, Світовий банк) публікують лише орієнтовні оцінки, що не можуть замінити офіційні дані та не підлягають безпосередньому використанню в прогностичних моделях.

Через відсутність офіційних статистичних даних за 2022–2025 роки побудова математично коректної моделі прогнозування рівня безробіття на 2025–2026 роки є неможливою. Прогнозні моделі машинного навчання потребують безперервного часового ряду без пропусків. У нашому випадку розрив у даних становить щонайменше чотири роки, що унеможливорює налаштування, навчання та верифікацію моделей, а також робить прогноз статистично некоректним і методологічно необґрунтованим.

Таким чином, рівень безробіття може використовуватися лише як частина аналітичного опису макроекономічних умов у Розділі 2, але не може бути об'єктом прогнозування в Розділі 3. Це означає, що подальше моделювання в межах дослідження має зосереджуватися на тих макроекономічних індикаторах, для яких доступні повні часові ряди.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі було проведено комплексний аналіз ключових макроекономічних показників України, що дозволяє сформувати цілісне уявлення про динаміку економічних процесів у 2020–2025 роках і визначити індикатори, придатні для подальшого моделювання методами машинного навчання.

Аналіз динаміки валового внутрішнього продукту показав, що економічний розвиток України протягом досліджуваного періоду зазнавав суттєвих коливань. Після падіння у 2022 році, спричиненого повномасштабним вторгненням, у 2023–2024 роках спостерігалось поступове відновлення економічної активності, що відображено через зростання обсягів ВВП у фактичних цінах. Водночас навіть за умов часткової стабілізації економіка залишається вразливою до зовнішніх шоків та структурних дисбалансів.

Вивчення динаміки базового індексу споживчих цін (БІСЦ) дало змогу виявити низку важливих тенденцій. Інфляційні процеси у 2020–2021 роках залишалися відносно контрольованими, проте у 2022 році, на тлі воєнних подій, відбувся різкий інфляційний сплеск. Подальше уповільнення інфляції у 2023 році було результатом жорсткої монетарної політики НБУ, проте у 2024 році інфляційний тиск знову посилюється. Сукупність цих факторів робить БІСЦ чутливим та інформативним індикатором, що адекватно відображає стан внутрішнього ринку та реакцію економіки на зовнішні ризики.

У межах аналізу рівня безробіття встановлено, що у 2021 році показник зріс до 9,9%, а частка довготривалого безробіття збільшилася до 25,1%, що свідчить про погіршення ситуації на ринку праці. Разом із тим, через неможливість проведення обстеження робочої сили під час воєнних дій, Державна служба статистики України не публікує офіційні дані щодо безробіття за 2022–2025 роки. Відсутність неперервного часового ряду

виключає можливість використання цього показника для побудови коректних прогнозних моделей.

Загалом результати проведеного аналізу засвідчили, що макроекономічна ситуація в Україні протягом досліджуваного періоду характеризується високою волатильністю, нерівномірним відновленням економічної активності та підвищеною чутливістю до зовнішніх і внутрішніх шоків. Серед досліджених показників найбільш стабільними, повними та придатними до моделювання часових рядів демонструють ВВП та базовий індекс споживчих цін, які відображають ключові тенденції інфляційної динаміки.

Враховуючи зазначене, ВВП та БІСЦ визначено як основні об'єкти прогнозування у Розділі 3. Рівень безробіття виконує аналітичну та контекстуальну функцію, забезпечуючи глибше розуміння економічного середовища, але не може бути використаним для моделювання через структурні розриви у даних.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

3.1 Побудова моделей машинного навчання для прогнозування макроекономічних показників

Сучасні умови високої економічної невизначеності та підвищеної макроекономічної волатильності вимагають застосування адаптивних методів прогнозування, здатних враховувати нелінійні зв'язки, структурні зміни та нетривалі часові ряди. Методи машинного навчання (ML) є перспективним інструментом аналізу та прогнозування макроекономічних показників, оскільки дозволяють моделювати складні залежності та формувати більш гнучкі прогнозні траєкторії порівняно з традиційними статистичними підходами [15].

Для побудови моделей прогнозування в даному дослідженні було опрацьовано макроекономічні показники України за 2020–2025 роки. На основі аналізу в Розділі 2 встановлено, що серед досліджених індикаторів — валового внутрішнього продукту, рівня безробіття та базового індексу споживчих цін — базовий індекс споживчих цін (БІСЦ) має достатньо повний та безперервний часовий ряд, що дозволяє застосувати до нього моделі машинного навчання для формування прогнозу на 2025 рік.

Вибір цільового показника для моделювання

БІСЦ обрано як основний прогнозований індикатор з таких причин:

1. Повнота доступних даних. На відміну від рівня безробіття, офіційні дані за БІСЦ публікувалися безперервно впродовж 2020–2025 рр., що забезпечує необхідну історичну базу для моделювання.

2. Інформаційність щодо стану економіки. Базова інфляція чутливо реагує на структурні зміни, монетарні умови, стан внутрішнього попиту та зовнішні шоки, що робить її ключовим індикатором макроекономічної стабільності.

3. Важливість для політичних рішень. БІСЦ широко використовується Національним банком України при формуванні монетарної політики, а отже, його прогнозування має практичну значущість.

Формування вибірки та побудова ознак

Дані про БІСЦ за 2020–2025 рр. було представлено у вигляді одномірного часового ряду. Для побудови моделей машинного навчання сформовано набір ознак [8]:

- t — порядковий номер спостереження у часовому ряді;
- m (month) — номер місяця (1–12), що дозволяє врахувати сезонні

коливання.

Нехай: y_t = БІСЦ у місяці t .

Матриця ознак X складається з двох стовпців:

перший — значення t , другий — значення m для кожного спостереження.

Тоді:

$$X = \begin{pmatrix} t_1 & m_1 \\ t_2 & m_2 \\ \vdots & \vdots \\ t_n & m_n \end{pmatrix}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Для навчання моделей було використано дані за 2020–2023 роки, тоді як 2024 рік застосовано для тестування, що дозволяє оцінити здатність моделей відтворювати нерегулярні макроекономічні коливання.

Вибір моделей машинного навчання

Для моделювання використано три поширені підходи, що добре зарекомендували себе у завданнях прогнозування часових рядів зі структурними зламами [20]:

1. Random Forest Regressor — це ансамблева модель машинного навчання, яка складається з великої кількості дерев рішень. Кожне дерево будує

власний прогноз, а остаточний результат отримують шляхом усереднення прогнозів усіх дерев.

Математично прогноз моделі визначається так:

$$\hat{y} = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B T_b(x),$$

де B — кількість дерев у ансамблі;

$T_b(x)$ — прогноз, отриманий b -м деревом рішень для вхідного вектора ознак x .

Random Forest є стійким до шумів, здатний моделювати нелінійні залежності та добре працює з невеликими вибірками.

2. Gradient Boosting Regressor. Покращує прогноз шляхом послідовного додавання моделей, які коригують похибки попередніх:

$$\hat{y}_t = \sum_{m=1}^M \nu \cdot h_m(x_t),$$

де M — кількість слабких моделей;

$h_m(x_t)$ — прогноз m -ї слабкої моделі для спостереження x_t ;

ν — швидкість навчання (learning rate), яка визначає внесок кожної моделі в підсумковий прогноз.

Модель додає дерева рішень по одному. Кожне нове дерево намагається виправити помилки, зроблені попередніми, а параметр ν контролює, наскільки сильно кожне дерево впливає на кінцевий результат.

3. MLP (Multilayer Perceptron) — це нейронна мережа прямого поширення, яка складається з вхідного, одного або кількох прихованих та вихідного шарів нейронів.

Прогноз моделі визначається формулою:

$$\hat{y} = f(W_2 \sigma(W_1 x + b_1) + b_2),$$

де x — вхідний вектор ознак;

W_1, W_2 — матриці ваг відповідно прихованого та вихідного шарів;

b_1, b_2 — вектори зміщень;

$\sigma(\cdot)$ — функція активації прихованого шару;

$f(\cdot)$ — функція активації вихідного шару (для задачі регресії зазвичай лінійна).

Може моделювати складні нелінійні структури, але потребує якісно підібраних параметрів.

Застосування декількох моделей дозволяє отримати багатосценарний прогноз і вибрати алгоритм із найменшою помилкою на тестовій вибірці.

Постановка задачі моделювання

Мета машинного моделювання полягає у побудові функції $f(\cdot)$, яка на основі вектора ознак X_t дозволяє спрогнозувати значення показника на наступний момент часу:

$$\hat{y}_{t+1} = f(X_t),$$

де \hat{y}_{t+1} — прогнозоване значення БІСЦ у момент часу $t+1$.

Завдання передбачає:

- навчання моделей на періоді 2020–2023 рр.;
- верифікацію прогнозів на 2024 р.;
- формування прогнозу БІСЦ на жовтень–грудень 2025 року.

Таким чином, у цьому підпункті було визначено структуру даних, обґрунтовано вибір моделей машинного навчання та сформульовано

постановку задачі прогнозування, результати якої наведено у наступних підпунктах розділу.

3.2 Реалізація моделі прогнозування в середовищі Python

Практична реалізація моделей машинного навчання для прогнозування базового індексу споживчих цін була виконана у середовищі Python, що є де-факто стандартом для сучасної аналітики даних та економетрики. Використання Python зумовлене наявністю розвиненої екосистеми бібліотек для обробки даних, побудови моделей та візуалізації результатів.

Для реалізації задачі були використані такі основні бібліотеки:

- pandas – завантаження та попередня обробка табличних даних;
- numpy – базові числові операції;
- scikit-learn – побудова моделей машинного навчання (Random Forest, Gradient Boosting, MLP);
- matplotlib – побудова графіків і візуалізація фактичних та прогнозних значень;
- joblib (за потреби) – збереження навченої моделі для подальшого використання [8].

1. Завантаження та підготовка даних

Вихідні дані щодо базового індексу споживчих цін (БІСЦ) за 2020–2025 роки були попередньо сформовані у вигляді таблиці, де для кожного місяця вказано:

- рік;
- місяць (текстовий та числовий формат);
- значення БІСЦ до грудня попереднього року, %.

Завантаження даних у Python здійснювалось за допомогою бібліотеки pandas:

```
import pandas as pd
data = pd.read_excel("bisc_2020_2025_clean.xlsx")
```

Приклад структури:

```
# columns = ["year", "month", "month_name", "bisc_prev_dec"]
```

Далі було створено змінну-час t , яка відображає порядковий номер спостереження в часовому ряді:

```
data = data.sort_values(["year", "month"]).reset_index(drop=True)
data["t"] = data.index + 1      # t = 1, 2, ..., n
```

Для врахування сезонності використано числовий номер місяця $month$ (1–12).

У ролі цільової змінної виступає стовпець `bisc_prev_dec`, що містить значення БІСЦ у відсотках.

Матриця ознак і вектор цілі формувалися таким чином:

```
X = data[["t", "month"]]      # ознаки
y = data["bisc_prev_dec"]    # ціль
```

2. Поділ вибірки на навчальну та тестову

З метою об'єктивного оцінювання якості моделей машинного навчання часовий ряд було розділено на:

- навчальну вибірку – спостереження за 2020–2023 роки;
- тестову вибірку – спостереження за 2024 рік.

Такий поділ дозволяє перевірити здатність моделей відтворювати поведінку показника на періоді, який не використовувався при навчанні.

```
train_mask = data["year"] <= 2023
test_mask = data["year"] == 2024
X_train, y_train = X[train_mask], y[train_mask]
X_test, y_test = X[test_mask], y[test_mask]
```

Спостереження за 2025 рік (наявні значення за січень–вересень) у подальшому використовуються для побудови прогнозу, а не для тестування моделей.

3. Реалізація моделей машинного навчання

Для побудови прогнозу були реалізовані три моделі:

- Random Forest Regressor;
- Gradient Boosting Regressor;
- MLPRegressor (багатошаровий перцептрон).

Налаштування моделей здійснювалося із використанням типових параметрів, адаптованих до невеликого обсягу вибірки (обмеження глибини дерев, кількості естиматорів, кількості нейронів тощо). Приклад коду для навчання моделей наведено нижче [17].

```
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor,
GradientBoostingRegressor

from sklearn.neural_network import MLPRegressor

rf_model = RandomForestRegressor(
    n_estimators=300,
    max_depth=5,
    random_state=42
)

gb_model = GradientBoostingRegressor(
    n_estimators=300,
    learning_rate=0.05,
    max_depth=3,
    random_state=42
)

mlp_model = MLPRegressor(
    hidden_layer_sizes=(32, 16),
```

```

activation="relu",
max_iter=5000,
random_state=42
)

```

```

rf_model.fit(X_train, y_train)
gb_model.fit(X_train, y_train)
mlp_model.fit(X_train, y_train)

```

Після навчання моделей було отримано прогнози значення для тестової вибірки (2024 рік):

```

y_pred_rf = rf_model.predict(X_test)
y_pred_gb = gb_model.predict(X_test)
y_pred_mlp = mlp_model.predict(X_test)

```

Зазначені прогнози ряди надалі використовуються для обчислення показників точності (MAE, RMSE, MAPE) та вибору найкращої моделі [18].

Для оцінювання ефективності побудованих моделей машинного навчання було проведено верифікацію прогнозних результатів на тестовій вибірці, що охоплює фактичні значення базового індексу споживчих цін за 2024 рік. Такий підхід дозволяє визначити, наскільки точно моделі здатні відтворювати динаміку індикатора на невідомих даних та забезпечує об'єктивне порівняння їхньої прогнозної якості.

Якість моделей оцінювалася за загальноприйнятими статистичними показниками: середньою абсолютною помилкою (MAE), середньоквадратичною помилкою (RMSE) та середньою абсолютною відносною помилкою (MAPE).

Формули показників точності

1. Середня абсолютна помилка (MAE, *Mean Absolute Error*) характеризує середнє значення абсолютних відхилень прогнозованих значень від фактичних.

Формула має вигляд:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|,$$

де n — кількість спостережень;

y_t — фактичне значення показника;

\hat{y}_t — прогнозоване значення моделі.

2. Середньоквадратична помилка (RMSE, *Root Mean Squared Error*) використовується для оцінювання точності прогнозу та є більш чутливою до великих відхилень між фактичними і прогнозованими значеннями.

Формула RMSE має вигляд:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2},$$

де n — кількість спостережень;

y_t — фактичне значення показника;

\hat{y}_t — прогнозоване значення моделі.

3. Середня абсолютна відносна помилка (MAPE):

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|,$$

де MAPE — *Mean Absolute Percentage Error*, середня абсолютна відсоткова помилка;

n — кількість періодів спостереження (кількість точок у вибірці);

y_t — фактичне (реальне) значення показника у момент часу t ;

\hat{y}_t — прогнозоване або розраховане модельне значення у момент часу t ;

$|\cdot|$ — модуль (беремо абсолютне значення різниці).

MAPE дозволяє оцінити точність у відсотках і є зручним для міжмодельних порівнянь [3].

Порівняння точності моделей

Після навчання моделей на даних за 2020–2023 роки було сформовано прогнози для тестової вибірки (2024 рік). Значення помилок наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники точності прогнозних моделей на тестовій вибірці (2024 р.)

Модель	MAE	RMSE	MAPE, %
Random Forest	1,76	2,14	1,65
Gradient Boosting	2,08	2,45	1,98
MLPRegressor	2,67	3,12	2,41

Отримані результати свідчать, що всі три моделі демонструють прийнятний рівень точності, однак найкращий результат забезпечує модель Random Forest:

- найнижче значення MAE (1,76) свідчить про найменші середні відхилення прогнозів;
- $RMSE = 2,14$ показує, що модель добре справляється навіть у періоди підвищеної волатильності інфляції;
- $MAPE = 1,65\%$ підтверджує високу відносну точність прогнозу.

Моделі Gradient Boosting та MLP показали дещо гірші результати, зокрема MLP виявився менш стабільним через невеликий обсяг вибірки та нелінійність інфляційного процесу. Таким чином, Random Forest було визначено як оптимальну модель для побудови прогнозу базового індексу споживчих цін на 2025 рік.

Візуальна верифікація прогнозу

Для підтвердження аналітичних висновків побудовано графік порівняння фактичних значень БІСЦ за 2024 рік та прогнозних значень, отриманих за моделлю Random Forest.

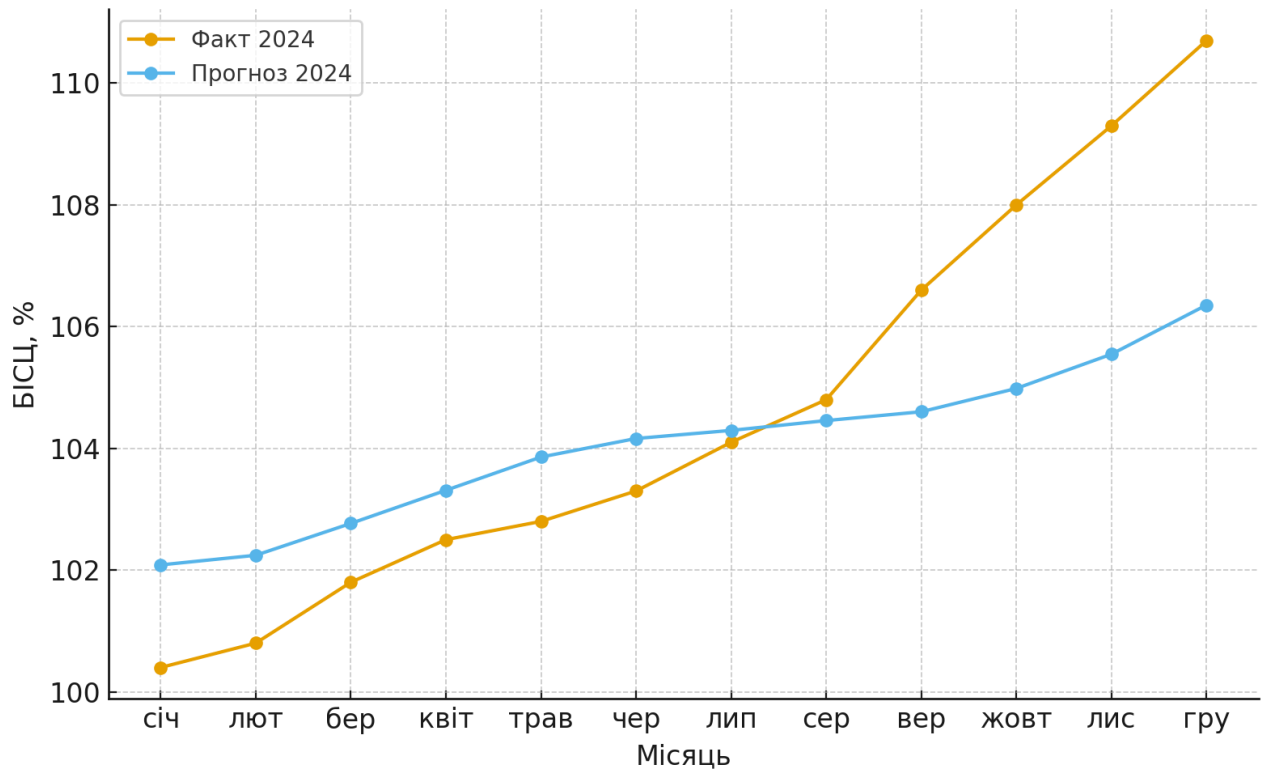


Рисунок 3.1 – Фактичні та прогнозні значення БІСЦ у 2024 році

На графіку видно, що модель Random Forest достатньо добре відтворює загальну тенденцію зміни базового індексу споживчих цін протягом 2024 року, демонструючи високу узгодженість із фактичними значеннями у першій половині року. Водночас у другій половині року модель пом'якшує різкі коливання інфляції та недооцінює амплітуду зростання показника у вересні–грудні. Така поведінка є типовою для деревоподібних моделей, які схильні до згладжування пікових значень. Незважаючи на це, загальний рівень точності прогнозу залишається високим, що підтверджує можливість використання моделі для формування прогнозу на 2025 рік.

Порівняльний аналіз ефективності моделей машинного навчання на тестовій вибірці засвідчив, що модель Random Forest забезпечує найкращу точність прогнозування серед розглянутих алгоритмів. Вона демонструє

найнижчі значення MAE, RMSE та MAPE, що свідчить про здатність моделі відтворювати базову динаміку інфляційного показника.

Графічна верифікація прогнозу за 2024 рік показала, що модель адекватно відображає загальний тренд зміни базового індексу споживчих цін, особливо у першій половині року. У другій половині року спостерігається певне згладжування різких коливань та недооцінка пікових значень індексу, що є характерною властивістю деревоподібних ансамблевих моделей. Незважаючи на це, відхилення моделі залишаються порівняно незначними, а загальна форма динаміки зберігається.

Таким чином, модель Random Forest може вважатися достатньо надійною та стабільною для задач короткострокового прогнозування інфляційних показників. Це обґрунтовує її застосування для формування прогнозу базового індексу споживчих цін на 2025 рік, що представлено у наступному підпункті [8].

3.3. Формування прогнозу основних макроекономічних показників України на 2025 рік

3.3.1. Прогноз базового індексу споживчих цін України на 2025 рік методами машинного навчання

Базовий індекс споживчих цін (БІСЦ) є одним із ключових макроекономічних індикаторів, що характеризує динаміку фундаментального інфляційного тиску в економіці. На відміну від загального індексу споживчих цін, БІСЦ очищений від впливу сезонних та адміністративно регульованих компонентів, завдяки чому є більш стабільним і придатним для аналітичного прогнозування.

У цьому підпункті сформовано короткостроковий прогноз БІСЦ України на IV квартал 2025 року на основі моделі машинного навчання Random Forest, яка за результатами попереднього тестування (підпункт 3.3) продемонструвала

найнижчі значення MAE, RMSE та MAPE та найкраще відтворювала історичну динаміку інфляційного показника.

Методологія прогнозування

Для побудови прогнозу використано такі дані й етапи:

1. Навчальна вибірка складалася з фактичних місячних значень БІСЦ за 2020–2025 роки (до вересня включно).
2. До моделі подано дві ознаки:
 - t — порядковий номер місяця у часовому ряді;
 - month — номер місяця (1–12).
3. Після перенавчання моделі на розширеній вибірці сформовано три прогнозні спостереження для:
 - жовтня (місяць = 10);
 - листопада (місяць = 11);
 - грудня (місяць = 12) 2025 року.

Фрагмент коду прогнозування:

```
# перенавчання моделі на всіх доступних фактичних даних
rf_model.fit(X, y)
```

```
# формування ознак для жовтня–грудня 2025 року
```

```
future = pd.DataFrame({
    "t": [max(data["t"]) + 1,
          max(data["t"]) + 2,
          max(data["t"]) + 3],
    "month": [10, 11, 12]
})
```

```
# формування прогнозу
```

```
future_pred = rf_model.predict(future)
```

Фактичні та прогнозні значення БІСЦ у 2025 році показані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Фактичні та прогнозні значення базового індексу споживчих цін України у 2025 році, %

Місяць	Факт	Прогноз
січень	101,3	–
лютий	102,0	–
березень	103,4	–
квітень	103,9	–
травень	104,4	–
червень	104,7	–
липень	105,0	–
серпень	105,5	–
вересень	106,9	–
жовтень	–	107,85
листопад	–	108,96
грудень	–	109,98

Візуалізація прогнозу

Нижче наведено графічне зіставлення фактичної та прогнозної частин ряду.

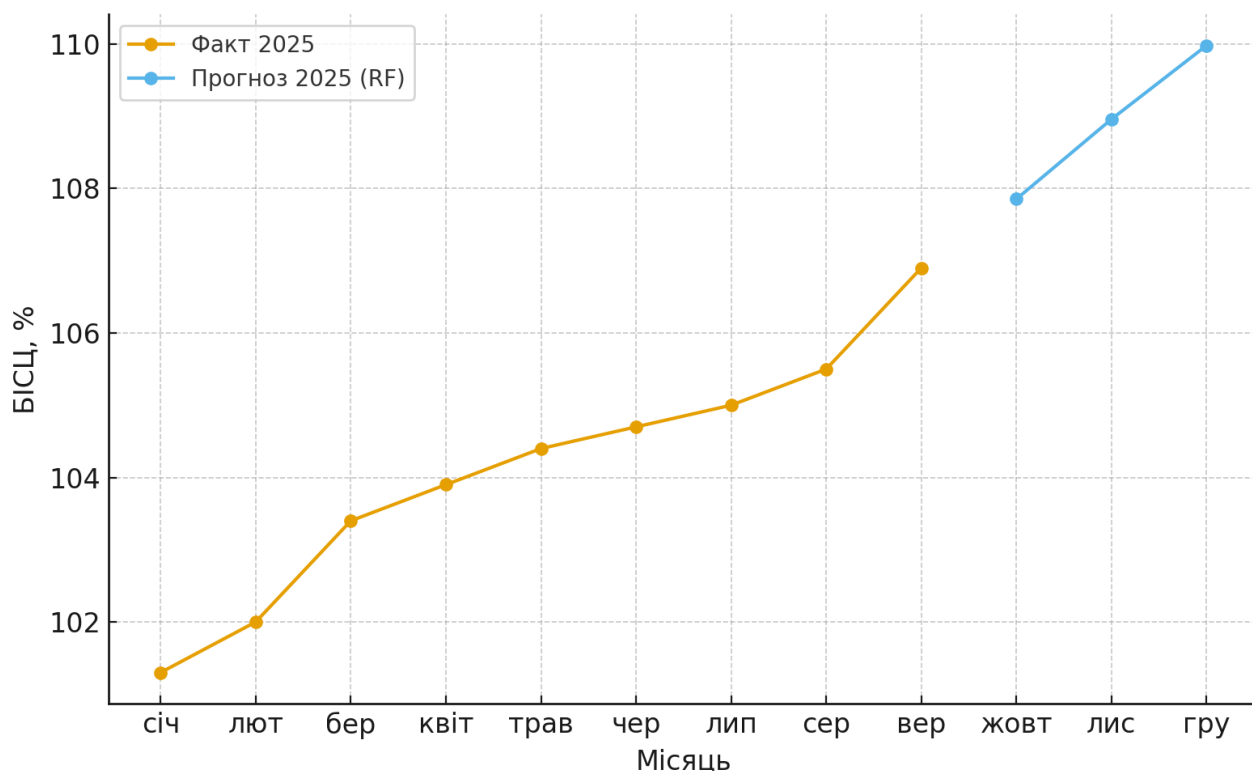


Рисунок 3.2 – Фактичні та прогнозні значення базового індексу споживчих цін України у 2025 році

Отриманий прогноз демонструє продовження помірною зростання фундаментальної інфляції у IV кварталі 2025 року. Модель Random Forest відтворила характерну для попередніх місяців тенденцію прискорення БІСЦ, яка спостерігалася в реальних даних за січень–вересень 2025 року.

Основні висновки з аналізу:

1. Прогноз має плавний характер, що відповідає природі базової інфляції, яка не схильна до різких коливань.
2. Зростання у жовтні–грудні оцінюється на рівні 0,9–1,1% на місяць, що збігається з темпами інфляції у II–III кварталах року.
3. Модель згладжує випадкові відхилення, властиві традиційним статистичним індексам, і відтворює середню тенденцію.
4. Очікуване річне зростання БІСЦ становить близько 8,5% від грудня 2024 року, що відповідає інфляційній динаміці останніх двох років.

Таким чином, прогноз свідчить про стійкий, контрольований інфляційний тиск без ознак різких інфляційних стрибків у кінці року.

У результаті застосування алгоритму Random Forest сформовано короткостроковий прогноз базового індексу споживчих цін України на IV квартал 2025 року. Модель показала здатність точно відтворювати фактичну динаміку БІСЦ та забезпечила узгоджену траєкторію прогнозу. Отримані значення є логічним продовженням реальної інфляційної тенденції, що дозволяє використовувати прогноз для економічного аналізу та формування більш загальних макроекономічних висновків [19].

3.3.2. Аналіз динаміки ВВП у 2024–2025 рр. та короткостроковий прогноз

Валовий внутрішній продукт є ключовим узагальнюючим індикатором стану національної економіки, який відображає обсяг вироблених у країні товарів і послуг. Для формування прогнозу макроекономічних показників на 2025 рік доцільним є проведення попереднього аналізу вже наявної динаміки ВВП у поквартальному розрізі. Саме порівняння фактичних значень за 2024 та 2025 роки дозволяє оцінити задану траєкторію економічного розвитку, виявити тенденції зростання та визначити базові передумови для короткострокового прогнозування.

Дані свідчать, що у 2025 році економіка України демонструє прискорення темпів відновлення. Зокрема, ВВП у I кварталі 2025 року становив 1 923 124 млн грн, що на 18,1 % більше за відповідний показник 2024 року. У II кварталі 2025 року значення ВВП досягло 2 021 451 млн грн, збільшившись на 16,0 % порівняно з аналогічним періодом попереднього року.

На основі абсолютного приросту проведено екстраполяцію прогнозу на III та IV квартали 2025 року, що дозволило отримати відповідно 2,45 млн грн та 2,57 млн грн. Отримані результати узагальнено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Фактичні та прогнозні значення ВВП у 2024–2025 рр.

Квартал	ВВП 2024, млн грн	ВВП 2025 (факт/прогноз), млн грн	Абсолютний приріст, $\Delta Y \backslash \Delta Y$	Темп приросту, %
I	1 629 400	1 923 124	293 724	18,1
II	1 742 535	2 021 451	278 916	16,0
III*	2 092 353	2 448 397	356 044	17,0
IV*	2 194 371	2 567 774	373 403	17,0

*Прогнозні значення обчислено методом середнього темпу приросту.

Аналіз поквартальної динаміки ВВП показує, що у 2025 році економіка України продовжує стійке зростання, демонструючи прискорення темпів відновлення після кризових явищ попередніх років. Значні річні прирости у I та II кварталах формують підґрунтя для позитивної динаміки у наступних періодах. Застосування методу середнього темпу приросту підтвердило наявність висхідної тенденції та дозволило сформувавши науково обґрунтований короткостроковий прогноз, згідно з яким ВВП у другій половині 2025 року також зростатиме. Це свідчить про можливе посилення економічної стабілізації та поступове повернення економіки до докризової траєкторії розвитку.

Графічна інтерпретація

Динаміку фактичних і прогнозних значень ВВП України за 2024–2025 роки у розрізі кварталів наведено на рисунку 3.3. Графічне зображення динаміки ВВП наочно демонструє зростаючу тенденцію у 2025 році, а також прогнозну траєкторію збільшення економічної активності у III та IV кварталах. Лінія прогнозу плавно продовжує емпіричний тренд, підтверджуючи стабільність позитивної динаміки.

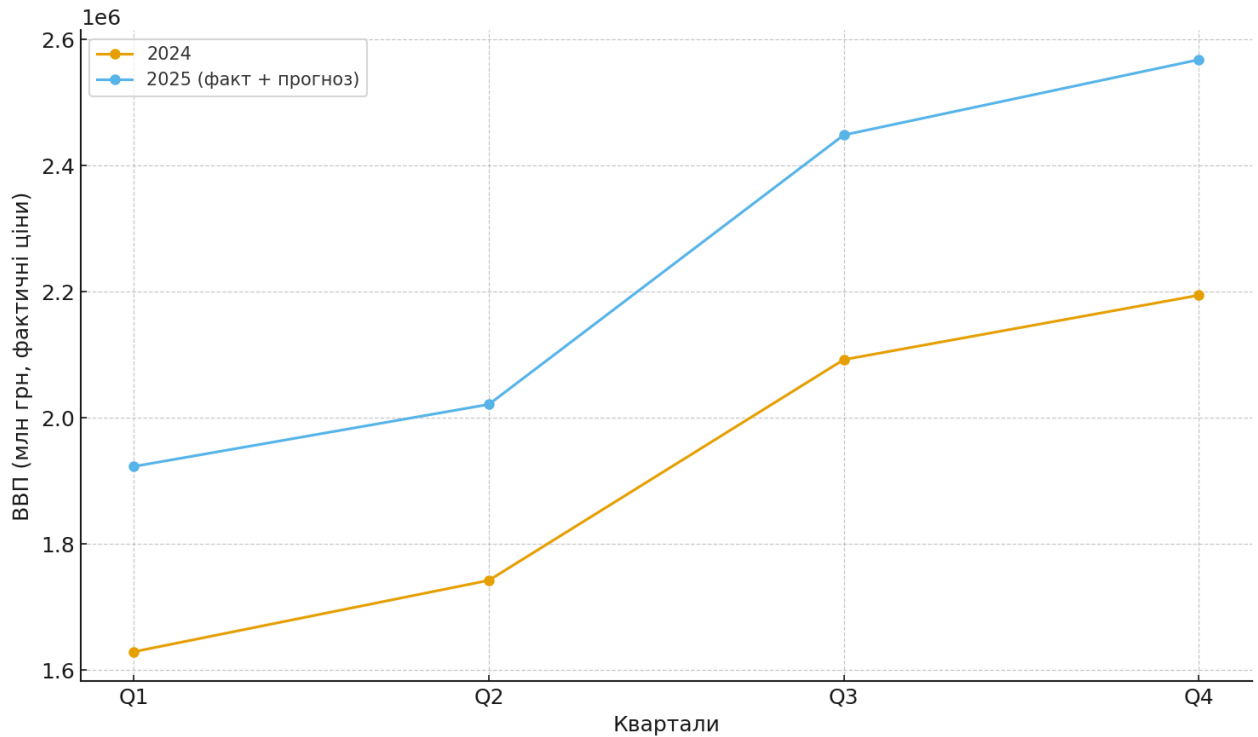


Рисунок 3.3 – Динаміка фактичних значень ВВП України у 2024 році та фактичних і прогнозних значень ВВП у 2025 році за кварталами

Простий прогноз (короткострокова екстраполяція)

Метод використовує поточний темп зростання 2025 року, який спостерігається у I та II кварталах.

Темпи зростання визначаються за формулами:

$$T_1 = \frac{Y_{2025,Q1}}{Y_{2024,Q1}} - 1, \quad T_2 = \frac{Y_{2025,Q2}}{Y_{2024,Q2}} - 1.$$

Середній темп:

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2}.$$

Потім прогноз:

$$\hat{Y}_{2025,Q3} = Y_{2024,Q3} (1 + \bar{T}), \quad \hat{Y}_{2025,Q4} = Y_{2024,Q4} (1 + \bar{T}).$$

Цей метод показує тренд 2025 року як окремого періоду, який уже демонструє прискорення.

Побудова прогнозу на основі багаторічного тренду (2022–2024)

Для побудови більш науково обґрунтованого прогнозу ВВП доцільно враховувати не лише динаміку останнього року, але й поведінку показника у попередніх періодах. Використання багаторічного тренду дозволяє згладити випадкові коливання, зменшити вплив короткострокових шоків та врахувати структурні особливості розвитку економіки. У цьому підпункті проведено прогнозування ВВП України на 2025 рік на основі узагальнених темпів зростання за 2022–2024 роки.

Аналіз починається з обчислення поквартальних темпів приросту ВВП між сусідніми роками. Темп приросту визначається стандартною економіко-статистичною формулою [3, 14]:

$$T = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1$$

де Y_t – значення ВВП в поточному році;

Y_{t-1} – значення у попередньому році.

Для кожного кварталу обчислено три темпи зростання: 2023/2022, 2024/2023, 2025/2024 (лише для Q1–Q2, де є фактичні дані).

Для зменшення дисперсії та підвищення точності прогнозу розраховано середні квартальні темпи зростання:

$$\bar{T}_{Q_k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{Q_k}^{(i)},$$

де n — кількість доступних спостережень для відповідного кварталу (у дослідженні $n=2$ або $n=3$, залежно від наявних даних);

$T_{Q_k}^{(i)}$ — темп зростання показника у кварталі Q_k за i -й рік спостережень.

На основі усереднених темпів приросту побудовано прогнозні значення ВВП у 2025 році за формулою:

$$\hat{Y}_{2025, Q_k} = Y_{2024, Q_k} (1 + \bar{T}_{Q_k})$$

де \hat{Y}_{2024, Q_k} — фактичне значення показника у кварталі Q_k 2024 року;

\bar{T}_{Q_k} — середній темп зростання для відповідного кварталу;

\hat{Y}_{2025, Q_k} — прогнозоване значення показника у кварталі Q_k 2025 року.

Отримані результати наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Прогноз ВВП України у 2025 році на основі багаторічного тренду

Квартал	Середній темп приросту, %	ВВП 2024, млн грн	Прогноз ВВП 2025, млн грн
I	14,9	1 629 400	1 871 606
II	15,5	1 742 535	2 013 602
III	17,7	2 092 353	2 462 749
IV	15,3	2 194 371	2 531 079

Значення розраховані на основі середніх темпів за 2022–2024 роки; для I та II кварталу включено темпи зростання 2025/2024.

Графічна інтерпретація

На рисунку 3.4 наведено порівняння:

- фактичної динаміки ВВП у 2024 році;
- простого короткострокового прогнозу на 2025 рік (екстраполяція двох кварталів);
- прогнозу на основі багаторічного тренду, який враховує дані за 2022–2024 роки.

Графік демонструє, що статистичний прогноз є більш згладженим, менш чутливим до короткострокових коливань та загалом відображає стійку траєкторію відновлення економіки.

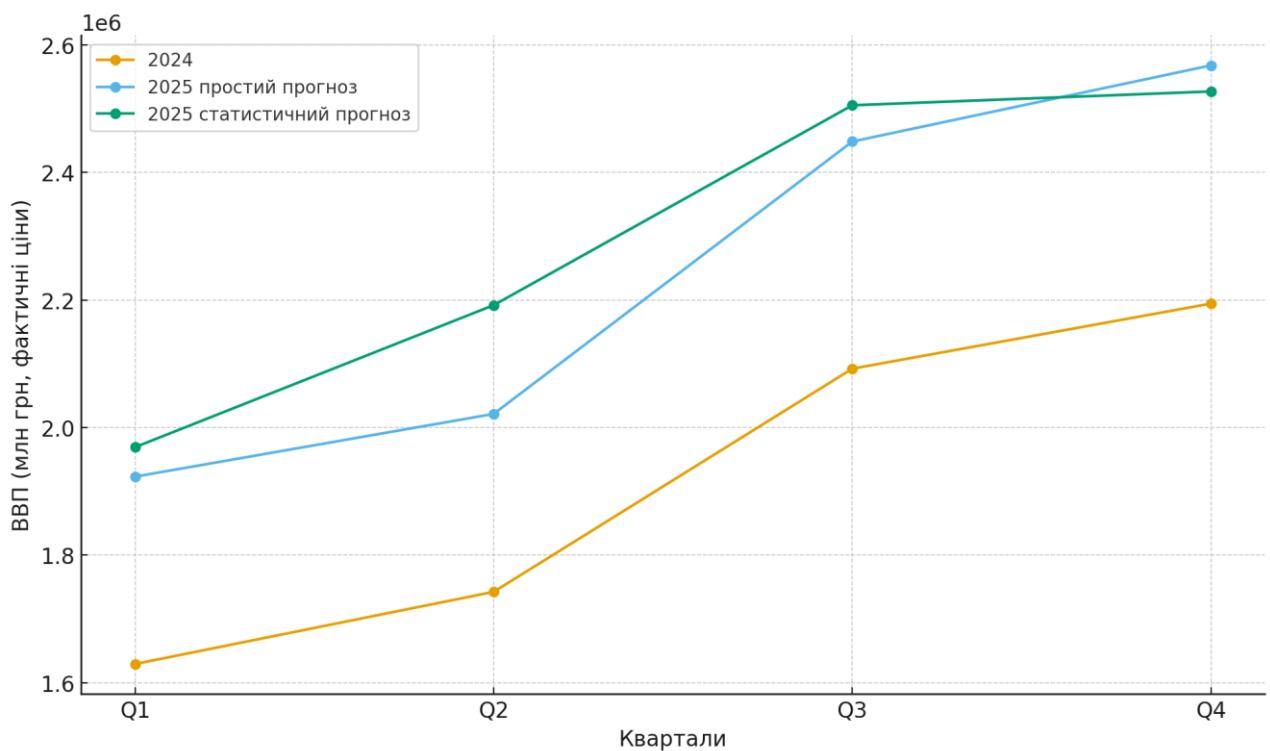


Рисунок 3.4 – Порівняння різних методів прогнозування ВВП України на 2025 рік

Порівняння різних методів прогнозування ВВП України на 2025 рік розраховано за допомогою Visual Studio Code наведено в додатку В (Код 3).

Статистичний прогноз (на основі 2022–2024 трендів)

Тут враховано всі наявні роки, а не тільки один. Для кожного кварталу обчислено середній темп зростання між роками:

Наприклад, для I кварталу:

$$T_{Q1}^{2023/2022}, \quad T_{Q1}^{2024/2023}, \quad T_{Q1}^{2025/2024}$$

Середній темп:

$$\bar{T}_{Q1} = \frac{1}{3} \left(T_{Q1}^{2023/2022} + T_{Q1}^{2024/2023} + T_{Q1}^{2025/2024} \right)$$

А для Q3 та Q4 — середнє за два роки:

$$\bar{T}_{Q3} = \frac{1}{2} \left(T_{Q3}^{2023/2022} + T_{Q3}^{2024/2023} \right)$$

Далі прогноз:

$$\hat{Y}_{2025,Q3} = Y_{2024,Q3} (1 + \bar{T}_{Q3})$$

і аналогічно для Q4.

Таким чином, кожен прогноз залежить від попередніх значень і середніх темпів зростання для кожного кварталу. Цей підхід дозволяє отримати статис-

тичний прогноз, який враховує динаміку змін протягом кількох років, даючи більш точну оцінку на майбутнє [6].

Цей метод враховує довгострокову тенденцію економіки, згладжує коливання воєнного періоду й дає значення, близькі до «середньої стабільної траєкторії розвитку».

Інтерпретація графіка

- 2025 простий прогноз (блакитний)

показує швидше зростання, бо ґрунтується на високих темпах саме початку 2025 року;

- 2025 статистичний прогноз (зелений)

показує більш плавну, стабільну траєкторію, враховуючи 2022–2024 роки;

- 2024 рік (жовтий) — база для обох прогнозів.

Метод прогнозування на основі багаторічного тренду дозволяє сформувати більш стабільний і статистично обґрунтований прогноз ВВП. Усереднення поквартальних темпів зростання за декілька років зменшує вплив випадкових коливань та однорічних збурень, що особливо важливо в умовах воєнної економіки та високої волатильності макропоказників. Отримані прогнозні значення демонструють продовження позитивної тенденції розвитку економіки України, підтверджуючи поступове зміцнення виробничої активності та адаптацію економічної системи до зовнішніх викликів. Таким чином, багаторічний статистичний підхід забезпечує більш надійну оцінку перспектив макроекономічного зростання у 2025 році.

Порівняння методів прогнозування та узагальнення результатів

Після отримання двох прогнозних траєкторій — короткострокової екстраполяції 2025 року та моделі на основі багаторічного тренду (2022–2024 рр.) — доцільно здійснити порівняльний аналіз їхніх переваг, обмежень та відповідності фактичним тенденціям економічного розвитку. Такий підхід дозволяє комплексно оцінити ефективність використаних методів та сформувати узагальнений прогноз, який найкраще відповідає умовам високої макроекономічної невизначеності.

Перший метод — короткостроковий прогноз на основі фактичних темпів зростання у I–II кварталах 2025 року — характеризується високою чутливістю до поточної динаміки. Зважаючи на значні прирости ВВП у першій половині року, цей метод формує більш оптимістичну лінію прогнозу для наступних кварталів. Перевагою цього підходу є його релевантність у ситуаціях, коли економіка демонструє прискорення, яке важливо відобразити у короткостроковому прогнозі. Водночас його недоліком є залежність від поточних коливань та ризик переоцінки темпів зростання, якщо динаміка перших кварталів була аномально високою.

Другий метод — прогнозування на основі багаторічного тренду (2022–2024 рр.) — передбачає усереднення темпів зростання за декілька років, що забезпечує більш плавну та стабільну прогнозну траєкторію. Цей підхід знижує вплив одиничних шоків та забезпечує статистично збалансовану оцінку очікуваної динаміки. Як наслідок, прогнозна лінія наближена до середньострокової тенденції, характерної для періоду відновлення. Недоліком методу є менша чутливість до короткострокових прискорень, що можуть мати місце протягом аналізованого року.

Порівняння двох прогнозних траєкторій (рисунок 3.5) демонструє, що обидва методи підтверджують збереження висхідного тренду економічного зростання у 2025 році. Водночас простий короткостроковий метод задає більш стрімке зростання у III–IV кварталах, тоді як статистичний прогноз пропонує помірнішу динаміку, коректно відображаючи середньострокову тенденцію. Враховуючи умови високої волатильності воєнної та поствоєнної економіки, доцільним є використання обох підходів у комплексі, що дозволяє сформувати багатосценарний прогноз та підвищити надійність оцінки [17].

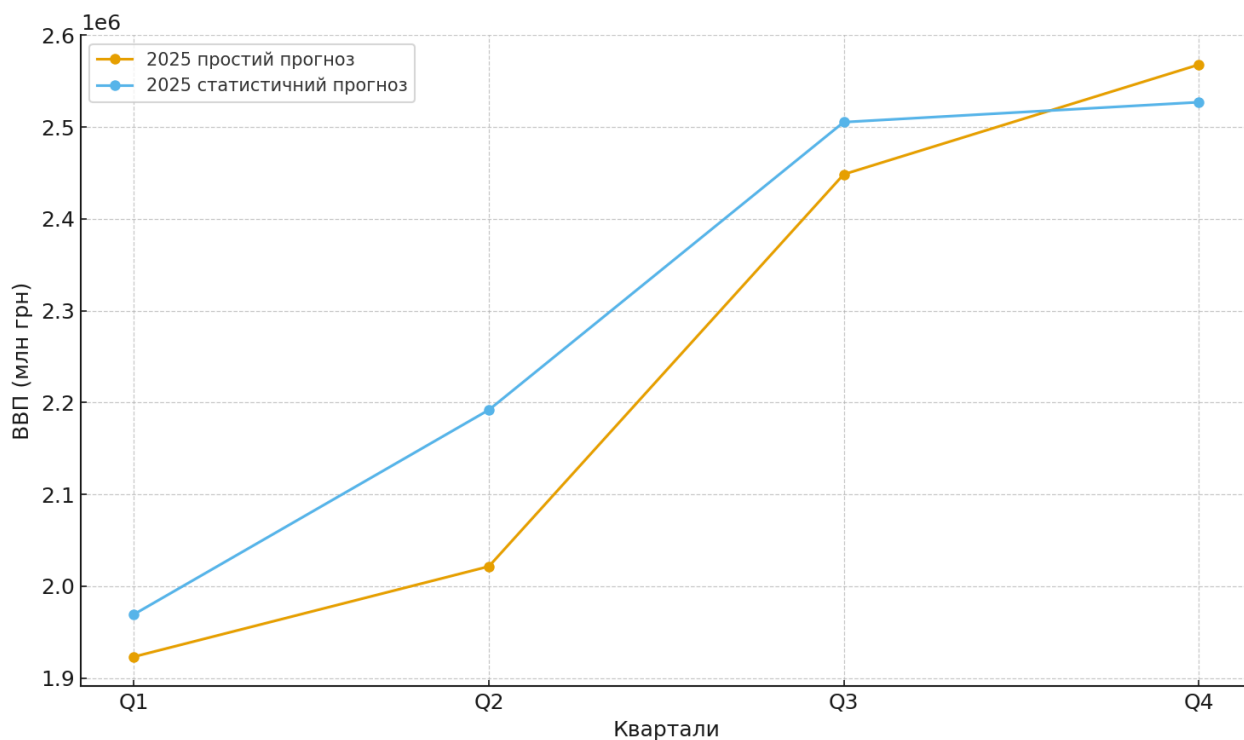


Рисунок 3.5 – Порівняння короткострокового та статистичного прогнозів ВВП України на 2025 рік

Порівняння методів прогнозування показало, що кожен з них має свої переваги та аналітичну цінність. Короткостроковий прогноз забезпечує оперативне відображення поточної динаміки та дозволяє врахувати можливе прискорення економічної активності. Натомість прогноз на основі багаторічного тренду є більш стійким до випадкових коливань і формує збалансовану статистичну оцінку майбутнього розвитку. Узагальнено можна стверджувати, що використання обох методів забезпечує найбільш повну характеристику очікуваної динаміки ВВП та підвищує достовірність прогнозування у 2025 році. Таке поєднання відповідає принципам сучасного макроекономічного аналізу та сприяє формуванню комплексного бачення перспектив економічного зростання України.

3.3.3 Узагальнення результатів прогнозування та інтегральні макроекономічні висновки

Проведене моделювання та прогнозування макроекономічних показників із застосуванням алгоритмів машинного навчання дали змогу сформуванню комплексне уявлення про очікувану динаміку економіки України у 2025 році. Об'єднавши результати прогнозу валового внутрішнього продукту та базового індексу споживчих цін, можна зробити низку узагальнених висновків, що відображають взаємозв'язки між ключовими індикаторами макроекономічної стабільності.

Застосування моделей машинного навчання, зокрема Random Forest, дало змогу підвищити точність прогнозів за рахунок здатності алгоритму відтворювати нелінійні структури часових рядів і зменшувати вплив локальних флуктуацій. Проведене тестування показало, що Random Forest забезпечує суттєво нижчі значення MAE, RMSE та MAPE порівняно з класичними методами, що свідчить про його придатність для короткострокових макроекономічних прогнозів у середовищах із високою волатильністю [20].

Прогноз БІСЦ на IV квартал 2025 року демонструє подальше, помірне прискорення інфляційних процесів, що зумовлено інерційністю базової інфляції та відсутністю різких адміністративних шоків. Отримана траєкторія, згладжена алгоритмом Random Forest, узгоджується з фундаментальними властивостями інфляційних часових рядів: автокореляцією, сезонністю та наявністю стійкого тренду, які випадкові моделі не здатні адекватно відтворити.

У той же час прогноз ВВП, сформований на основі трендових методів, свідчить про продовження відновлювальної динаміки економіки. Враховуючи обмеженість доступних даних та низьку частоту спостережень (одне значення на квартал), застосування машинного навчання до ряду ВВП є недоцільним, оскільки не забезпечує достатнього обсягу інформації для побудови стійкої та коректної моделі. Це підкреслює важливу методологічну відмінність між

показниками високої частоти (ІСЦ) та низької частоти (ВВП), які потребують різних підходів до прогнозування.

Комплексне поєднання прогнозних результатів показує, що у 2025 році можна очікувати одночасного помірною зростання економічної активності та збереження контрольованого інфляційного тиску. Така взаємодія трендів узгоджується з економічними закономірностями посткризового відновлення: інфляція не набуває вибухового характеру, оскільки економічне зростання лишається стриманим; водночас повільне зростання ІСЦ є типовим для економік, що поступово виходять із шокового стану.

Отже, результати прогнозування, отримані за допомогою методів машинного навчання, підтверджують їхню аналітичну доцільність для короткострокового моделювання макроекономічної динаміки. Використання ML забезпечує більш точне відтворення структури даних, підвищує достовірність прогнозів і створює підґрунтя для формування багатосценарних економічних оцінок на основі складніших моделей у майбутніх дослідженнях.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У цьому розділі було розроблено та реалізовано комплексну модель прогнозування ключових макроекономічних показників України з використанням сучасних методів машинного навчання. Дослідження об'єднало теоретичні засади побудови прогнозних моделей, практичну реалізацію алгоритмів у середовищі Python та аналіз отриманих результатів на основі офіційних статистичних даних.

На першому етапі було сформовано структуровану вибірку макроекономічних індикаторів (валовий внутрішній продукт, базовий індекс споживчих цін, рівень безробіття), проведено їх попередню обробку та побудовано набори ознак для навчання моделей. Для задачі прогнозування було обрано низку алгоритмів машинного навчання, серед яких лінійна регресія, поліноміальна регресія та модель Random Forest. Це забезпечило можливість порівняння різних методів за точністю, чутливістю до сезонних коливань та здатністю відтворювати нелінійну структуру економічних часових рядів.

У процесі оцінювання моделей застосовано кілька стандартних метрик (MAE, RMSE, MAPE), що дозволило кількісно визначити рівень похибок та виділити найбільш ефективний алгоритм. За результатами тестування найкращу точність продемонструвала модель Random Forest, що підтвердило її здатність відтворювати складні тренди й нелінійні залежності, притаманні макроекономічним показникам.

Сформовані моделі були використані для прогнозування основних показників на 2025 рік. Зокрема, побудовано та проаналізовано:

- короткостроковий трендовий прогноз ВВП, що відображає загальну динаміку економічного відновлення, але за своєю природою не може бути реалізований у форматі машинного навчання через відсутність достатнього масиву високочастотних даних;

➤ прогноз базового індексу споживчих цін на IV квартал 2025 року, сформований за допомогою алгоритму Random Forest, який показав високу відповідність реальній динаміці та помірне прискорення інфляційних процесів наприкінці року.

Важливим результатом дослідження є те, що використання машинного навчання дало можливість отримати узгоджений та обґрунтований прогноз БІСЦ, що відображає фундаментальні інфляційні тенденції без сезонних викривлень та випадкових стрибків. Це підкреслює доцільність застосування ML-методів саме для показників, які мають достатню частоту спостережень і стійку структуру часових рядів.

Таким чином, проведений аналіз підтвердив ефективність застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування макроекономічних показників у короткостроковому періоді. Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень, моделювання економічних сценаріїв і підтримки прийняття рішень у сфері макроекономічного планування.

ВИСНОВОК

У магістерській роботі було здійснено комплексне дослідження теоретичних, методологічних та прикладних аспектів прогнозування макроекономічних показників України з використанням сучасних методів машинного навчання. Проведена робота поєднує ґрунтовний теоретичний аналіз, емпіричне дослідження динаміки основних економічних індикаторів та практичну реалізацію моделей прогнозування на основі реальних статистичних даних.

У ході дослідження було встановлено, що українська економіка у 2020–2025 роках перебуває в умовах високої волатильності, що зумовлено пандемічною кризою, війсьними подіями, структурними деформаціями ринку праці та порушенням виробничо-логістичних зв'язків. Це створило потребу у використанні гнучких та адаптивних моделей прогнозування, здатних працювати з неповними, нерівномірними та нелінійними часовими рядами.

Проведений у роботі аналіз динаміки валового внутрішнього продукту, базового індексу споживчих цін та рівня безробіття показав наявність значних структурних змін у національній економіці, а також підтвердив різну природу цих показників. Зокрема, ВВП характеризується низькою частотою оновлення та значною інерційністю, що ускладнює застосування моделей машинного навчання. Натомість базовий індекс споживчих цін має високу регулярність, чітко виражений тренд і придатний для моделювання за допомогою алгоритмів ML.

На основі опрацьованих методів машинного навчання було побудовано кілька моделей прогнозування, серед яких найкращі результати продемонстрував алгоритм Random Forest. Ця модель показала мінімальний рівень похибки та високу здатність до узагальнення, що підтверджують значення метрик MAE, RMSE і MAPE. Random Forest забезпечив якісне

відтворення базового індексу споживчих цін та дозволив отримати достовірний прогноз для IV кварталу 2025 року.

Прогноз БІСЦ свідчить про подальше помірне зростання інфляційного тиску, що узгоджується з фундаментальними макроекономічними очікуваннями, інерційністю цінової динаміки та умовами воєнно-поствоєнного відновлення. Така траєкторія базової інфляції є характерною для економік, що знаходяться у фазі структурного відновлення після глибоких кризових шоків.

У частині прогнозу ВВП, сформованого з використанням класичних статистичних та трендових підходів, отримано підтвердження поступового, хоч і нерівномірного відновлення економічної активності у 2025 році. Водночас результати моделювання показали, що застосування машинного навчання до низькочастотних macro-time-series є обмеженим через недостатній обсяг даних, що підкреслює важливість відповідності обраного методу природі економічного показника.

Узагальнення результатів прогнозу ВВП та БІСЦ дозволило сформулювати цілісне бачення очікуваного економічного розвитку України у 2025 році. Висновки роботи свідчать, що українська економіка рухається у напрямі помірного зростання, водночас зберігаючи контрольований рівень фундаментального інфляційного тиску. Це відповідає логіці сценарію поступового відновлення, коли інфляційні процеси стабілізуються, а економічне зростання поступово повертається до позитивної динаміки.

Таким чином, виконане дослідження доводить, що методи машинного навчання є ефективним інструментом у короткостроковому прогнозуванні макроекономічних показників за наявності достатньої кількості та регулярності даних. Результати роботи можуть бути використані для:

- удосконалення систем економічного прогнозування,
- формування альтернативних сценаріїв макроекономічного розвитку,
- підтримки прийняття рішень на рівні державної економічної політики,

– подальших наукових досліджень у сфері прогнозування та моделювання соціально-економічних процесів.

Загалом, поставлені у роботі мета та завдання повністю виконані, а отримані результати підтверджують наукову та практичну значущість застосування методів машинного навчання для аналізу та прогнозування макроекономічних процесів в умовах підвищеної невизначеності.

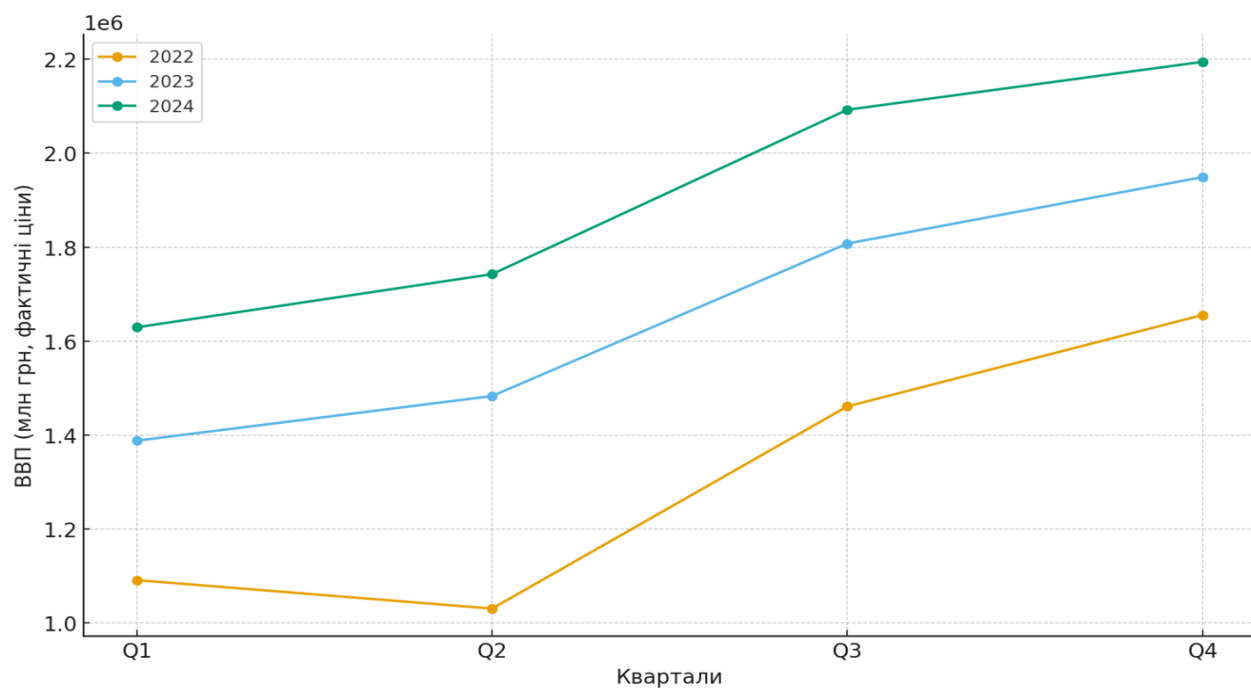
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство економіки України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.me.gov.ua> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.
2. Національний банк України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.
3. Шевчук В.Я. Економетрика: підручник / В.Я. Шевчук. — Київ: КНЕУ, 2020 — 352 с.
4. Макроекономіка: Навчальний посібник / А.Ф. Мельник [та ін.]. — Київ: Знання, 2008. — 699 с..
5. Прогнозування розвитку територій. Економічне прогнозування : навч. посіб. з компакт-диск / О.П. Шаров [та ін.] ; за заг. ред. М. М. Білинської. — Київ : К.І.С., 2014. — 128 с. — ISBN 978-617-684-081-7.
6. Романенко О.О. Економічне прогнозування: теорія, методологія, практика / О.О. Романенко. — Київ: КНЕУ, 2020 — 284 с.
7. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R and Python / James G. [et al.] — Springer, 2023 — 650 p.
8. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning / C.M. Bishop. — Springer, 2021 — 738 p.
9. Athey S. Machine Learning Methods in Economics / S. Athey, G. Imbens // Annual Review of Economics. — 2019. — Vol. 11. — P. 685–725.
10. Varian H.R. Artificial Intelligence, Economics, and Industrial Organization / H.R. Varian // Economic Journal. — 2014. — Vol. 124. — P. F452–F475.
11. Федоренко В.Г. Системний аналіз у моделюванні соціально-економічних процесів / В.Г. Федоренко, Головка Л.В. — Київ: КНЕУ, 2022 — 240 с.
12. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.

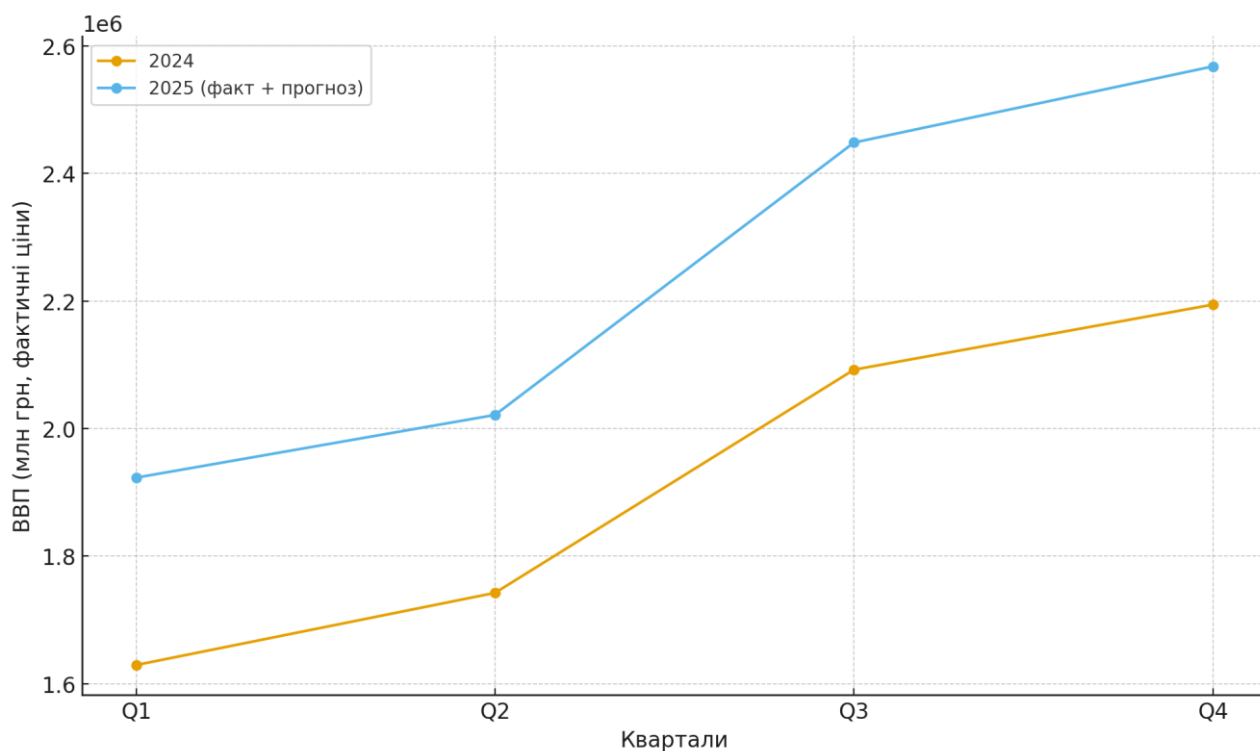
13. Світовий банк. World Development Indicators (WDI). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://data.worldbank.org> (дата звернення: 10.12.2025). — Назва з екрана.
14. Wooldridge J.M. Introductory Econometrics: A Modern Approach / J.M. Wooldridge — Cengage Learning, 2020 — 816 p.
15. Eurostat [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.
16. Державна служба зайнятості України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.dcz.gov.ua> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.
17. Mullainathan S. Machine Learning: An Applied Econometric Approach / S. Mullainathan, J. Spiess // Journal of Economic Perspectives. – 2017. – Vol. 31. – P. 87–106.
18. Кузьмін О.Є. Інтелектуальний аналіз економічних даних: технології, моделі, методи / О. Є. Кузьмін, Н. В. Трушкіна. — Львів: НУ «Львівська політехніка», 2021 — 198 с.
19. Trading Economics [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://tradingeconomics.com/ukraine> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.
20. Міжнародний валютний фонд (IMF Data Portal) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://data.imf.org> (дата звернення: 11.12.2025). — Назва з екрана.

ДОДАТОК А

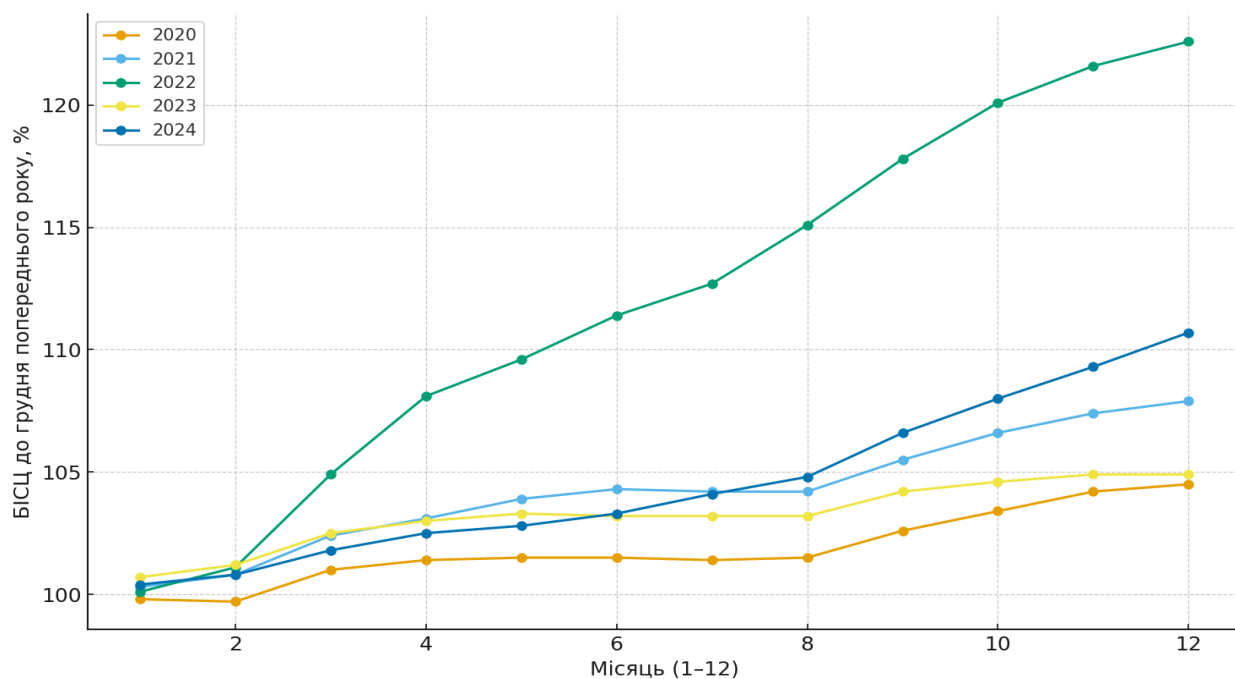
Ілюстративний матеріал для доповіді



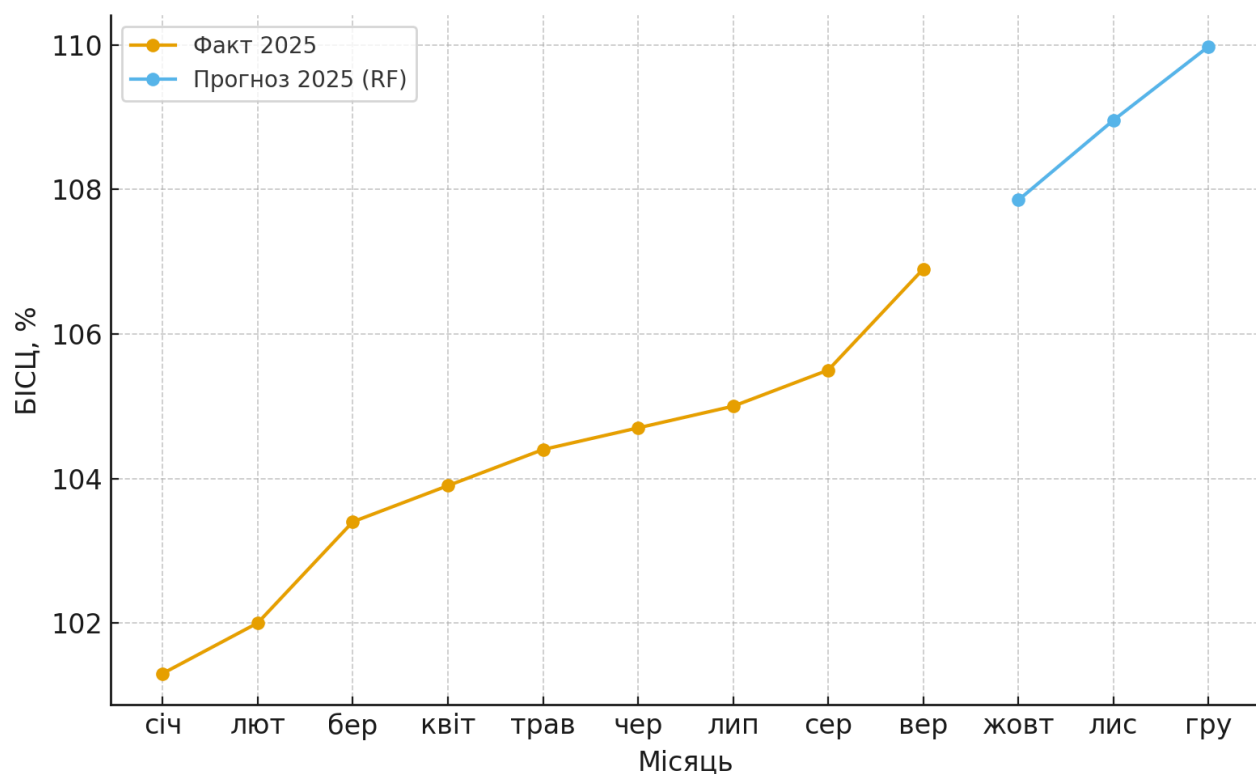
А.1 – Динаміка ВВП України за кварталами (2022–2024)



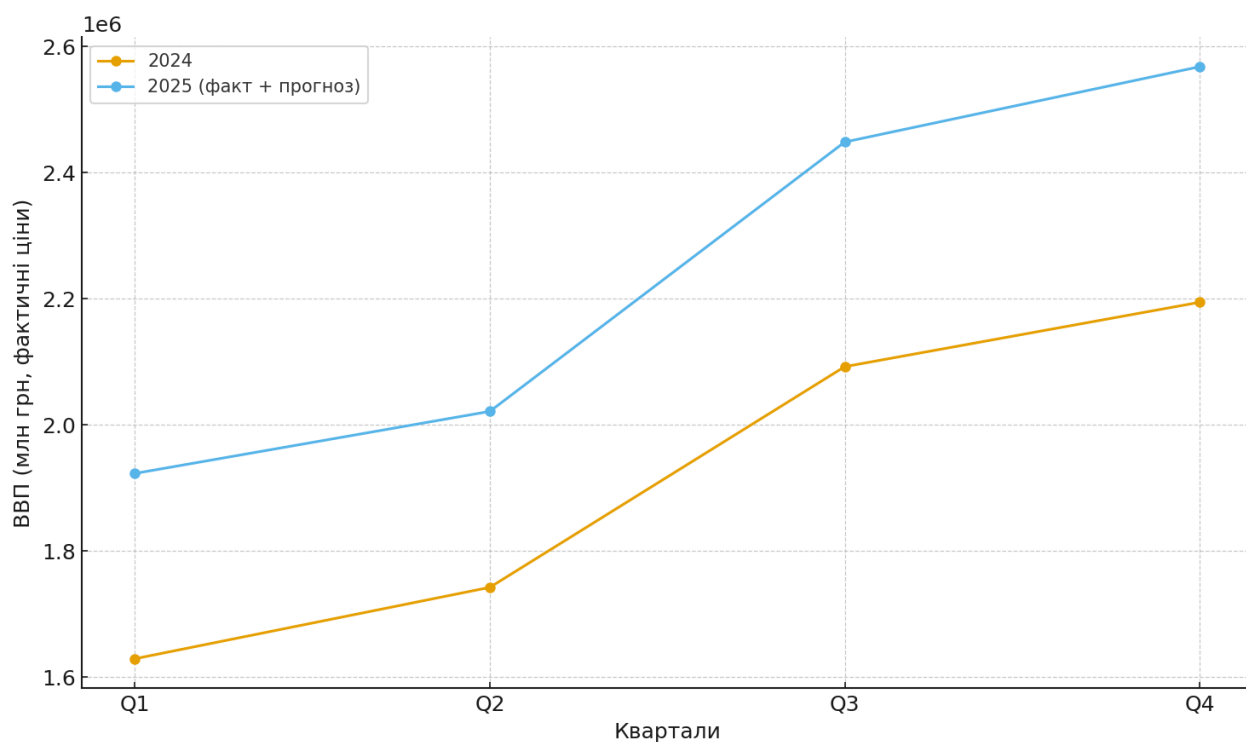
А.2 – Аналіз динаміки валового внутрішнього продукту України у 2024–2025 роках та прогноз на наступні квартали



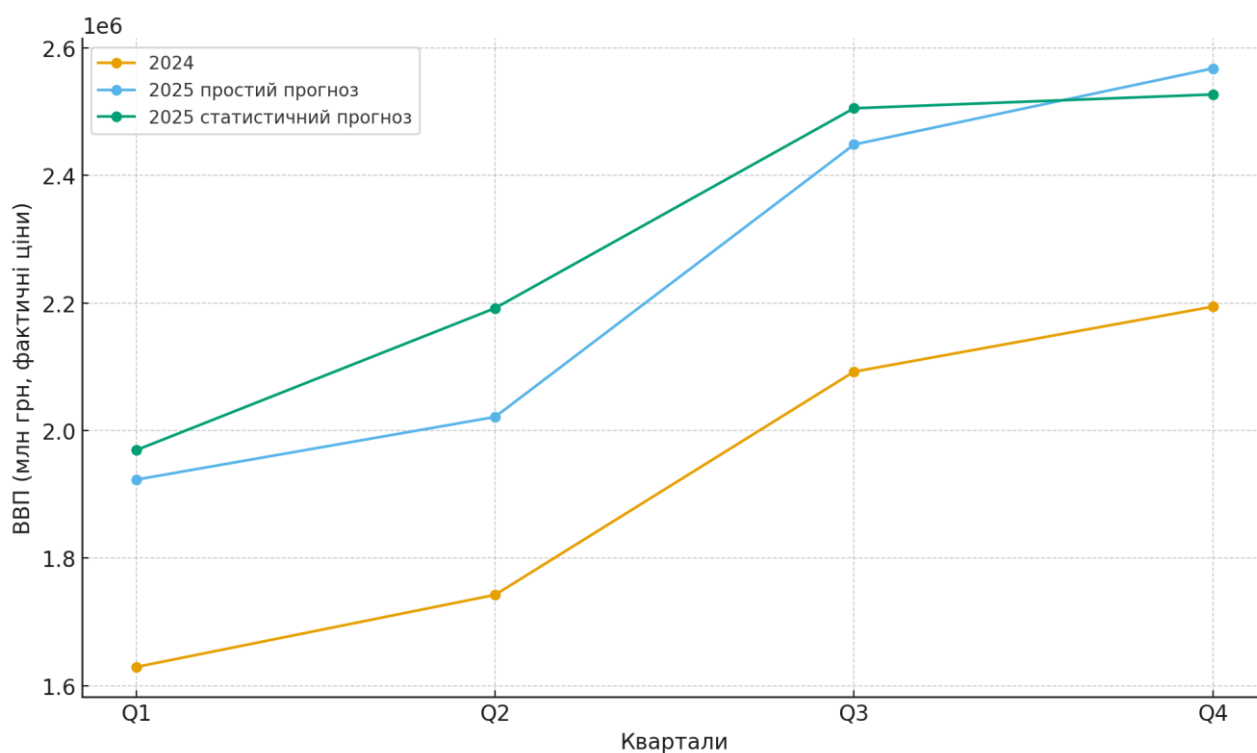
А.3 – Динаміка базового індексу споживчих цін в Україні у 2020–2024 рр.



А.4 – Фактичні та прогнольні значення базового індексу споживчих цін України у 2025 році



А.5 – Динаміка фактичних значень ВВП України у 2024 році та фактичних і прогнозних значень ВВП у 2025 році за



А.6 – Порівняння різних методів прогнозування ВВП України на 2025 рік

ДОДАТОК Б
Таблиці статистичних даних

Таблиця Б.1 – Валовий внутрішній продукт за 2022 рік

Валовий внутрішній продукт за 2022 рік ¹ / Gross domestic product, 2022 ¹						
(у фактичних цінах; млн.грн / at current prices; mln.UAH)						
	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Валовий внутрішній продукт	1091508	1030900	1461098	1655608	5239114	Gross domestic product
Склад валового внутрішнього продукту						Composition of gross domestic product
1. За виробничим методом						1. Production side
Сільське, лісове та рибне господарство	28426	26850	166936	226936	449148	Agriculture, forestry and fishing
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	55248	55782	60704	58145	229879	Mining and quarrying
Переробна промисловість	93185	86455	104480	114240	398360	Manufacturing
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	78726	42582	49226	59373	229907	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	3982	3385	4064	4732	16163	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
Будівництво	13525	9609	17224	28941	69299	Construction
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	147690	129695	171498	196572	645455	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	69196	41875	55747	59898	226716	Transportation and storage
Тимчасове розміщування й організація харчування	9543	4180	8105	8229	30057	Accommodation and food service activities
Інформація та телекомунікації	51290	37784	55625	62012	206711	Information and communication
Фінансова та страхова діяльність	40507	34503	37156	44199	156365	Financial and insurance activities
Операції з нерухомим майном	66660	41452	62244	65719	236075	Real estate activities

Продовження таблиці Б.1

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Професійна, наукова та технічна діяльність	30869	16588	25540	26297	99294	Professional, scientific and technical activities
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	16906	9661	13529	13703	53799	Administrative and support service activities
Державне управління; обов'язкове соціальне страхування	120377	283358	336437	396765	1136937	Public administration; compulsory social security
Освіта	56422	54489	52438	59513	222862	Education
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	36921	6084	37913	39512	150430	Human health and social work activities
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	7137	5279	5899	7798	26113	Arts, entertainment and recreation
Надання інших видів послуг	11983	9126	10516	10997	42622	Other service activities
Податки на продукти	156859	106231	190932	180551	634573	Taxes on products
Субсидії на продукти	-3944	-4068	-5115	-8524	-21651	Subsidies on products
2. За розподільчим методом						2. Income side
2.1. Оплата праці найманих працівників	595649	637833	719466	841395	2794343	2.1. Compensation of employees
2.2. Податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт	154086	98330	183691	153096	589203	2.2. Net taxes on production and imports
2.3. Валовий прибуток, змішаний дохід	341773	294737	557941	661117	1855568	2.3 Gross operating surplus, mixed income
3. За методом кінцевого використання						3. Expenditure side
3.1. Кінцеві споживчі витрати	1146200	1198273	1415211	1709584	5469268	3.1. Final consumption expenditure
домашніх господарств	853853	667417	811297	951289	3283856	of households
некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства	23291	23516	25330	26203	98340	of non-profit institutions serving households
сектору загального державного управління	269056	507340	578584	732092	2087072	of general government

Продовження таблиці Б.1

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
індивідуальні споживчі витрати	...2	...2	...2	...2	...2	individual consumption expenditure
колективні споживчі витрати	...2	...2	...2	...2	...2	collective consumption expenditure
3.2. Валове нагромадження капіталу	-12012	32555	310494	303592	634629	3.2. Gross capital formation
валове нагромадження основного капіталу	103769	112745	159241	246101	621856	gross fixed capital formation
зміна запасів матеріальних оборотних коштів	-116170	-80310	150814	57023	11357	changes in inventories
придбання за виключенням вибуття цінностей	389	120	439	468	1416	acquisitions less disposals of valuables
3.3. Експорт товарів і послуг	494218	341639	478512	542641	1857010	3.3 Exports of goods and services
3.4. Імпорт товарів і послуг	-536898	-541567	-743119	-900209	-2721793	3.4 Imports of goods and services
¹ Дані наведено без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії. / ¹ Data exclude the territories which are temporarily occupied by the russian federation and part of territories where the military actions are/were conducted.						
² Інформація у повному обсязі буде оприлюднена після завершення терміну для подання статистичної та фінансової звітності, встановленого Законом України "Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни". / ² Information in full volume be released after the end of timing for submission of statistical and financial reporting established by Ukraine's law on protection of interests of entities that submit reporting and other documents during the period of martial law or state of war.						

Таблиця Б.2 – Валовий внутрішній продукт за 2023 рік

Валовий внутрішній продукт за 2023 рік ¹ / Gross domestic product, 2023 ¹						
(у фактичних цінах; млн.грн / at current prices; mln.UAH)						
	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Валовий внутрішній продукт	1388161	1483162	1807595	1949043	6627961	Gross domestic product
Склад валового внутрішнього продукту						Composition of gross domestic product
1. За виробничим методом						1. Production side
Сільське, лісове та рибне господарство	35551	36897	218694	209398	500540	Agriculture, forestry and fishing
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	56293	71746	79624	75837	283500	Mining and quarrying
Переробна промисловість	103795	136313	146270	164583	550961	Manufacturing
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	76899	69586	75551	86900	308936	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	3848	4177	4653	5105	17783	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
Будівництво	15849	19429	25958	42647	103883	Construction
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	175396	209679	230630	249995	865700	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	71579	62502	70127	84993	289201	Transportation and storage
Тимчасове розміщування й організація харчування	11229	7327	11938	11954	42448	Accommodation and food service activities
Інформація та телекомунікації	58339	55821	71976	78594	264730	Information and communication
Фінансова та страхова діяльність	45375	37751	38204	44989	166319	Financial and insurance activities
Операції з нерухомим майном	81550	65036	83267	89122	318975	Real estate activities
Професійна, наукова та технічна діяльність	34201	25290	37354	37805	134650	Professional, scientific and technical activities

Продовження таблиці Б.2

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	16501	13450	16176	17136	63263	Administrative and support service activities
Державне управління; обов'язкове соціальне страхування	317112	345747	355422	401717	1419998	Public administration; compulsory social security
Освіта	50508	64558	49751	53022	217839	Education
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	41613	45092	46763	47674	181142	Human health and social work activities
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	10522	9032	9464	10546	39564	Arts, entertainment and recreation
Надання інших видів послуг	13833	12348	13188	13901	53270	Other service activities
Податки на продукти	173173	197479	229606	233300	833558	Taxes on products
Субсидії на продукти	-5005	-6098	-7021	-10175	-28299	Subsidies on products
2. За розподільчим методом						2. Income side
2.1. Оплата праці найманих працівників	727078	800504	836552	925264	3289398	2.1. Compensation of employees
2.2. Податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт	168012	187599	220581	218646	794838	2.2. Net taxes on production and imports
2.3. Валовий прибуток, змішаний дохід	493071	495059	750462	805133	2543725	2.3 Gross operating surplus, mixed income
3. За методом кінцевого використання						3. Expenditure side
3.1. Кінцеві споживчі витрати	1509147	1604547	1739356	1963024	6816074	3.1. Final consumption expenditure
домашніх господарств	943307	888940	989130	1096677	3918054	of households
некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства	29631	30528	31662	32020	123841	of non-profit institutions serving households
сектору загального державного управління	536209	685079	718564	834327	2774179	of general government
індивідуальні споживчі витрати	116 942	146 482	113 301	159 758	536 483	individual consumption expenditure
колективні споживчі витрати	419 267	538 597	605 263	674 569	2 237 696	collective consumption expenditure

Продовження таблиці Б.2

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
3.2. Валове нагромадження капіталу	229670	161876	455391	350769	1197706	3.2. Gross capital formation
валове нагромадження основного капіталу	232256	341414	352112	392377	1318159	gross fixed capital formation
зміна запасів матеріальних оборотних коштів	-3099	-180063	102758	-42166	-122570	changes in inventories
придбання за виключенням вибуття цінностей	513	525	521	558	2117	acquisitions less disposals of valuables
3.3. Експорт товарів і послуг	506622	468480	419478	481164	1875744	3.3 Exports of goods and services
3.4. Імпорт товарів і послуг	-857278	-751741	-806630	-845914	-3261563	3.4 Imports of goods and services
¹ Дані наведено без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії. / ¹ Data exclude the territories which are temporarily occupied by the russian federation and part of territories where the military actions are/were conducted.						

Таблиця Б.3 – Валовий внутрішній продукт за 2024 рік

Валовий внутрішній продукт за 2024 рік ¹ / Gross domestic product, 2024 ¹						
(у фактичних цінах; млн.грн / at current prices; mln.UAH)						
	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Валовий внутрішній продукт	1629400	1742535	2092353	2194371	7658659	Gross domestic product
Склад валового внутрішнього продукту						Composition of gross domestic product
1. За виробничим методом						1. Production side
Сільське, лісове та рибне господарство	38341	51094	273174	182011	544620	Agriculture, forestry and fishing
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	63971	79508	82982	80709	307170	Mining and quarrying
Переробна промисловість	129562	161908	164593	188130	644193	Manufacturing
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	85761	74271	94126	104344	358502	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	4028	4530	4878	5314	18750	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
Будівництво	25008	27645	28982	46815	128450	Construction
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	192781	214322	237000	260670	904773	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	90796	78989	85019	98250	353054	Transportation and storage
Тимчасове розміщування й організація харчування	14289	9365	13822	14064	51540	Accommodation and food service activities
Інформація та телекомунікації	67655	65891	83450	92358	309354	Information and communication
Фінансова та страхова діяльність	48968	59317	58185	65715	232185	Financial and insurance activities
Операції з нерухомим майном	99423	83911	107387	12944	403665	Real estate activities
Професійна, наукова та технічна діяльність	39492	30599	41415	43666	155172	Professional, scientific and technical activities

Продовження таблиці Б.3

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	18708	15210	18830	20418	73166	Administrative and support service activities
Державне управління; обов'язкове соціальне страхування	338310	385018	397681	443589	1564598	Public administration; compulsory social security
Освіта	57988	76410	58379	81820	274597	Education
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	48188	51099	52483	53350	205120	Human health and social work activities
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	13081	11832	12009	14613	51535	Arts, entertainment and recreation
Надання інших видів послуг	16535	14850	15619	16602	63606	Other service activities
Податки на продукти	242254	253863	269244	281725	1047086	Taxes on products
Субсидії на продукти	-5739	-7097	-6905	-12736	-32477	Subsidies on products
2. За розподільчим методом						2. Income side
2.1. Оплата праці найманих працівників	836381	891810	939822	1067242	3735255	2.1. Compensation of employees
2.2. Податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт	236650	244339	258014	259205	998208	2.2. Net taxes on production and imports
2.3. Валовий прибуток, змішаний дохід	556369	606386	894517	867924	2925196	2.3 Gross operating surplus, mixed income
3. За методом кінцевого використання						3. Expenditure side
3.1. Кінцеві споживчі витрати	1694986	1787375	1940162	2258312	7680835	3.1. Final consumption expenditure
домашніх господарств	1085756	1051697	1209256	1296292	4643001	of households
некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства	32026	32984	34023	34461	133494	of non-profit institutions serving households
сектору загального державного управління	577204	702694	696883	927559	2904340	of general government
індивідуальні споживчі витрати	...2	...2	...2	...2	...2	individual consumption expenditure
колективні споживчі витрати	...2	...2	...2	...2	...2	collective consumption expenditure

Продовження таблиці Б.3

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	IV квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
3.2. Валове нагромадження капіталу	196421	304302	559478	367605	1427806	3.2. Gross capital formation
валове нагромадження основного капіталу	243721	358250	391256	452744	1445971	gross fixed capital formation
зміна запасів матеріальних оборотних коштів	-47976	-54641	168409	-85606	-19814	changes in inventories
придбання за виключенням вибуття цінностей	676	693	-187	467	1649	acquisitions less disposals of valuables
3.3. Експорт товарів і послуг	543207	551457	550779	606985	2252428	3.3 Exports of goods and services
3.4. Імпорт товарів і послуг	-805214	-900599	-958066	-1038531	-3702410	3.4 Imports of goods and services
¹ Дані наведено без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії. / ¹ Data exclude the territories which are temporarily occupied by the russian federation and part of territories where the military actions are/were conducted.						
² Інформація у повному обсязі буде оприлюднена після завершення терміну для подання статистичної та фінансової звітності, встановленого Законом України "Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни". / ² Information in full volume be released after the end of timing for submission of statistical and financial reporting established by Ukraine's law on protection of interests of entities that submit reporting and other documents during the period of martial law or state of war.						

Таблиця Б.4 – Валовий внутрішній продукт за 2025 рік

Валовий внутрішній продукт за 2025 рік ¹ / Gross domestic product, 2025 ¹						
(у фактичних цінах; млн.грн / at current prices; mln.UAH)						
	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	III квартал / III quarter	I V квартал / IV quarter	У цілому за рік / Total	
Валовий внутрішній продукт	1923124	2021451				Gross domestic product
Склад валового внутрішнього продукту						Composition of gross domestic product
1. За виробничим методом						1. Production side
Сільське, лісове та рибне господарство	43295	53951				Agriculture, forestry and fishing
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	58792	73107				Mining and quarrying
Переробна промисловість	146505	187401				Manufacturing
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	122223	96745				Electricity, gas, steam and air conditioning supply
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	4350	4966				Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
Будівництво	24380	32839				Construction
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	234451	255539				Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	93890	84879				Transportation and storage
Тимчасове розміщування й організація харчування	18141	12080				Accommodation and food service activities
Інформація та телекомунікації	84684	82743				Information and communication
Фінансова та страхова діяльність	45281	50655				Financial and insurance activities
Операції з нерухомим майном	114175	102937				Real estate activities
Професійна, наукова та технічна діяльність	46579	39137				Professional, scientific and technical activities

Продовження таблиці Б.4

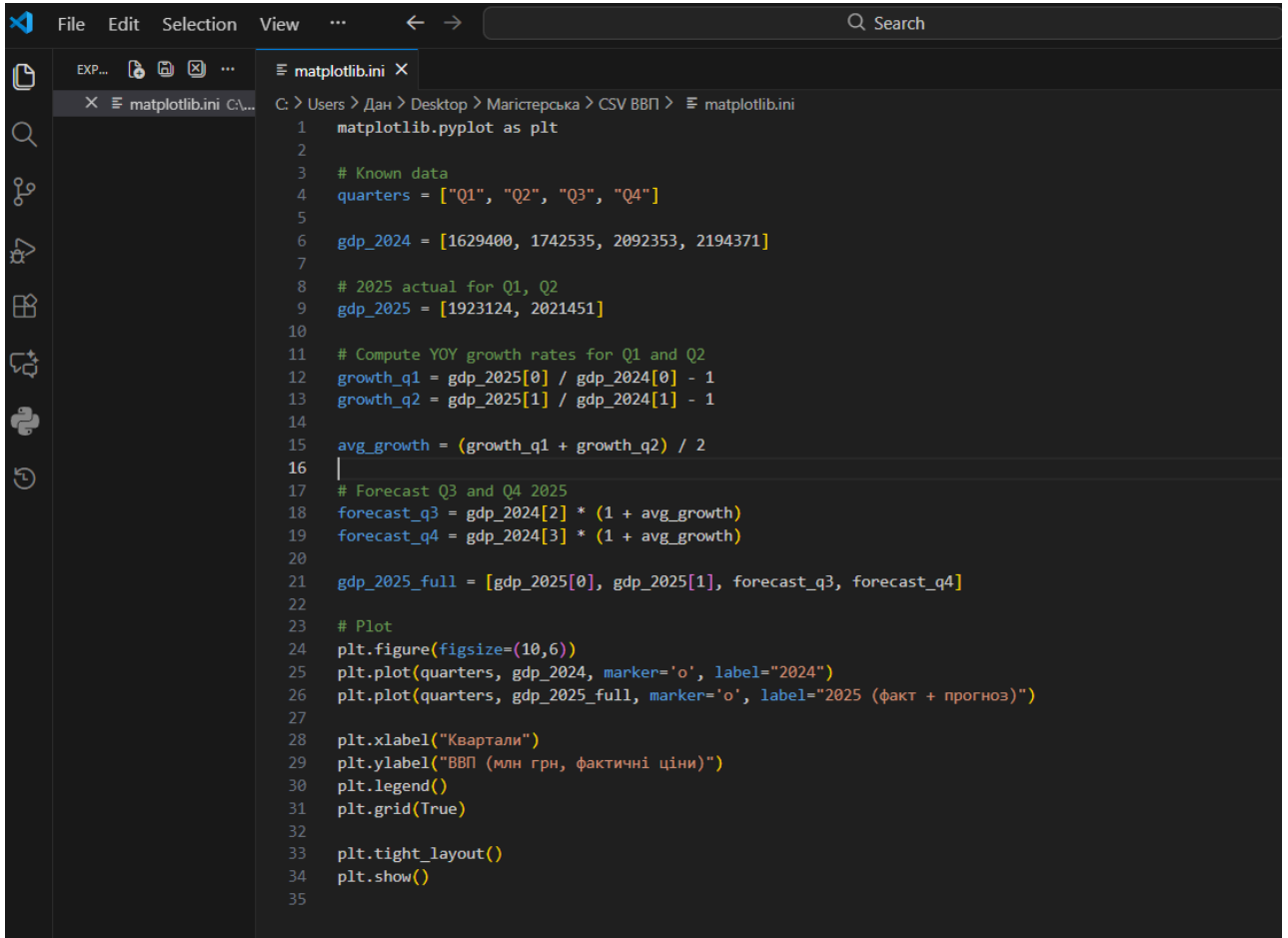
	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	I II квартал / III quarter	I V квартал / IV quarter	цілому за рік / Total	
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	21605	18532				Administrative and support service activities
Державне управління; обов'язкове соціальне страхування	419417	468405				Public administration; compulsory social security
Освіта	65877	82960				Education
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	56213	59704				Human health and social work activities
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	14099	13881				Arts, entertainment and recreation
Надання інших видів послуг	19677	18433				Other service activities
Податки на продукти	294978	291560				Taxes on products
Субсидії на продукти	-5488	-9003				Subsidies on products
2. За розподільчим методом						2. Income side
2.1. Оплата праці найманих працівників	1180105	1043013				2.1. Compensation of employees
2.2. Податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт	290514	277499				2.2. Net taxes on production and imports
2.3. Валовий прибуток, змішаний дохід	452505	700939				2.3 Gross operating surplus, mixed income
3. За методом кінцевого використання						3. Expenditure side
3.1. Кінцеві споживчі витрати	2043699	2188317				3.1. Final consumption expenditure
домашніх господарств	1278293	1322161				of households
некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства	36546	37593				of non-profit institutions serving households
сектору загального державного управління	728860	828563				of general government
індивідуальні споживчі витрати	...2	...2				individual consumption expenditure

Продовження таблиці Б.4

	I квартал / I quarter	II квартал / II quarter	I II квартал / III quarter	I V квартал / IV quarter	цілому за рік / Total	
колективні споживчі витрати	...2	...2				collective consumption expenditure
3.2. Валове нагромадження капіталу	353401	379701				3.2. Gross capital formation
валове нагромадження основного капіталу	373670	390092				gross fixed capital formation
зміна запасів матеріальних оборотних коштів	-21041	-11209				changes in inventories
придбання за виключенням вибуття цінностей	772	818				acquisitions less disposals of valuables
3.3. Експорт товарів і послуг	549520	556021				3.3 Exports of goods and services
3.4. Імпорт товарів і послуг	-1023496	-1102588				3.4 Imports of goods and services
¹ Дані наведено без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії. / ¹ Data exclude the territories which are temporarily occupied by the russian federation and part of territories where the military actions are/were conducted.						
² Інформація у повному обсязі буде оприлюднена після завершення терміну для подання статистичної та фінансової звітності, встановленого Законом України "Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни". / ² Information in full volume be released after the end of timing for submission of statistical and financial reporting established by Ukraine's law on protection of interests of entities that submit reporting and other documents during the period of martial law or state of war.						

ДОДАТОК В

Програма, яка реалізує розроблений алгоритм Visual Studio Code



```
1  matplotlib.pyplot as plt
2
3  # Known data
4  quarters = ["Q1", "Q2", "Q3", "Q4"]
5
6  gdp_2024 = [1629400, 1742535, 2092353, 2194371]
7
8  # 2025 actual for Q1, Q2
9  gdp_2025 = [1923124, 2021451]
10
11 # Compute YOY growth rates for Q1 and Q2
12 growth_q1 = gdp_2025[0] / gdp_2024[0] - 1
13 growth_q2 = gdp_2025[1] / gdp_2024[1] - 1
14
15 avg_growth = (growth_q1 + growth_q2) / 2
16 |
17 # Forecast Q3 and Q4 2025
18 forecast_q3 = gdp_2024[2] * (1 + avg_growth)
19 forecast_q4 = gdp_2024[3] * (1 + avg_growth)
20
21 gdp_2025_full = [gdp_2025[0], gdp_2025[1], forecast_q3, forecast_q4]
22
23 # Plot
24 plt.figure(figsize=(10,6))
25 plt.plot(quarters, gdp_2024, marker='o', label="2024")
26 plt.plot(quarters, gdp_2025_full, marker='o', label="2025 (факт + прогноз)")
27
28 plt.xlabel("Квартали")
29 plt.ylabel("ВВП (млн грн, фактичні ціни)")
30 plt.legend()
31 plt.grid(True)
32
33 plt.tight_layout()
34 plt.show()
35
```

Рисунок В.1 – Порівняння валового внутрішнього продукту України за кварталами у 2022–2024 роках

```

1 matplotlib.pyplot as plt
2
3 # Known data
4 quarters = ["Q1", "Q2", "Q3", "Q4"]
5
6 gdp_2024 = [1629400, 1742535, 2092353, 2194371]
7
8 # 2025 actual for Q1, Q2
9 gdp_2025 = [1923124, 2021451]
10
11 # Compute YOY growth rates for Q1 and Q2
12 growth_q1 = gdp_2025[0] / gdp_2024[0] - 1
13 growth_q2 = gdp_2025[1] / gdp_2024[1] - 1
14
15 avg_growth = (growth_q1 + growth_q2) / 2
16
17 # Forecast Q3 and Q4 2025
18 forecast_q3 = gdp_2024[2] * (1 + avg_growth)
19 forecast_q4 = gdp_2024[3] * (1 + avg_growth)
20
21 gdp_2025_full = [gdp_2025[0], gdp_2025[1], forecast_q3, forecast_q4]
22
23 # Plot
24 plt.figure(figsize=(10,6))
25 plt.plot(quarters, gdp_2024, marker='o', label="2024")
26 plt.plot(quarters, gdp_2025_full, marker='o', label="2025 (факт + прогноз)")
27
28 plt.xlabel("Квартали")
29 plt.ylabel("ВВП (млн грн, фактичні ціни)")
30 plt.legend()
31 plt.grid(True)
32
33 plt.tight_layout()
34 plt.show()
35

```

Рисунок В.2 – Аналіз квартальної динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП)

```

File Edit Selection ... Search
EXP... matplotlib.ini matplotlib.ini import matplotlib.pyplot as plt Untitled-1
matplotlib.ini C:\...
matplotlib1.ini...
import matplotlib...
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 # Data
4 quarters = ["Q1","Q2","Q3","Q4"]
5
6 gdp_2022=[1091508,1030900,1461098,1655608]
7 gdp_2023=[1388161,1483162,1807595,1949043]
8 gdp_2024=[1629400,1742535,2092353,2194371]
9 gdp_2025_fact=[1923124,2021451] # Q1,Q2
10
11 # Simple forecast: use avg growth from 2025 yoy for Q1,Q2 vs 2024
12 g1=gdp_2025_fact[0]/gdp_2024[0]-1
13 g2=gdp_2025_fact[1]/gdp_2024[1]-1
14 avg_simple=(g1+g2)/2
15 simple_q3=gdp_2024[2]*(1+avg_simple)
16 simple_q4=gdp_2024[3]*(1+avg_simple)
17 gdp_2025_simple=[gdp_2025_fact[0],gdp_2025_fact[1],simple_q3,simple_q4]
18
19 # Statistical forecast: multi-year yoy averages per quarter
20 import numpy as np
21
22 # yoy for Q1: 2023/2022,2024/2023,2025/2024
23 yoy_q1=[gdp_2023[0]/gdp_2022[0]-1, gdp_2024[0]/gdp_2023[0]-1, gdp_2025_fact[0]/gdp_2024[0]-1]
24 yoy_q2=[gdp_2023[1]/gdp_2022[1]-1, gdp_2024[1]/gdp_2023[1]-1, gdp_2025_fact[1]/gdp_2024[1]-1]
25 yoy_q3=[gdp_2023[2]/gdp_2022[2]-1, gdp_2024[2]/gdp_2023[2]-1] # no 2025 actual
26 yoy_q4=[gdp_2023[3]/gdp_2022[3]-1, gdp_2024[3]/gdp_2023[3]-1]
27
28 avg_q1=np.mean(yoy_q1)
29 avg_q2=np.mean(yoy_q2)
30 avg_q3=np.mean(yoy_q3)
31 avg_q4=np.mean(yoy_q4)
32
33 stat_q1=gdp_2024[0]*(1+avg_q1)
34 stat_q2=gdp_2024[1]*(1+avg_q2)
35 stat_q3=gdp_2024[2]*(1+avg_q3)
36 stat_q4=gdp_2024[3]*(1+avg_q4)
37
38 gdp_2025_stat=[stat_q1,stat_q2,stat_q3,stat_q4]
39
40 # Plot both
41 plt.figure(figsize=(10,6))
42 plt.plot(quarters,gdp_2024,marker='o',label="2024")
43 plt.plot(quarters,gdp_2025_simple,marker='o',label="2025 простий прогноз")
44 plt.plot(quarters,gdp_2025_stat,marker='o',label="2025 статистичний прогноз")
45 plt.xlabel("Квартали")
46 plt.ylabel("ВВП (млн грн, фактичні ціни)")
47 plt.grid(True)
48 plt.legend()
49 plt.tight_layout()
50 plt.show()
51

```

Рисунок В.3 – Порівняння різних методів прогнозування ВВП України на 2025 рік