

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Економічний факультет
Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

«Аналіз чинників економічного зростання у країнах Великої сімки»

студента 4 курсу
спеціальності 051 «Економіка»
ОПП «Економічна кібернетика»
денної форми навчання
Линька Павла Юрійовича

Науковий керівник:

доктор економічних наук,
професор
Баженова Олена Володимирівна

Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень із
праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент _____

(підпис)

Роботу допущено до захисту перед ЕК
рішенням кафедри економічної кібернетики
від 05 червня 2024 р., протокол № 15

Завідувач кафедри:

доктор економічних наук, професор
Ляшенко Олена Ігорівна

(підпис)

КИЇВ – 2024

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: Аналіз чинників економічного зростання у країнах Великої сімки.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 72 сторінки, 15 рисунків, 3 таблиці, 14 джерел.

Ключові слова: Економічне зростання, країни Великої сімки, лінійна регресія, дерево рішень, інноваційність, інвестиції, економічні моделі, макроекономічна стабільність.

Об'єкт дослідження: економічні моделі та чинники, що впливають на економічне зростання країн Великої сімки.

Мета дослідження: виявлення ключових чинників, що впливають на економічне зростання країн G7, і розробка рекомендацій щодо економічної політики, яка може сприяти стійкому розвитку.

Методи дослідження: економетричне моделювання.

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: полягає у застосуванні сучасних методів машинного навчання до аналізу економічних показників країн G7, що дозволяє виявити нові закономірності та чинники економічного зростання. Теоретична значимість полягає у розробці нового підходу до аналізу економічного розвитку, який може бути використаний для подальших досліджень та розробки економічних стратегій на міжнародному рівні.

Практична цінність: полягає у розробці конкретних рекомендацій для економічної політики країн G7, спрямованих на стимулювання інновацій, підвищення ефективності інвестицій та забезпечення макроекономічної стабільності.

Дана дослідження є цікавим для: студентів, викладачів, науковців.

RESUME

The graduation research of student: Analysis of economic growth factors in the G7 countries.

The qualification work of the bachelor contains: Pages 72, 44 graphics, tables 3, bibliog 14.

Key words: Economic growth, G7 countries, linear regression, decision tree, innovation, investment, economic models, macroeconomic stability.

Object of study: economic models and factors influencing the economic growth of the G7 countries.

The aim of this study to identify the key factors influencing the economic growth of the G7 countries and to develop recommendations for economic policy that can contribute to sustainable development.

Research methods: econometric modeling.

Scientific novelty, theoretical significance of the study: the study is based on the application of modern machine learning methods to the analysis of economic indicators of the G7 countries, which allows to identify new patterns and factors of economic growth. The theoretical significance is the development of a new approach to the analysis of economic development, which can be used for further research and development of economic strategies at the international level.

Practical value: the study is aimed at developing specific recommendations for the economic policies of the G7 countries aimed at stimulating innovation, increasing investment efficiency and ensuring macroeconomic stability.

The work is interesting for Students, Teachers, Scientists.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ КРАЇН ВЕЛИКОЇ СІМКИ	11
1.1. ЕКОНОМІЧНІ МОДЕЛІ КРАЇН G7: ПОРІВНЯЛЬНІ АСПЕКТИ	12
1.2. ОСНОВНІ ЧИННИКИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ В КРАЇНАХ G7	13
1.3. ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ: ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН ВЕЛИКОЇ СІМКИ У СУЧАСНОМУ СВІТІ	16
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	18
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД МЕТОДИК ТА ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. АНАЛІЗ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У СФЕРІ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ	20
2.2. ЕКОНОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	21
2.3. КІЛЬКІСНИЙ ТА ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	23
2.4. МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	24
2.4.1. ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ ЯК БАЗОВИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ	25
2.4.2. ДЕРЕВО РІШЕНЬ: ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ	26
2.4.3. ВИПАДКОВИЙ ЛІС: ПОЛІПШЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУ ...	28
2.4.4. МАШИННИЙ МЕТОД ВЕКТОРІВ ПІДТРИМКИ (SVM).....	29
2.4.5. МЕТОД К-БЛИЖНІХ СУСІДІВ (KNN).....	30
2.4.6. ГРАДІЄНТНИЙ БУСТІНГ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ТОЧНІСТЬ	31
2.4.8. XGBOOST: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ.....	34
2.4.9. LIGHTGBM: ШВИДКІСТЬ І АДАПТИВНІСТЬ	35
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	36
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВЕЛИКОЇ СІМКИ	39
3.2. АНАЛІЗ ДАНИХ.....	47

	5
3.2.1. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ	47
3.2.2. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ	49
3.3. РОЗРОБКА ПРОГНОЗНИХ МОДЕЛЕЙ	52
3.3.1. ПІДГОТОВКА ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ	52
3.3.2. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	53
3.3.3. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛІ.....	55
3.4. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	57
3.4.1 ОЦІНКА ЗДАТНОСТІ МОДЕЛЕЙ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ.....	57
3.4.2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ У ПРАКТИЧНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ.....	58
3.5. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ У КРАЇНАХ ВЕЛИКОЇ СІМКИ	59
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	65
ВИСНОВКИ.....	67

ВСТУП

Сучасний стан світової економіки характеризується динамічними процесами, що включають інноваційний розвиток, глобалізацію економічних відносин, зміни в політичному ландшафті, а також коливання на фінансових ринках. У контексті цих процесів особливу увагу привертає аналіз економіки країн Великої сімки, які є лідерами у світовому економічному просторі. Огляд світової економіки та позицій цих країн демонструє, як історично склалися різні моделі розвитку, які сприяли досягненню високого рівня економічного зростання.

Особлива увага в дослідженні приділяється порівнянню економічних моделей країн Великої сімки (G7), оскільки розуміння їх специфіки дозволяє глибше аналізувати чинники, що впливають на економічне зростання. Кожна з країн Великої сімки має свій унікальний набір політик і стратегій, які базуються на їх історичному, культурному та економічному контексті. Ідентифікація цих особливостей надає можливість для виявлення ефективних інструментів стимулювання економічного розвитку.

Під час аналізу основних чинників економічного зростання в країнах Великої сімки розглядаються як зовнішні, так і внутрішні аспекти. До таких факторів належать інвестиції в науку та технології, кваліфікація робочої сили, макроекономічна стабільність, якість інституційної системи та ін. Аналіз цих чинників є ключовим для розуміння механізмів, які сприяють економічному просуванню досліджуваних держав.

Також у дослідженні акцентується увага на поточних викликах та перспективах, які стоять перед економіками країн Великої сімки (G7). Зміни в глобальному економічному оточенні, політичні нестабільності, екологічні

проблеми та технологічні інновації визначають напрямки, якими мають рухатися ці країни для підтримки та стимулювання подальшого зростання.

Об'єктом дослідження є економічне зростання країн Великої сімки (G7) та фактори, що його визначають. Це включає аналіз макроекономічних показників, інноваційних процесів, інвестиційних стратегій та інших економічних параметрів, які впливають на розвиток цих країн.

Предметом дослідження є економіко-математичні моделі, які використовуються для аналізу та прогнозування економічного зростання країн G7. Це включає методи лінійної регресії, дерева рішень та інші сучасні аналітичні підходи.

Метою даної роботи є виявлення ключових чинників, що впливають на економічне зростання країн G7, та розробці рекомендацій для покращення економічної політики цих країн. Це включає аналіз існуючих економічних моделей та ідентифікацію ефективних стратегій для стимулювання сталого економічного розвитку.

Завданнями праці є:

1. Аналіз економічних моделей країн G7 та порівняльний аналіз їх ефективності.
2. Виявлення основних чинників економічного зростання в країнах G7.
3. Оцінка поточних викликів та перспектив економічного розвитку країн G7.
4. Розробка рекомендацій щодо економічної політики, спрямованих на покращення економічного зростання

Методами дослідження були кількісні методи аналізу, такі як:

1. Лінійна регресія: Для визначення ступеня впливу незалежних змінних на залежну змінну.
2. Дерево рішень: Для моделювання складних взаємозв'язків між економічними показниками та ідентифікації ключових факторів економічного розвитку.
3. Аналіз часових рядів: Для аналізу змін економічних показників протягом часу та виявлення циклічних коливань.
4. Економетричне моделювання: Для оцінки впливу економічних політик, інвестицій, технологічних змін та інших чинників на економічне зростання.
5. Панельні дані: Для порівняльного аналізу між країнами та оцінки ефективності економічних політик.

Наукова новизна: Наукова новизна дослідження полягає у застосуванні сучасних методів машинного навчання для аналізу економічних показників країн G7. Це дозволяє виявити нові закономірності та чинники економічного зростання. Використання методів інтерпретованого машинного навчання, таких як SHapley Additive exPlanations (SHAP) та Individual Conditional Expectation (ICE), дозволяє глибше аналізувати вплив різних факторів на економічні показники та пропонувати нові підходи до економічного моделювання та прогнозування.

Інформаційна база дослідження: є статистичні дані макроекономічних показників країн G7, дані міжнародних економічних організацій (таких як ОЕСР), а також результати попередніх досліджень у галузі економічного моделювання та аналізу економічного зростання. Використовуються як кількісні, так і якісні показники, що дозволяє забезпечити комплексний підхід до аналізу економічного розвитку.

Структура роботи: Дана робота містить 72 сторінки, 15 рисунків, 3 таблиці, 14 джерел. Наявними є: Зміст, Вступ, Розділ 1 (3 параграфи), Розділ 2 (4 параграфи), Розділ 3 (5 параграфів), Висновки, Список використаної літератури. У першому розділі викладено основні теоретико-методичні засади дослідження економічних систем країн Великої сімки, у другому - досліджено застосування методів економіко-математичного моделювання; у третьому - розроблено рекомендації для економічної політики на основі отриманих результатів.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

G7 – Велика сімка

SVM - Машинний метод векторів підтримки

ВВП – Валовий внутрішній продукт

ОЕСР - Організація економічного співробітництва та розвитку

KNN - Метод К-ближніх сусідів

SHAP - SHapley Additive exPlanations

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ КРАЇН ВЕЛИКОЇ СІМКИ

Сучасний стан світової економіки характеризується як високо розвинутий, динамічний та мінливий, що впливає на економічне зростання кожної країни, зокрема на країни Великої сімки (G7), які вважаються одними з найбільших і найпотужніших економік світу. Ці країни - Сполучені Штати Америки, Японія, Німеччина, Велика Британія, Франція, Італія та Канада - відіграють ключову роль у формуванні глобальних економічних тенденцій, що зумовлює актуальність дослідження чинників їхнього економічного зростання.

Оглядаючи світову економіку в контексті країн G7, важливо відзначити їхній внесок у загальний світовий ВВП, що складає більше ніж третину. Ці країни мають різні економічні моделі і стратегії розвитку, що включають високий рівень індустріалізації, інноваційну активність, значні обсяги зовнішньої торгівлі та ефективні фінансові системи. Це, у свою чергу, дозволяє їм продовжувати займати лідируючі позиції у світовій економіці та створювати умови для сталого економічного зростання.

Фундаментальними чинниками, що визначають динаміку економічного зростання в цих країнах, є інновації, науково-технічний прогрес, якість освіти та розвиток людського капіталу, стабільність політичних систем і ефективність державного управління, а також глобалізаційні процеси, які забезпечують вільний потік ресурсів, товарів та послуг. Відтак, аналіз цих чинників дозволяє зрозуміти, яким чином вони впливають на показники економічного зростання, і які стратегії можуть бути ефективними для їхнього подальшого розвитку.

У сучасних умовах країни Великої сімки стикаються з низкою викликів, що включають економічні, соціальні, екологічні та політичні аспекти, впоратися з якими можливо лише шляхом адаптації економічних моделей до

сьогодення, посилення взаємодії та співробітництва, як внутрішнього, так і на міжнародному рівні.

У підсумку, огляд світової економіки та ролі країн Великої сімки у ній підкреслює важливість дослідження чинників економічного зростання з метою виявлення потенційних можливостей для створення умов сталого розвитку. Детальне розуміння цих аспектів є необхідним для формулювання ефективних політик та стратегій, спрямованих на підвищення добробуту населення та забезпечення довгострокового економічного зростання.

1.1. ЕКОНОМІЧНІ МОДЕЛІ КРАЇН G7: ПОРІВНЯЛЬНІ АСПЕКТИ

У сучасному світі економічні моделі країн Великої сімки (G7), яка об'єднує провідні розвинені економіки світу, є предметом глибокого аналізу та порівняльного вивчення. Такий інтерес зумовлений не тільки їхнім значним впливом на світову економіку, але й різноманітністю підходів до забезпечення економічного зростання та стабільності. Порівняння економічних моделей цих країн виявляє унікальні особливості кожної з них та дає можливість глибше зрозуміти механізми економічної динаміки на макрорівні.

Сполучені Штати Америки, як лідер світової економіки, використовують модель ліберального капіталізму, де велику роль відіграє приватний сектор і мінімальне втручання держави. З іншого боку, Японія та Німеччина спираються на соціально-орієнтований ринковий капіталізм, де держава має значний вплив на економіку через промислову політику та соціальну захищеність. Великобританія, після багаторічних експериментів з неолібералізмом протягом 1980-х, зараз демонструє модель, що балансує між ринковими відносинами та соціальною політикою. Франція та Італія, з їх

високим рівнем державного втручання в економіку, ілюструють різновиди директивного та корпоратистського капіталізму відповідно.

Канада ж займає певний проміжний стан між американською моделлю лібералізму та європейськими соціальними демократіями, що вдало комбінує ринкову економіку з високим рівнем соціальної захищеності. Ця диверсифікація підходів до управління економікою у країнах G7 вражає своєю специфікою та водночас підкреслює важливість адаптації економічних стратегій до культурних, історичних та соціальних особливостей кожної країни.

Важливість цього порівняння полягає не тільки у визначенні унікальних елементів кожної економічної системи, але й у виявленні спільних трендів та викликів, з якими зіштовхуються країни Великої сімки. Аналізуючи ці економічні моделі, можна зробити висновки щодо ефективності різних підходів до стимулювання економічного зростання та адаптації до глобальних економічних викликів.

Підсумовуючи, дослідження економічних моделей країн Великої сімки відкриває широкі можливості для розуміння основ економічного зростання та його стимулювання. Визначення найбільш ефективних стратегій та політик в умовах глобалізації та зміни міжнародного економічного ландшафту є ключовими для забезпечення довгострокової стабільності та благополуччя країн Великої сімки та всього світу.

1.2. ОСНОВНІ ЧИННИКИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ В КРАЇНАХ G7

У цьому параграфі акцент робиться на дослідженні основних чинників, що сприяють економічному зростанню в країнах Великої сімки, з

використанням даних із різних джерел. Аналізуються як загальні тенденції, так і специфічні особливості, які відрізняють економіки цих країн одна від одної.

Так, зокрема у роботі [1] розглядається важливість фінансового розвитку та фіскальної стабільності для мінімізації негативних економічних наслідків природних катастроф в країнах, що розвиваються. Автори доводять, що у бідніших країнах фіскальна стабільність зменшує економічні втрати внаслідок таких подій, а в багатших країнах подібний ефект мають катастрофічні облігації. [1]

Автори [2] концентрується на ролі реального ВВП на душу населення у розподілі економічної могутності у світі, представляючи зростання як суму двох компонентів: монотонно спадної економічної тенденції та флуктуацій, пов'язаних із зміною чисельності населення. Результати статистичного аналізу вибраних країн ОЕСР показують, як змінилися тренди зростання до і після Великої рецесії. [2]

У [3] проводиться кількісний аналіз розриву регіонального економічного розвитку в Китаї та його еволюції з 1952 по 2000 рік. Дослідження виявляє, що незважаючи на значний регіональний розрив у економічному розвитку, відбувалися періоди, коли він мав тенденцію до зменшення, а потім знову збільшувався, що свідчить про складну динаміку цього процесу. [3]

Четверте джерело пропонує аналіз конвергенції в просторових моделях економічного росту АК, зосереджуючись на оптимальному економічному рості та розміщенні економічної активності у просторі. Автори вказують на те, що досягнення асимптотичної конвергенції не залежить від вузькоспеціалізованих припущень, роблячи цей результат більш універсальним. [4]

Інновації та технологічний розвиток є ключовими драйверами економічного зростання в країнах G7. Впровадження нових технологій та розвиток науково-дослідних інститутів сприяє підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності економік. Важливу роль відіграє підтримка стартапів та розвиток венчурного капіталу, які сприяють інноваційній активності.

Якість людського капіталу та рівень освіти населення є одними з визначальних чинників економічного розвитку. Високий рівень освіти та професійної підготовки дозволяє забезпечити кваліфіковану робочу силу, здатну ефективно використовувати новітні технології та впроваджувати інновації. Країни G7 інвестують значні кошти в освітні програми та професійний розвиток, що сприяє економічному зростанню.

Розвинена інфраструктура, включаючи транспортні мережі, енергетичні системи та телекомунікації, є важливим фактором економічного зростання. Якісна інфраструктура забезпечує ефективну логістику, знижує витрати на транспортування та сприяє інтеграції національних ринків у глобальну економіку. Країни G7 активно інвестують в оновлення та розвиток своєї інфраструктури, що сприяє зростанню їх економік.

У підсумку, аналіз основних чинників економічного зростання в країнах Великої сімки виявляє складну взаємодію між фінансовим розвитком, фіскальною стабільністю, динамікою реального ВВП на душу населення, регіональними економічними диспаритетами та просторовим розподілом економічної активності. Результати досліджень підкреслюють важливість комплексного підходу до аналізу економічного зростання та його чинників у розвинених країнах.

1.3. ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ: ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН ВЕЛИКОЇ СІМКИ У СУЧАСНОМУ СВІТІ

У сучасному світі країни Великої сімки зіштовхуються з рядом значних викликів, які мають значний вплив на їхнє економічне зростання. Ці виклики охоплюють широкий спектр питань, від глобальних змін клімату та екологічних криз до технологічних перетворень і змін у геополітичних умовах. Поряд з цим, тривають зусилля щодо вирішення питань соціальної нерівності та необхідності заохочення інклюзивного зростання.

Глобальні кліматичні зміни ставлять перед країнами вимогу до переходу на вуглець-нейтральні джерела енергії та стимулювання "зеленої" економіки, що вимагає реформування внутрішніх економічних структур та політик. Країни Великої сімки стикаються з наслідками екстремальних погодних умов, які призводять до збитків у сільському господарстві, транспорті, міському інфраструктурі та інших галузях економіки. Крім того, зміни клімату можуть мати серйозний вплив на глобальне виробництво та ланцюжки постачання, особливо в аграрному та промисловому секторах.

Технологічний прогрес і його стрімкий розвиток у формі цифрової трансформації та автоматизації виробництва створюють як можливості так і виклики для ринку праці, де потребується перенавчання та адаптація кваліфікації працівників. Геополітичні протистояння та торговельні війни між країнами, особливо в контексті зростання впливу Китаю, створюють невизначеність у міжнародній торгівлі та інвестиціях. Швидкі темпи розвитку технологій створюють не тільки нові можливості для ефективного виробництва та поширення інновацій, але й можуть збільшувати ризики цифрового розриву між розвинутими та розвиваючимися країнами. Крім того, цифрова трансформація може призвести до появи нових форм економічного нерівності та недоступності для окремих соціальних груп.

Водночас, у країнах Великої сімки існують значні перспективи, пов'язані з інвестуванням в науку та освіту, що може сприяти розвитку нових технологій та підвищенню продуктивності праці. Демографічні зміни та старіння населення у деяких країнах ставлять завдання щодо перегляду соціальних політик і пенсійних систем, проте водночас відкривають ринки для інноваційних продуктів та послуг, які відповідають потребам літніх людей.

Постійні торговельні конфлікти можуть створювати невизначеність для бізнесу та інвесторів, що може призвести до зменшення довіри до міжнародних торгових партнерів та зниження обсягів міжнародної торгівлі. Крім того, геополітичні напруження можуть призвести до збільшення витрат на забезпечення безпеки та ризику зростання геополітичних конфліктів.

Розвиток нових технологій, таких як штучний інтелект, біотехнології та нанотехнології, вимагає значних інвестицій у науку та освіту для забезпечення конкурентоспроможності національних економік у майбутньому.

Старіння населення та зменшення робочої сили можуть стати перешкодою для економічного зростання у країнах Великої сімки, тому необхідно розробляти стратегії для підтримки активності та продуктивності працівників у похилому віці, а також стимулювати імміграцію та розвиток робочої сили.

Підсумовуючи, поточні виклики і перспективи для країн Великої сімки вимагають комплексного підходу та злагоджених політичних дій на міжнародному та внутрішньодержавному рівнях. Ефективне реагування на ці виклики не тільки сприятиме підтриманню та посиленню економічного зростання, але й забезпечить необхідні умови для сталого розвитку в майбутньому.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі було проведено всебічний огляд світової економіки, з акцентом на країни Великої сімки (G7), які є важливими акторами на глобальній арені з точки зору економічної ваги та політичного впливу. Було визначено, що ці країни розвиваються на основі різних економічних моделей, кожна з яких має свої особливості, переваги та виклики. Основні чинники економічного зростання в цих країнах були ретельно досліджені, що дозволило виділити ключові вектори їхнього економічного розвитку.

Аналіз основних економічних моделей країн G7 виявив, що хоча існують спільні чинники, такі як інноваційність, висока якість освіти та ефективні державні інституції, кожна країна має унікальний набір політик, що впливають на її економічний розвиток. Така диференціація підкреслює важливість адаптації до місцевих умов при формуванні економічної політики.

Фокусування на основних чинниках економічного зростання у країнах G7 показало, що високий рівень інвестицій в освіту та дослідницьку діяльність сприяє інноваціям, які є ключем до зростання продуктивності. Крім того, стабільність макроекономічного середовища та функціональна правова держава є критично важливими для приваблення інвестицій та підтримки підприємництва.

Обговорення поточних викликів та перспектив дало змогу виявити низку існуючих проблем, наприклад, старіння населення, зменшення природного приросту та зростаючу нерівність, які можуть стати перешкодою для подальшого економічного зростання в цих країнах. Важливо, що зміна клімату та потреба в енергетичній трансформації також були визначені як ключові виклики майбутнього.

Підводячи підсумки, можна сказати, що країни Великої сімки стоять перед комплексом спільних і унікальних викликів у контексті забезпечення сталого економічного зростання. Ефективне вирішення цих викликів вимагатиме гнучкості економічних моделей, здатності адаптуватися до швидких змін на глобальній арені та активної співпраці всередині міжнародної спільноти.

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД МЕТОДИК ТА ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. АНАЛІЗ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У СФЕРІ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ

Одним із прогресивних напрямів у даній галузі досліджень – використання методів машинного навчання для прогнозування економічних показників та аналізу впливу різних чинників на економічне зростання.

Найбільш сучасне дослідження розкриває потенціал використання машинного навчання для передбачення вартості медичного страхування, що має значний вплив на економічне благополуччя населення та загалом на економічний розвиток країни. У вибраному дослідженні автори застосували три регресійні ансамблеві моделі машинного навчання (Extreme Gradient Boosting, Gradient-boosting Machine, і Random Forest) для прогнозування витрат на медичне страхування. Окрім передбачення вартості медичного страхування, методи машинного навчання використовуються для аналізу різноманітних економічних показників. Наприклад, вони можуть допомагати в прогнозуванні ринкових тенденцій, оцінці кредитного ризику, аналізі фінансових даних тощо.

Також були використані методи Інтерпретованого машинного навчання (Explainable Artificial Intelligence) SHapley Additive exPlanations та Individual Conditional Expectation для ідентифікації та пояснення ключових чинників, що впливають на ціни страхових премій. Окрім використання методів, згаданих у дослідженні (SHapley Additive exPlanations та Individual Conditional Expectation), існують інші інтерпретовані методи машинного навчання, які можуть допомогти зрозуміти, як моделі приймають рішення. Наприклад, LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) або PDP (Partial Dependence Plots). Такий підхід дозволяє глибше аналізувати вплив різних чинників на

економічні показники та пропонувати можливості оптимізації для політиків, страховиків та потенційних покупців медичного страхування. [5]

Машинне навчання і його інтерпретовані методи можуть бути корисні в різних галузях, від фінансів і торгівлі до енергетики та транспорту. Вони можуть допомагати вирішувати проблеми, такі як прогнозування попиту на енергію, управління ризиками відмов у виробництві та інше.

Попри потенціал машинного навчання, існують питання щодо етики, приватності даних та недостатньої інтерпретованості моделей. Дослідження цих аспектів може допомогти розробити кращі підходи до використання машинного навчання в економічних дослідженнях.

Узагальнюючи, висвітлене дослідження ілюструє важливість інноваційних підходів у вивченні економічних процесів. Застосування машинного навчання та методів Інтерпретованого машинного навчання відкриває нові можливості для аналізу та управління економічним зростанням, дозволяючи більш точно виявляти та прогнозувати вплив різноманітних чинників. Це, у свою чергу, сприяє розробці більш ефективних стратегій економічного розвитку.

2.2. ЕКОНОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Економетричні методи аналізу відіграють ключову роль у дослідженні чинників економічного зростання, оскільки дозволяють оцінити вплив різних макроекономічних індикаторів та змінних на економіку в цілому. Ці методи базуються на статистичному аналізі та моделюванні, що дає змогу прогнозувати майбутній розвиток подій, а також виявляти складні зв'язки між економічними процесами і явищами.

Важливим аспектом є використання регресійного аналізу, що дозволяє визначити ступінь впливу незалежних змінних на залежну змінну, наприклад, як зміна відсоткової ставки впливає на ВВП країни. Регресійний аналіз допомагає також у виявленні трендів та патернів у даних, що є незамінним при аналізі історичних даних і прогнозуванні майбутніх тенденцій.

Крім того, для детального дослідження використовується часовий ряд - аналіз, який дозволяє аналізувати зміни економічних показників протягом часу. Цей метод є особливо ефективним для виявлення циклічних коливань у економіці та прогнозування майбутніх економічних циклів.

Економетричне моделювання посилює можливість аналізу шляхом надання інструментів для оцінки ефекту впливу економічних політик, інвестицій, технологічних змін, а також інших зовнішніх і внутрішніх чинників на економічне зростання.

Використання панельних даних дозволяє проводити порівняльний аналіз між країнами, оцінювати ефективність економічних політик, а також вплив глобальних тенденцій на економіку окремих країн і регіонів.

У підсумку, економетричні методи аналізу є невід'ємною частиною дослідження, оскільки вони пропонують об'єктивну та кількісну оцінку впливу різноманітних факторів на економічне зростання. Водночас, використання різноманітних економетричних інструментів дозволяє аналітикам більш точно ідентифікувати причинно-наслідкові зв'язки у економіці, виявляти потенційні проблеми та можливості для подальшого зростання, а також розробляти ефективні стратегії економічної політики.

2.3. КІЛЬКІСНИЙ ТА ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

У даному розділі проводиться детальний аналіз макроекономічних показників країн Великої сімки з використанням кількісних та якісних методів. Такий підхід дозволяє охопити широкий спектр факторів, які впливають на економічне зростання, та забезпечити глибоке розуміння механізмів їх дії. Кількісний аналіз спрямований на вивчення статистичних даних, таких як ВВП, рівень безробіття, індекси цін на споживчі товари, торгові баланси та інвестиційні потоки. Це дозволяє виявити тенденції та закономірності в економічному розвитку країн, встановити причинно-наслідкові зв'язки між різними макроекономічними показниками та економічним зростанням.

З іншого боку, якісний аналіз включає у себе дослідження таких чинників, як політична стабільність, якість інституціонального середовища, рівень інновацій та освіти. Це дозволяє оцінити якість економічного зростання та його стійкість у довгостроковій перспективі. Особлива увага приділяється аналізу ефективності державного управління, регуляторних реформ, заходів щодо стимулювання інвестицій і промислової політики.

У процесі дослідження використовуються різноманітні методики аналізу, в тому числі кореляційний та регресійний аналіз, що дозволяє оцінити вплив окремих макроекономічних показників на економічне зростання. Також застосовуються методи експертних оцінок та аналізу сценаріїв, які сприяють глибшому розумінню якісних аспектів економічних процесів.

Підсумовуючи, кількісний та якісний аналіз макроекономічних показників є ключовим для забезпечення глибокого й всебічного розуміння економічного зростання в країнах Великої сімки. Поєднання цих двох підходів

дозволяє врахувати як статистичні, так і нечислові чинники, розкриваючи складні взаємозв'язки між різними аспектами економічного розвитку.

2.4. МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

У сучасній економічній науці широко використовуються методи машинного навчання для аналізу та прогнозування економічних процесів. Ці методи дозволяють обробляти великі обсяги даних, виявляти складні залежності між економічними показниками та забезпечувати високу точність прогнозування. У контексті дослідження економічного зростання країн Великої сімки (G7), машинне навчання відіграє ключову роль у виявленні чинників, що сприяють або гальмують процеси зростання.

Одним з базових методів машинного навчання є лінійна регресія, яка дозволяє аналізувати лінійні зв'язки між змінними. Цей метод знаходить широке застосування в економіці для моделювання залежностей між економічним зростанням та його детермінантами.

Для вивчення нестандартних та нелінійних залежностей використовуються інші інструменти, зокрема, дерево рішень. Цей метод дає можливість класифікувати та прогнозувати значення залежної змінної на основі кількох незалежних змінних, враховуючи їхній ієрархічний вплив.

Моделі випадкового лісу, що являють собою ансамбль дерев рішень, значно покращують точність прогнозів, усуваючи недоліки окремих дерев через процес бутстрепа та агрегування прогнозів.

На практиці, для вирішення задач класифікації та регресії, ефективно застосовується метод опорних векторів (SVM), котрий дозволяє досягнути

високої точності класифікації завдяки знаходженню оптимальної гіперплощини розділення класів.

Метод К-ближніх сусідів (KNN) використовується для визначення залежностей шляхом аналізу сусідства кожного об'єкта, дозволяючи знайти та використовувати найбільш релевантні приклади для визначення необхідних характеристик.

Гradientний бустінг, AdaBoost та XGBoost представляють собою ансамблеві методи, які застосовуються для підвищення ефективності та точності за рахунок послідовного покращення моделей з врахуванням помилок попередніх. LightGBM оптимізує ці процеси, пропонуючи швидкість та адаптивність при роботі з великими даними.

У сукупності, методи машинного навчання відкривають нові горизонти для аналізу економічного зростання, дозволяючи глибше досліджувати чинники, що впливають на економіку країн G7. Завдяки їхнім можливостям обробки великих обсягів даних та розпізнаванню складних залежностей, ці методи значно розширюють інструментарій економічного аналізу.

2.4.1. ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ ЯК БАЗОВИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ

В контексті сучасних досліджень економічного зростання країн Великої сімки, особлива увага приділяється аналізу використання різноманітних методик для оцінки та прогнозування основних тенденцій. Серед них, лінійна регресія займає вирішальне місце як базовий інструмент аналітичної роботи. Ця методика дозволяє виявити залежності між незалежними (пояснювальними) та залежною (результативною) змінною, що має принципове значення при аналізі чинників економічного зростання.

Процедура побудови лінійної регресійної моделі починається з визначення гіпотетичних залежностей між вибраними макроекономічними показниками, що дозволяє оцінити їх вплив на рівень економічного зростання. До основних переваг використання лінійної регресії слід зарахувати простоту інтерпретації результатів, зрозумілість методу широкому колу дослідників та можливість застосування стандартних програмних засобів для математичної статистики та економетрії.

Разом з тим, критичне осмислення використання лінійної регресії передбачає необхідність врахування її обмежень. Це, зокрема, наявність строгої лінійної залежності між змінними та припущення про сталість цієї залежності в часі. Тому дослідники повинні ретельно вибирати змінні та перевіряти адекватність моделі, включаючи аналіз залишків, для забезпечення вірності та надійності отриманих результатів.

Використання лінійної регресії в аналізі економічного зростання дозволяє не тільки виявити ключові чинники, які позитивно або негативно впливають на економіку країн Великої сімки, але й створити фундамент для подальшого дослідження з використанням більш складних математичних методів та моделювання. Завдяки своїй методологічній базі, лінійна регресія є незамінним інструментом на початковому етапі аналізу, визначаючи основну траєкторію подальших досліджень в рамках вивчення чинників економічного зростання в довгостроковій перспективі.

2.4.2. ДЕРЕВО РІШЕНЬ: ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ

У сучасних умовах розвитку економіки велике значення набувають не тільки традиційні методи аналізу, але й сучасні технології, які базуються на принципах машинного навчання. Одним з таких методів, що знаходить широке

застосування в аналізі економічних процесів і чинників, є дерево рішень. Цей метод дозволяє моделювати складні відносини між різними показниками, виокремлюючи ключові фактори, які впливають на економічне зростання.

Дерево рішень представляє собою графічну модель, що ілюструє можливі наслідки різних сценаріїв рішень, процеси прийняття рішень, а також випадкові події. Це дозволяє досліднику не тільки прогнозувати результати за певних чинників, але й розуміти логіку розвитку економічних процесів.

Підходи до моделювання на основі дерев рішень передбачають використання алгоритмів, які автоматично генерують дерева на основі навчального набору даних. Це включає в себе роботу з великими обсягами даних, вибір оптимальної глибини дерева, а також критеріїв розділення вузлів, що забезпечують найбільш точні прогнози.

Застосування дерев рішень в аналізі економічного зростання дозволяє ідентифікувати та аналізувати важливі чинники, що впливають на динаміку ВВП, інвестиційну активність, торговельний баланс та інші ключові індикатори. Особливістю методу є його здатність до класифікації та прогнозування результатів з високим рівнем точності та спрощення складної мультиспектральної інформації до зрозумілих і логічних структур.

Підсумовуючи, дерева рішень представляють собою потужний інструмент моделювання, який знаходить застосування в економічних дослідженнях. Вони допомагають аналітикам не тільки прогнозувати майбутні тенденції, але й розуміти логічну структуру та взаємозалежності між економічними показниками. Такий підхід дозволяє підвищити рівень розуміння економічної динаміки та ефективно впроваджувати стратегії для стимулювання економічного зростання.

2.4.3. ВИПАДКОВИЙ ЛІС: ПОЛІПШЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУ

У сучасному світі точність прогнозування економічних показників відіграє вирішальну роль для розвитку стратегій економічного зростання країн. Особливе місце в аналітиці економічних даних посідають методи машинного навчання, зокрема, алгоритм випадкового лісу. Відповідно до тематики дослідження, важливо оцінити переваги використання випадкового лісу у контексті поліпшення точності прогнозування чинників економічного зростання.

Випадковий ліс є ансамблевим методом машинного навчання, який використовує множиною дерев рішень для досягнення більш високої точності прогнозування. Цей метод базується на принципі "мудрості натовпу", де рішення моделі формується на основі агрегування думок багатьох індивідуальних моделей. Основною перевагою випадкового лісу є його здатність ефективно обробляти великі набори даних з великою кількістю змінних, що є типовим для досліджень економічних показників.

Однією з ключових характеристик методу випадкового лісу є його висока адаптивність, яка дозволяє уникнути або значно знизити вплив переобладнання, що часто зустрічається при використанні інших методів машинного навчання, таких як дерева рішень. Це досягається за рахунок створення багатьох дерев рішень на різних підвибірках даних та використання випадковості під час вибору змінних для розбиття в кожному вузлі, що забезпечує різноманітність у моделях і, як наслідок, підвищує стабільність і точність загальних прогнозів.

Імплементация випадкового лісу у дослідженні економічних чинників зростання країн Великої сімки може виявити складні взаємозв'язки між змінними, які традиційні методи аналізу можуть не враховувати. Це

забезпечують високу точність у виявленні найбільш значущих чинників, що впливають на економічне зростання, та дозволяє формувати більш ефективні політичні стратегії.

Отже, метод випадкового лісу являє собою потужний інструмент у сфері економічного аналізу, здатний значно поліпшити точність прогнозування економічного зростання. Таке підвищення точності є критично важливим для визначення стратегій розвитку і прийняття виважених управлінських рішень на рівні країн Великої сімки, враховуючи їхній значний вплив на глобальну економіку.

2.4.4. МАШИННИЙ МЕТОД ВЕКТОРІВ ПІДТРИМКИ (SVM)

У контексті дослідження чинників економічного зростання країн Великої сімки, особливе місце займає аналіз за допомогою машинного навчання, зокрема методу векторів підтримки (SVM). Цей метод зарекомендував себе як високоефективний інструмент для аналізу та прогнозування складних нелінійних відносин у великих даних, що є характерним для макроекономічних показників.

Метод векторів підтримки визначається своєю здатністю до класифікації та регресії в одному інструменті. Суть методу полягає у визначенні оптимального розділового гіперплощини, що мінімізує помилки класифікації, одночасно збільшуючи відступ між різними класами даних. Ця характеристика робить SVM особливо корисним для аналізу економічних даних, де часто існують складні моделі взаємозв'язків між індикаторами.

В економічних дослідженнях метод векторів підтримки дозволяє не тільки класифікувати країни за рівнем їх економічного зростання, але і прогнозувати майбутні тренди на основі історичних даних. Особливість SVM

полягає у можливості обробки великих обсягів інформації та забезпечення високої точності прогнозування, що є критично важливим для аналізу економічної динаміки.

Застосування методу векторів підтримки у дослідженні економічного зростання країн Великої сімки відкриває нові перспективи для глибокого розуміння взаємозв'язків між різними макроекономічними чинниками та їх впливом на загальну економічну кон'юнктуру. Такий підхід дозволяє виявляти неочевидні закономірності та забезпечує більш якісну основу для розробки економічної політики.

У підсумку, інтегрування методу векторів підтримки у дослідження економічного зростання країн Великої сімки стає значущим кроком до розширення аналітичного інструментарію та підвищення точності прогнозування економічного розвитку на основі комплексного та об'єктивного аналізу великих даних.

2.4.5. МЕТОД К-БЛИЖНІХ СУСІДІВ (KNN)

У сучасних умовах аналіз економічного зростання країн Великої сімки вимагає застосування новітніх методів обробки даних, серед яких метод К-ближніх сусідів (KNN) займає особливе місце. Цей метод може бути корисним для економічних досліджень, зокрема аналізу чинників економічного зростання, завдяки його здатності виявляти нелінійні зв'язки між економічними показниками. Він заснований на ідеї, що об'єкти з аналогічними характеристиками часто знаходяться поруч у просторі ознак.

Метод К-ближніх сусідів виконує класифікацію або регресію, використовуючи найближчі тренувальні приклади в просторі ознак. В контексті економічного аналізу він може ефективно використовуватися для

прогнозування економічного зростання або класифікації країн за типами економічних моделей, базуючись на схожості макроекономічних індикаторів.

Одним з головних переваг методу KNN є його простота та інтуїтивна зрозумілість, що робить його доступним навіть для тих, хто тільки починає працювати з методами машинного навчання. Втім, він вимагає ретельного підбору параметра K (кількість ближніх сусідів), якість результатів аналізу в значній мірі залежить від цього вибору. Занадто маленьке значення K може призвести до перенавчання, тоді як занадто велике - до недонавчання моделі.

Практичне використання методу K -ближніх сусідів для аналізу чинників економічного зростання може включати передпрогнозний аналіз, коли на основі даних за попередні періоди будується модель, здатна прогнозувати майбутнє економічне зростання. Це особливо важливо для управлінського прийняття рішень на макроекономічному рівні.

Підсумовуючи, метод K -ближніх сусідів представляє великий інтерес для економічних досліджень, даючи змогу аналізувати великі об'єми даних з метою ідентифікації закономірностей у динаміці економічного зростання. Завдяки своїй гнучкості та простоті застосування, він може стати ефективним інструментом в руках аналітиків для вивчення глобальних економічних процесів.

2.4.6. ГРАДІЄНТНИЙ БУСТІНГ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ТОЧНІСТЬ

В огляді основних методів машинного навчання, що застосовуються для аналізу чинників економічного зростання, особлива увага приділяється градієнтному бустінгу - одній з найефективніших технологій в області машинного навчання. Градієнтний бустінг використовується для покращення точності та ефективності аналітичних моделей завдяки комплексному

застосуванню простіших моделей. Такий підхід дозволяє значно збільшити ефективність прогнозування в різних застосунках, в тому числі й в економіці.

В одному з джерел описується застосування покращеної версії градієнтного бустінгу з використанням дерев лінійної регресії замість стандартних дерев з рішеннями. Ця модель, відома як GBDT з PL Trees, показує, як за допомогою складніших базових учнів можна досягти швидшої збіжності та підвищити точність прогнозування. Автори також пропонують техніки оптимізації, котрі дозволяють значно скоротити час навчання без серйозної втрати у точності. [6]

У іншому дослідженні піднімається питання простоти та інтерпретованості правил, виведених за допомогою градієнтного бустінгу. Представлена нова цільова функція, що враховує ортогональність між вже вибраними умовами та можливими новими правилами, дозволяє покращувати зрозумілість моделі без жертвоування точністю. Цей підхід демонструє, що градієнтний бустінг може бути оптимізований навіть в напрямку збільшення інтерпретованості отриманих результатів. [7]

Описується метод градієнтного бустінгу з квадратичною функцією втрат, що забезпечує теоретичні гарантії узагальнення у контексті бінарної класифікації. Метод підкреслює значення повного коригувального оновлення та використання ефективних алгоритмів для оптимізації, разом з схемою раннього зупинення для підвищення загальної ефективності. [8]

В іншому дослідженні розглядається використання моделі на основі градієнтного бустінгу для передбачення точності архітектур нейронних мереж, що пропонує ефективну альтернативу методам на основі нейронних мереж. Це підкреслює потенціал градієнтного бустінгу у застосуваннях, де важлива передбачувана ефективність. [9]

У підсумку, розгляд градієнтного бустінгу в контексті аналізу чинників економічного зростання підкреслює його високу ефективність та точність. Різноманітні модифікації та підходи, описані в дослідженнях, відкривають нові можливості для покращення моделей машинного навчання і, відтак, для більш точного прогнозування економічних процесів.

2.4.7. ADABOOST ЯК АНСАМБЛЕВИЙ МЕТОД

В огляді ансамблевих методів машинного навчання, особлива увага приділяється AdaBoost, що стоїть за назвою Adaptive Boosting. Цей метод використовується для покращення класифікації, комбінуючи кілька слабких моделей для створення однієї, значно міцнішої. Суть AdaBoost полягає в послідовному додаванні до ансамблю моделей, кожна з яких спрямована на виправлення помилок попередників. Цей метод може бути використаний для аналізу численних факторів економічного зростання, допомагаючи ідентифікувати ті, що найбільш значущі в контексті країн Великої сімки.

Принцип роботи AdaBoost закладається у ваговому виборі слабких класифікаторів. Спочатку всім об'єктам призначається рівна вага, але з кожним новим класифікатором ваги об'єктів, для яких передбачення було невірним, збільшуються. Такий підхід дозволяє зосередитися на найбільш складних для класифікації об'єктах. Важливо, що у практичному застосуванні до даних країн Великої сімки, AdaBoost може допомогти зрозуміти, які електоральні показники впливають на економічне зростання найбільш нестабільно, тим самим вказуючи на потенційні напрями для політичного та економічного реформування.

AdaBoost має ряд переваг, зокрема, він вважається одним з найміцніших методів класифікації, має просту реалізацію та добре справляється із

зашумленими даними та викидами. Однак, метод має і свої недоліки, такі як схильність до перенавчання на дуже шумних даних та необхідність підбору правильної кількості ітерацій. В контексті аналізу економічного зростання, відмінна здатність AdaBoost до класифікації може бути налаштована для здобуття узагальнених висновків про впливові чинники, навіть коли доступні дані є складними або фрагментарними.

Узагальнюючи, AdaBoost є вагомим інструментом у сфері аналізу економічного зростання, зокрема, завдяки його спроможності точно ідентифікувати чинники зростання. Особливість методу полягає у здатності адаптуватися та зосереджувати зусилля на найбільш проблемних ділянках даних, що робить його незамінним інструментом при аналізі комплексних економічних систем, таких як країни Великої сімки.

2.4.8. XGBOOST: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Аналізуючи і визначаючи чинники економічного зростання в країнах Великої сімки, велике значення має використання новітніх методів обробки та аналізу даних, що включає застосування алгоритмів машинного навчання. Серед різноманіття методів особливе місце займає XGBoost, який демонструє високу ефективність і продуктивність у прогнозуванні економічних показників. Цей алгоритм є розширенням ідеї градієнтного бустингу і відрізняється здатністю оптимізувати складні функції втрат, що робить його особливо вартим уваги для аналізу великих і складних наборів даних, якими є макроекономічні індикатори країн Великої сімки.

Застосування XGBoost у рамках економічних досліджень, як зазначено в деяких джерелах, уможливорює досягнення високої точності прогнозування за

мінімальних часових затрат. Відмінною особливістю алгоритму є його висока швидкість обчислень і гнучкість у виборі параметрів моделі, що робить його придатним для аналізу економічних процесів різного порядку складності.

Враховуючи це, результати, отримані за допомогою XGBoost, можуть бути істотно корисними для визначення ключових напрямків політик загалом і економічної політики зокрема в країнах Великої сімки. Такий комплексний підхід у використанні XGBoost виправдовує його вибір і підкреслює значення цього методу у ширшому контексті дослідження економічного зростання.

2.4.9. LIGHTGBM: ШВИДКІСТЬ І АДАПТИВНІСТЬ

У сучасному дослідженні економічного зростання країн Великої сімки все більше значення набувають методи машинного навчання, які дозволяють знаходити нетривіальні залежності між макроекономічними показниками та чинниками економічного зростання. Одним із найбільш перспективних методів у цьому контексті є LightGBM, що означає Light Gradient Boosting Machine. Цей метод розроблено з особливим акцентом на швидкість обчислень та адаптивність до різноманітних наборів даних, що робить його вкрай корисним для аналізу динамічних економічних процесів.

LightGBM використовує структуру дерев рішень, оптимізовану за допомогою градієнтного бустінгу, що значно знижує обчислювальні витрати при високій точності прогнозування. Відмінною рисою методу є використання гістограмних алгоритмів для оптимізації розбиття даних, дозволяючи ефективно обробляти великі обсяги інформації без значної втрати продуктивності. Це особливо корисно при аналізі макроекономічних даних країн Великої сімки, де необхідна висока обчислювальна потужність та здатність швидко адаптуватися до змін у великих датасетах.

Крім того, LightGBM показує значну адаптивність до різноманіття даних, оскільки враховує нелінійні залежності та особливості розподілу даних у процесі навчання моделі. Це дозволяє аналітику глибше розуміти складні макроекономічні взаємозв'язки та ефективніше прогнозувати економічне зростання на базі сучасних даних.

Завдяки його швидкості та адаптивності, LightGBM виявляється особливо корисним для визначення впливу незалежних змінних на залежні, що є критично важливим в контексті економічного зростання країн Великої сімки. Методологія дозволяє вчасно адаптуватися до змін у економічному середовищі та робити точніше прогнозування, забезпечуючи аналітикам потужний інструмент для розробки стратегій розвитку.

У підсумку, LightGBM представляє собою значний крок вперед у застосуванні методів машинного навчання до аналізу економічних процесів. За допомогою цього методу можна не лише підвищити точність прогнозів економічного зростання, але й значно прискорити обробку макроекономічних даних, що відкриває нові горизонти для наукових досліджень та розробки ефективних економічних стратегій.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі дипломної роботи було проведено аналіз різноманітних методик і попередніх досліджень, що застосовуються для вивчення феномену економічного зростання країн Великої сімки. Через комплексний підхід до вибору інструментарію аналізу надало можливість оглянути цілий спектр економетричних, кількісних та якісних методик, а також новітні технології у машинному навчанні, що застосовуються у сфері дослідження економічних процесів.

Було з'ясовано, що попередні дослідження у сфері економічного зростання демонструють значну різноманітність у підходах та оцінках, що підтверджує складність зазначеної проблематики та потребу у застосуванні комплексного методологічного інструментарію для її розуміння.

Критичний аналіз економетричних методів показав, що хоча традиційні підходи, такі як лінійна регресія, залишаються корисними для базового розуміння зв'язків між даними, сучасні проблеми економіки вимагають застосування більш комплексних та гнучких технік. Методи машинного навчання, такі як дерева рішень, випадкові ліси, SVM, KNN, градієнтний бустінг, AdaBoost, XGBoost, та LightGBM, відкривають нові можливості для моделювання економічного зростання завдяки їх здатності ефективно обробляти великі обсяги даних та виявляти складні нелінійні взаємозв'язки у даних.

Основною перевагою впровадження методів машинного навчання у дослідження є їхня здатність до самонавчання та адаптації, що дозволяє процесам аналізу ставати більш точними та об'єктивними. Це особливо актуально для прогнозування економічних трендів у країнах Великої сімки, динаміка яких характеризується високою ступенем складності та змінністю.

У другому розділі здійснено глибокий огляд наявних методик та результатів попередніх досліджень з питань, що стосуються економічного зростання. Значну увагу приділено аналізу наукових праць, в яких розглядалися різноманітні аспекти впливу внутрішніх та зовнішніх факторів на економічне зростання в країнах Великої сімки.

У контексті попередніх досліджень відзначено широке використання економетричних методів аналізу, зокрема, регресійного аналізу, який дозволяє оцінити вплив незалежних змінних на залежну змінну, в даному випадку — на

темпи економічного зростання. Обговорено також важливість кількісного та якісного аналізу макроекономічних показників для розуміння економічних процесів.

Останнім часом велику популярність набули методи машинного навчання. Лінійна регресія, будучи базовим методом аналізу, застосовується для простого прогнозування економічних показників. Метод дерева рішень та випадковий ліс використовуються для більш складних аналітичних задач, забезпечуючи можливість моделювання нелінійних залежностей. В контексті ефективності та точності прогнозування велике зацікавлення викликають методи, такі як градієнтний бустінг, AdaBoost, XGBoost та LightGBM, які дозволяють підвищити якість аналітичних моделей.

Висновки цього розділу підсумовують, що у різних дослідженнях застосовувались різноманітні методика, кожна з яких має свої переваги та недоліки, але разом вони складають комплексний інструментарій для глибокого аналізу чинників економічного зростання. Особливо має сенс відзначити зростаючу роль методів машинного навчання, які відкривають нові перспективи для розробки прогнозних моделей з високою точністю та адаптивністю. Таким чином, увага до різних методик та попередніх досліджень уможливорює повніше розуміння процесів економічного зростання та сприяє розробці більш ефективних стратегій економічної політики.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВЕЛИКОЇ СІМКИ

Економічний розвиток та стабільність G7 мають вирішальне значення для глобальної економіки, адже ці країни відіграють ключову роль у формуванні міжнародних економічних політик та стандартів. Важливість глибокого аналізу їхніх економічних показників полягає у можливості прогнозування економічних трендів, які можуть мати далекосяжні наслідки на світовому рівні. Цей розділ спрямований на використання різноманітних методів обробки даних та статистичного аналізу для забезпечення глибокого розуміння динаміки та кореляцій між різними економічними індикаторами в країнах G7.

У даному розділі ми використаємо дані, зібрані за допомогою API Світового банку, які охоплюють широкий спектр економічних показників з 1996 по 2020 рік. Після попередньої підготовки та чищення даних, ми проведемо їх детальний аналіз, включаючи візуалізацію, розрахунок кореляцій між змінними, та ідентифікацію ключових факторів, що впливають на економічне зростання та стабільність. Також буде проведена розробка та порівняльний аналіз різних моделей машинного навчання для прогнозування майбутніх економічних показників, що надасть можливість оцінити їх ефективність та точність.

Завершальною частиною розділу буде інтерпретація результатів аналізу та моделювання, з особливою увагою до значень SHAR для глибокого розуміння впливу різних економічних індикаторів. Це дозволить не тільки краще зрозуміти які фактори є найважливішими для економічного зростання, але й рекомендувати способи їх використання у формуванні політик та стратегій на міжнародному рівні.

Цей аналіз забезпечить необхідну основу для розробки ефективних стратегій управління економікою на рівні G7, а також сприятиме підвищенню розуміння глобальних економічних процесів.

3.1. ЗБІР ТА ПІДГОТОВКА ДАНИХ

3.1.1. ОПИС ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Для аналізу та моделювання економічних показників країн G7, дані було зібрано за допомогою АРІ Світового банку. Це дозволяє отримувати доступ до широкого спектру офіційних міжнародних статистичних показників. На зображенні нижче представлено вибірку даних, що включає показники, як-от ВВП на душу населення, рівень CO2 викидів, баланс поточного рахунку та інші значущі індикатори.

Зібрані дані містять чисельні економічні, соціальні та політичні індикатори, що охоплюють період з 1996 по 2020 рік. Це дозволяє забезпечити детальний аналіз трендів та змін у політиці та економіці національних і міжнародних рівнях. Ключові індикатори наведено в Таблиці 3.1 «Ключові індикатори, що були зібрані» [15,16,17,18] :

Таблиця 3.1

Код індикатора	Опис індикатора
NY.GDP.MKTP.KD.ZG	GDP growth (annual %)
NE.IMP.GNFS.ZS	Imports of goods and services (% of GDP)
NE.EXP.GNFS.ZS	Exports of goods and services (% of GDP)

Продовження Таблиці 3.1.

NE.GDI.TOTL.ZS	Total investment (% of GDP)
SL.GDP.PCAP.EM.KD	Labor productivity (GDP per hour worked)
NE.RSB.GNFS.ZS	Trade balance (% of GDP)
BN.CAB.XOKA.GD.ZS	Current account balance (% of GDP)
GC.XPN.TOTL.GD.ZS	Government expenditure (% of GDP)
FS.AST.PRVT.GD.ZS	Private sector credit (% of GDP)
IC.BUS.EASE.XQ	Ease of doing business index
NE.GDI.FTOT.ZS	Gross fixed capital formation (% of GDP)
NE.EXP.GNFS.KD.ZG	Export volume growth (annual %)
NE.IMP.GNFS.KD.ZG	Import volume growth (annual %)
IP.PRP.NRES.GD.ZS	Non-performing loans (% of total loans)
NY.GDP.DEFL.KD.ZG	Inflation, GDP deflator (annual %)
NY.GDP.MKTP.CD	GDP (current US\$)

Продовження Таблиці 3.1.

NY.GDP.PCAP.CD	GDP per capita (current US\$)
FP.CPI.TOTL.ZG	Inflation, consumer prices (annual %)
SP.POP.GROW	Population growth (annual %)
NE.DAB.TOTL.ZS	Gross national expenditure (% of GDP)
DT.TDS.DECT.EX.ZS	Total debt service (% of GNI)
BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS	FDI net inflows (% of GDP)
TG.VAL.TOTL.GD.ZS	Merchandise trade (% of GDP)
BM.TRF.PWKR.CD.DT	Personal remittances, received (current US\$)
FI.RES.TOTL.CD	Foreign exchange reserves
MS.MIL.XPND.GD.ZS	Military expenditure (% of GDP)
EG.USE.COMM.CL.ZS	Renewable energy consumption (% of total)
EG.USE.ELEC.KH.PC	Electric power consumption (kWh per capita)
IT.NET.USER.ZS	Internet users (per 100 people)

Продовження Таблиці 3.1.

IT.CEL.SETS.P2	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)
GB.XPD.RSDV.GD.ZS	R&D expenditure (% of GDP)
SL.UEM.TOTL.ZS	Unemployment rate (%)
SH.XPD.TOTL.GD.ZS	Health expenditure, total (% of GDP)
EN.ATM.CO2E.PC	CO2 emissions (metric tons per capita)
SP.DYN.LE00.IN	Life expectancy at birth, total (years)

Ці індикатори дозволяють проводити комплексний аналіз економічного стану країн G7, виявляючи ключові тенденції та зміни в різних аспектах їхнього розвитку. Також на Рисунку 3.1 наведено вигляд таблиці із зібраними даними, що містить 175 рядків та 35 колонок із даними:

Country	Year	CO2 emissions (metric tons per capita)	Current account balance (% of GDP)	Ease of doing business index	Electric power consumption (kWh per capita)	Export volume growth (annual %)	Exports of goods and services (% of GDP)	FDI net inflows (% of GDP)	Foreign exchange reserves	GDP (current US\$)	GDP growth (annual %)	Military expenditure (% of GDP)	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)	Personal remittances, received (current US\$)	Population growth (annual %)	Private sector credit (% of GDP)
Canada	1996	15.592614	0.385036	NaN	16607.206337	5.955019	37.098440	1.398282	2.156230e+10	6.306080e+11	1.688961	1.403753	11.819277	1.451288e+09	1.045312	78.633085
	1997	15.943848	-1.371857	NaN	16653.677054	8.630818	38.132970	2.317970	1.871850e+10	6.549870e+11	4.280167	1.246243	14.038198	1.547247e+09	0.993789	81.531269
	1998	16.076572	-1.419513	NaN	16435.786988	9.519736	40.029175	3.939938	2.402325e+10	6.340000e+11	3.892887	1.256294	17.734395	1.494681e+09	0.829909	79.862540
	1999	16.258473	0.124607	NaN	16678.932595	10.792283	41.861185	4.047104	2.865029e+10	6.784122e+11	5.141003	1.241703	22.733844	1.614243e+09	0.812843	77.250111
	2000	16.757467	2.483228	NaN	17037.072281	8.965365	44.209236	9.171024	3.242727e+10	7.447734e+11	5.138539	1.114350	28.442171	1.696622e+09	0.931282	73.987738
...
United States	2016	15.149883	-2.119372	NaN	NaN	0.474057	11.957982	2.537498	4.059424e+11	1.869511e+13	1.667472	3.422588	103.370250	6.287000e+10	0.724676	183.644222
	2017	14.823245	-1.887394	NaN	NaN	4.114381	12.261738	1.955211	4.512853e+11	1.947734e+13	2.241921	3.320541	103.129789	6.411400e+10	0.632644	191.630055
	2018	15.222518	-2.142160	NaN	NaN	2.854086	12.360989	1.045704	4.499071e+11	2.053306e+13	2.945385	3.323866	104.847944	6.683600e+10	0.526435	180.461848
	2019	14.673381	-2.066080	6.0	NaN	0.511353	11.872470	1.477875	5.167006e+11	2.138098e+13	2.294439	3.434568	106.414019	7.158300e+10	0.455381	191.241255
	2020	13.032828	-2.835383	NaN	NaN	-13.129449	10.209229	0.656980	6.283697e+11	2.106047e+13	-2.767803	3.696010	104.935375	6.612600e+10	0.964348	215.778145

175 rows x 32 columns

Рис.3.1 Вхідні дані для моделювання

Джерело: авторська розробка

На Рисунку 3.1 представлено витяг зі зібраних даних, який включає інформацію про Канаду, Сполучені Штати та інші країни з 1996 по 2020 рік. В таблиці відображено різноманітні економічні показники, які включають, серед іншого, викиди CO₂ на душу населення, баланс поточного рахунку як відсоток від ВВП, індекс легкості ведення бізнесу, споживання електроенергії на особу, обсяги експорту та імпорту товарів та послуг, а також безпосередні іноземні інвестиції як відсоток від ВВП. Ці дані допомагають зрозуміти економічні тенденції та взаємозв'язки між різними індикаторами, такими як взаємозв'язок між викидами CO₂ і економічним ростом.

Аналіз зібраних даних демонструє значні варіації в економічних показниках серед країн G7 протягом аналізованого періоду. Відомості, представлені на зображенні, є основою для подальшої деталізованої аналітики та моделювання, спрямованого на ідентифікацію основних факторів, які впливають на економічні процеси в цих країнах. Це дає змогу не тільки краще зрозуміти поточні економічні умови, але й прогнозувати майбутні тенденції, що є критично важливим для формування ефективних політик і стратегій на міжнародному рівні.

3.1.2. ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ДАНИХ

В рамках підготовки даних для аналізу, ми створили хітмап пропущених значень, що дозволило нам виявити відсутні дані по різних економічних показниках для країн G7, що зображений на Рисунку 3.2:

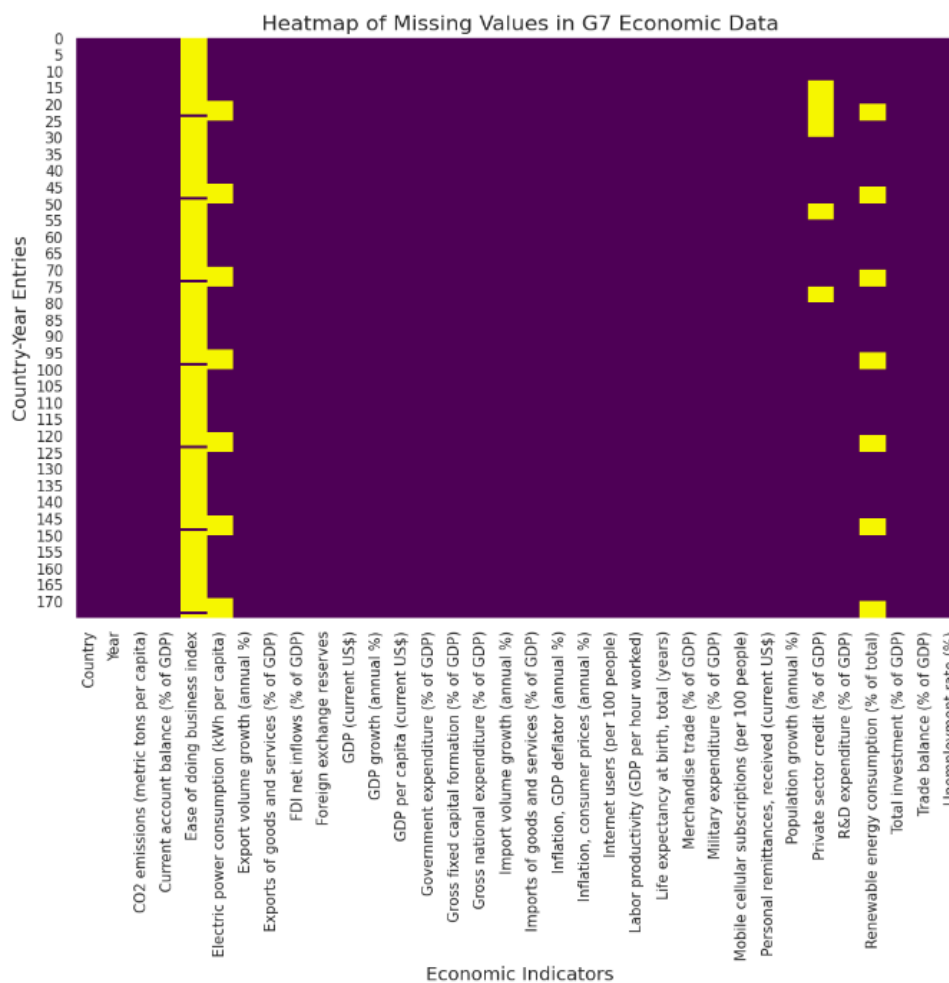


Рис. 3.2 Хітмап із пропущеними значеннями

Джерело: авторська розробка

Хітмап, представлений на Рисунку 3.2, демонструє, що деякі індикатори, як наприклад "Ease of doing business index" та "Electric power consumption (kWh per capita)", мають значну кількість пропущених значень. Це вказує на нерівномірність доступності даних в різні періоди чи для різних країн.

На основі візуалізації було прийнято рішення про виключення з аналізу деяких колонок, які містять надто багато пропущених значень. Зокрема, "Ease of doing business index" має дані лише для 7 записів із 175, що робить його

використання малоефективним для подальших економічних аналізів та моделювань.

Ми також перевірили типи даних у кожному стовпці, щоб забезпечити правильну обробку та аналіз, результати на Рисунок 3.3:

```

#      Column                                     Non-Null Count  Dtype
---  -
0      Country                                     175 non-null    object
1      Year                                       175 non-null    int64
2      CO2 emissions (metric tons per capita)     175 non-null    float64
3      Current account balance (% of GDP)        175 non-null    float64
4      Ease of doing business index               7 non-null     float64
5      Electric power consumption (kWh per capita) 133 non-null    float64
6      Export volume growth (annual %)            175 non-null    float64
7      Exports of goods and services (% of GDP)   175 non-null    float64
8      FDI net inflows (% of GDP)                 175 non-null    float64
9      Foreign exchange reserves                  175 non-null    float64
10     GDP (current US$)                            175 non-null    float64
11     GDP growth (annual %)                        175 non-null    float64
12     GDP per capita (current US$)                 175 non-null    float64
13     Government expenditure (% of GDP)           175 non-null    float64
14     Gross fixed capital formation (% of GDP)     175 non-null    float64
15     Gross national expenditure (% of GDP)        175 non-null    float64
16     Import volume growth (annual %)              175 non-null    float64
17     Imports of goods and services (% of GDP)     175 non-null    float64
18     Inflation, GDP deflator (annual %)            175 non-null    float64
19     Inflation, consumer prices (annual %)         175 non-null    float64
20     Internet users (per 100 people)              175 non-null    float64
21     Labor productivity (GDP per hour worked)      175 non-null    float64
22     Life expectancy at birth, total (years)       175 non-null    float64
23     Merchandise trade (% of GDP)                 175 non-null    float64
24     Military expenditure (% of GDP)              175 non-null    float64
25     Mobile cellular subscriptions (per 100 people) 175 non-null    float64
26     Personal remittances, received (current US$) 175 non-null    float64
27     Population growth (annual %)                 175 non-null    float64
28     Private sector credit (% of GDP)             148 non-null    float64
29     R&D expenditure (% of GDP)                  175 non-null    float64
30     Renewable energy consumption (% of total)    140 non-null    float64
31     Total investment (% of GDP)                  175 non-null    float64
32     Trade balance (% of GDP)                     175 non-null    float64
33     Unemployment rate (%)                        175 non-null    float64
dtypes: float64(32), int64(1), object(1)
memory usage: 46.6+ KB

```

Рис. 3.3 Типи даних в наборі

Джерело: авторська розробка

Більшість індикаторів представлені у форматі з плаваючою комою, що відповідає числовим значенням, і це дозволяє проводити числові розрахунки та статистичні аналізи. Однак, індикатор "Country" є текстовим, що вимагає особливої уваги при кодуванні для машинного навчання та моделювання.

Після проведення чищення даних та перевірки на відповідність типів даних, наступним кроком буде підготовка даних до аналізу, включаючи нормалізацію, обробку відсутніх значень, та кодування категоріальних

змінних для подальшого використання у статистичних та машинно-навчальних моделях.

3.2. АНАЛІЗ ДАНИХ

3.2.1. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ

Для глибокого розуміння взаємозв'язків між різними економічними, соціальними та політичними індикаторами країн G7, було створено кореляційні матриці. Ці матриці дозволяють візуально оцінити, як різні змінні взаємопов'язані одна з одною в межах загального набору даних та специфічно для кожної країни, як на прикладі Німеччини. Матриці зображено на Рисунках 3.4-5:

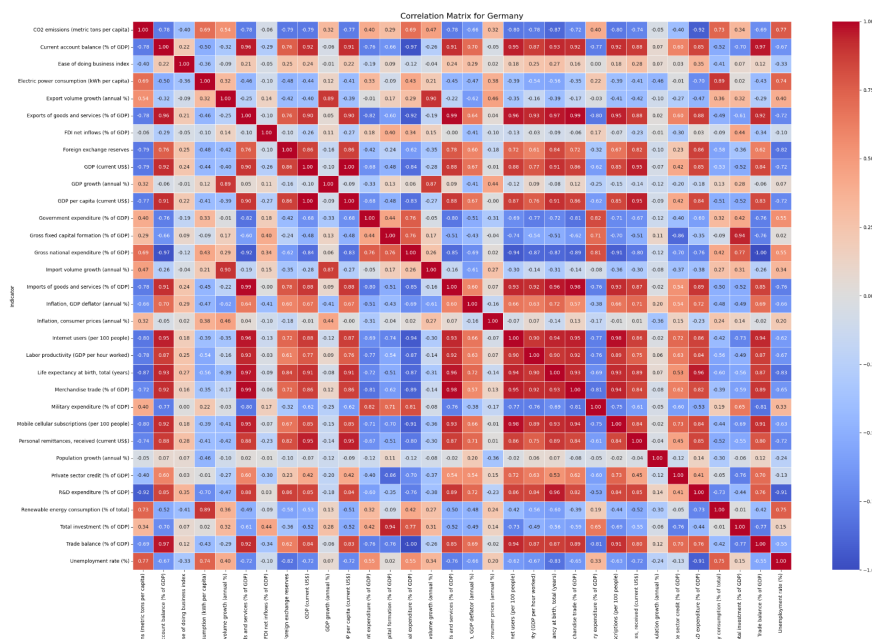


Рис. 3.4 Кореляційна матриця для показників Німеччини

Джерело: авторська розробка

Аналіз кореляцій допомагає виявити:

1. Сильні позитивні кореляції - якщо два показники мають високий позитивний кореляційний коефіцієнт, це означає, що зі збільшенням одного показника збільшується і інший.
2. Сильні негативні кореляції - негативна кореляція вказує на те, що зі збільшенням одного показника інший зменшується.

Наприклад, в Німеччині спостерігається висока позитивна кореляція між "GDP per capita (current US\$)" та "Labor productivity (GDP per hour worked)", що вказує на тісний зв'язок між продуктивністю праці та рівнем життя.

Ці візуалізації та аналіз є критично важливими для розуміння як окремих національних економік, так і глобальних економічних процесів, дозволяючи формулювати більш точні прогнози та рекомендації для політичних рішень. Показники, що мають велику кореляцію зазвичай погано впливають на передбачення, і один із них видаляють при прогнозуванні через методи штучного інтелекту.

3.2.2. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Для проведення статистичного аналізу були застосовані статистичні методи як описова статистика та аналіз варіабельності та розсіювання. Описова статистика дає змогу оцінити розподіл даних, виявити центральні тенденції, розсіювання та форму розподілів за різними економічними показниками.

Ось основні статистичні характеристики для вибраних індикаторів:

1. CO2 emissions (metric tons per capita) - середнє значення складає 10.35, з стандартним відхиленням 4.52, мінімумом у 3.95 і максимумом у 20.47, що вказує на значні коливання викидів CO2 на особу серед країн G7.

2. Current account balance (% of GDP) - цей показник має середнє значення 0.15% ВВП із широким діапазоном від -5.91% до 8.62%, що відображає велику варіативність у балансах поточних рахунків.
3. GDP growth (annual %) - середнє зростання ВВП становить 1.33% з можливим падінням до -10.36% і зростанням до 5.14%, що свідчить про економічні коливання протягом періоду аналізу.
4. Exports of goods and services (% of GDP) та Imports of goods and services (% of GDP) - ці показники важливі для аналізу торговельної активності країн, із значними коливаннями в їхніх значеннях, що свідчить про зміну торговельних балансів.

Значення, як GDP (current US\$) та GDP per capita (current US\$), підкреслюють економічну потужність та рівень добробуту населення в країнах G7, з середнім значенням ВВП на особу 38015.44 USD, але з варіаціями від 20137.59 до 65120.39 USD, що вказує на значні розбіжності у рівнях економічного розвитку. Результати проведення аналізу зображено на Рисунку 3.6:

Описова статистика:			
	Year	CO2 emissions (metric tons per capita)	\
count	175.000000	175.000000	
mean	2008.000000	10.347120	
std	7.231794	4.518884	
min	1996.000000	3.953682	
25%	2002.000000	6.940859	
50%	2008.000000	9.088528	
75%	2014.000000	15.186200	
max	2020.000000	20.469797	
Current account balance (% of GDP) Export volume growth (annual %) \			
count	175.000000	175.000000	
mean	0.146164	3.271344	
std	3.261922	6.552201	
min	-5.911019	-23.382771	
25%	-2.267806	1.319479	
50%	-0.491648	3.272421	
75%	2.495633	6.846884	
max	8.615881	24.860737	
Exports of goods and services (% of GDP) FDI net inflows (% of GDP) \			
count	175.000000	175.000000	
mean	25.885852	2.164754	
std	10.141553	2.226974	
min	9.035659	-0.898590	
25%	17.262335	0.767841	
50%	26.881551	1.689113	
75%	31.421002	2.807957	
max	47.308859	12.731504	
Foreign exchange reserves GDP (current US\$) GDP growth (annual %) \			
count	1.750000e+02	1.750000e+02	175.000000
mean	2.496463e+11	4.326263e+12	1.332067
std	3.242861e+11	4.579592e+12	2.417998
min	1.871850e+10	6.306080e+11	-10.359901
25%	7.066441e+10	1.799538e+12	0.792064
50%	1.349319e+11	2.663806e+12	1.791986
75%	2.217660e+11	4.549656e+12	2.693300
max	1.390809e+12	2.138098e+13	5.141003
GDP per capita (current US\$) ... \			
count	175.000000	...	
mean	38015.439700	...	
std	9397.440111	...	
min	20137.591222	...	
25%	31691.029072	...	
50%	38834.052934	...	
75%	43851.160271	...	
max	65120.394663	...	

Рис. 3.6 Результати проведення аналізу

Джерело: авторська розробка

Далі для кожного показника було визначено стандартне відхилення, що допомагає оцінити ступінь варіабельності вимірюваних значень. Наприклад, стандартне відхилення для Private sector credit (% of GDP) становить 43.44, що свідчить про високу неоднорідність кредитування приватного сектору в різних країнах.

Такий аналіз дозволяє глибше зрозуміти економічні патерни, ідентифікувати ключові фактори впливу та виявити потенційні ризики або можливості для економік країн G7. Ці дані можуть слугувати основою для розробки політик, направлених на підвищення стабільності та стимулювання зростання.

3.3. РОЗРОБКА ПРОГНОЗНИХ МОДЕЛЕЙ

3.3.1. ПІДГОТОВКА ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ

Підготовка даних є ключовим етапом перед побудовою прогнозних моделей. Цей процес включає кілька важливих кроків, таких як очищення даних, видалення кореляцій, кодування категоріальних змінних і визначення цільової змінної.

Перш за все, ми провели аналіз кореляцій між числовими змінними в датасеті. Використовуючи поріг кореляції 0.8, були видалені колонки, які демонстрували високу кореляцію з іншими. Це дозволяє зменшити мультиколінеарність, яка може негативно впливати на точність прогнозних моделей.

Далі було проведено кодування категоріальних змінних. Для змінної 'Country', що є категоріальною, ми застосували метод OneHotEncoder. Це перетворює категоріальну змінну на набір бінарних змінних, кожна з яких відповідає одній категорії, що дозволяє моделям машинного навчання краще обробляти ці дані.

Також було створено нову змінну 'Next GDP Growth', яка представляє зростання ВВП на наступний рік. Ця змінна була визначена як цільова для наших прогнозних моделей. Вона була обрахована шляхом зсуву значень зростання ВВП на один рік вперед для кожної країни, що дозволяє моделям прогнозувати майбутнє зростання на основі поточних та історичних даних.

Завершальним кроком підготовки даних було видалення будь-яких рядків з відсутніми значеннями, щоб забезпечити повноту та якість даних, які будуть використані для навчання моделей. Після цих кроків датасет готовий до використання в різних моделях машинного навчання для прогнозування економічних показників.

3.3.2. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

У цьому розділі ми реалізували та порівняли кілька моделей машинного навчання, щоб визначити їхню ефективність у прогнозуванні річного зростання ВВП. Моделі включали лінійну регресію, дерева рішень, випадковий ліс, SVM (метод опорних векторів), KNN (метод k найближчих сусідів), градієнтний бустінг, AdaBoost, XGBoost та LightGBM. Оцінювання моделей здійснювалось за допомогою показників середньоквадратичної помилки (MSE) та коефіцієнта детермінації (R-квадрат). Результати роботи моделей наведено в Таблиці 3.2: «Результати роботи моделей»

Таблиця 3.2

Модель	MSE	R²
Linear Regression	8.5713	-0.2542
Decision Tree	4.3892	0.3577
Random Forest	1.9853	0.7095
SVM	6.5491	0.0417
KNN	6.4741	0.0526

Продовження Таблиці 3.2.

Gradient Boosting	1.7636	0.7419
AdaBoost	2.3469	0.6566
XGBoost	1.8262	0.7328
LightGBM	6.9040	-0.0103

Також результати роботи моделей були візуалізовані на Рисунку 3.7:

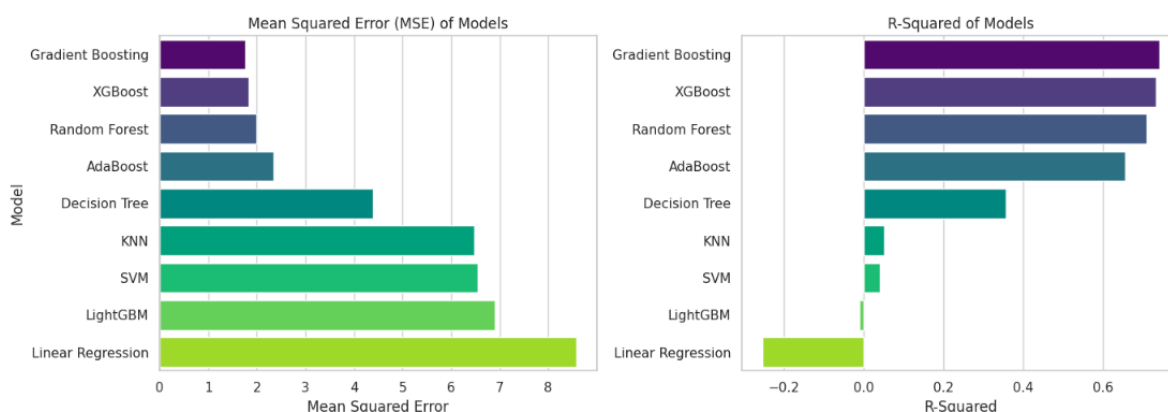


Рис. 3.7 Візуалізація таблиці 3.2

Джерело: авторська розробка

З візуалізацій, представлених на Рисунку 3.7, можна зробити декілька важливих висновків. Зокрема, градієнтний бустінг показує найкращі результати з найнижчим значенням MSE (1.7636) та найвищим значенням R^2 (0.7419), що свідчить про високу точність та здатність моделі адекватно реагувати на зміни в даних. Модель XGBoost також показала високу ефективність з MSE 1.8262 та R^2 0.7328.

На противагу цьому, лінійна регресія та LightGBM показали менш задовільні результати з від'ємними значеннями R^2 , що може свідчити про

непридатність цих моделей для даного набору даних або про переоснащення інших моделей.

Ці результати демонструють важливість вибору відповідної моделі для конкретного типу даних і задачі прогнозування, а також підкреслюють потенціал ансамблевих методів, таких як градієнтний бустінг та XGBoost, у підвищенні точності прогнозів.

3.3.3. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛІ

Інтерпретація результатів моделі є важливим кроком для розуміння, як різні фактори впливають на прогнози, зроблені моделлю. Для цього використовуються методи інтерпретації моделей, такі як SHAP (SHapley Additive exPlanations), які допомагають візуалізувати вплив кожної змінної на вихідні значення моделі.

У нашому аналізі ми використовували модель XGBoost, що показала високу ефективність у прогнозуванні зростання ВВП. Після навчання моделі ми обчислили значення SHAP для кожної змінної, що дозволяє зрозуміти, як кожна змінна впливає на передбачення. Результати зображено на Рисунку 3.8:

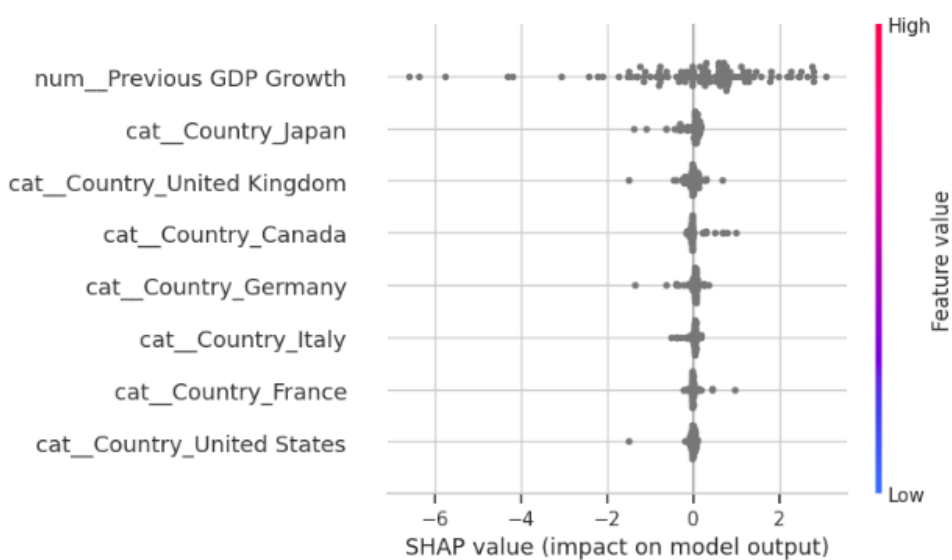


Рис. 3.8 Результати оцінки важливості показників через метод Shapley Values

Джерело: авторська розробка

На зображенні представлено графік розподілу значень SHAP для різних змінних. Він показує, як значення різних змінних впливають на прогнозоване зростання ВВП:

1. num__Previous GDP Growth - ця змінна має найбільший вплив на результати моделі. Це очікувано, оскільки попереднє зростання ВВП є сильним показником для прогнозування майбутнього зростання.
2. cat__Country_Japan, cat__Country_United Kingdom, cat__Country_Canada та інші категоріальні змінні країни також мають помітний вплив. Це свідчить про те, що економічні умови та фактори в кожній країні впливають на прогнозоване зростання ВВП.

Завдяки SHAP ми можемо побачити, як зміна кожної змінної впливає на прогнозоване значення. Наприклад, високі значення попереднього зростання ВВП зазвичай ведуть до підвищення прогнозованого зростання, тоді як вплив інших змінних, таких як країна, залежить від її конкретних економічних умов.

Також був проведений аналіз для кожної країни окремо, результати наведено в Таблиці 3.3:

Таблиця 3.3.

Країна	Основний чинник	Вплив на прогноз
Італія	Previous GDP Growth	Високий
Об'єднане Королівство	Previous GDP Growth	Високий
Франція	Previous GDP Growth	Високий

Канада	Previous GDP Growth	Високий
Сполучені Штати	Previous GDP Growth	Високий
Японія	Previous GDP Growth	Високий
Німеччина	Previous GDP Growth	Високий

Цей аналіз показує, що для всіх країн G7 основним чинником, що впливає на прогнозоване зростання ВВП, є попереднє зростання ВВП. Це свідчить про те, що історичні дані про економічне зростання є потужним індикатором для прогнозування майбутніх економічних тенденцій.

3.4. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

3.4.1 ОЦІНКА ЗДАТНОСТІ МОДЕЛЕЙ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ

Після проведення детального аналізу та тестування різних моделей машинного навчання для прогнозування річного зростання ВВП країн G7, ми можемо зробити кілька важливих висновків щодо здатності моделей до прогнозування.

Результати показали, що ансамблеві методи, такі як Gradient Boosting і XGBoost, значно перевершують інші моделі за точністю прогнозів. Це підтверджується низькими значеннями середньоквадратичної помилки (MSE) та високими значеннями коефіцієнта детермінації (R^2). Зокрема, Gradient Boosting показав найнижче значення MSE (1.7636) та найвище значення R^2 (0.7419), що свідчить про високу точність і надійність цієї моделі.

На противагу, лінійна регресія та LightGBM продемонстрували менш задовільні результати з від'ємними значеннями R^2 , що вказує на непридатність цих моделей для прогнозування річного зростання ВВП в даному контексті. Це може бути пов'язано з високою складністю та нелінійністю економічних даних, які краще обробляються складнішими моделями, такими як XGBoost та Gradient Boosting.

Моделі, такі як Decision Tree, Random Forest та AdaBoost, також показали хороші результати, але дещо поступаються лідерам за точністю прогнозів. Це свідчить про те, що використання методів бустінгу може значно покращити результати прогнозування в порівнянні з іншими техніками.

Таким чином, для точного прогнозування річного зростання ВВП країн G7 рекомендується використовувати ансамблеві методи машинного навчання, зокрема Gradient Boosting та XGBoost, які продемонстрували найвищу ефективність у нашому дослідженні. Ці моделі можуть бути корисними для економістів та політиків при аналізі економічних тенденцій і прийнятті обґрунтованих рішень.

3.4.2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ У ПРАКТИЧНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ

На основі проведеного дослідження та результатів аналізу, можна зробити декілька рекомендацій щодо використання моделей машинного навчання для прогнозування економічних показників у практичних застосуваннях.

Перш за все, ансамблеві методи, такі як Gradient Boosting та XGBoost, показали високу точність і надійність прогнозів. Ці моделі можуть бути ефективно використані для прогнозування економічних показників, таких як зростання ВВП, у різних країнах та регіонах. Висока точність цих моделей

дозволяє економістам та аналітикам робити більш обґрунтовані прогнози, що є критично важливим для розробки економічної політики та стратегій.

Рекомендується інтегрувати ці моделі в існуючі аналітичні системи економічного прогнозування, що дозволить автоматизувати процес аналізу та знизити ймовірність людської помилки. Застосування цих моделей у поєднанні з великими даними та сучасними технологіями обробки даних може значно підвищити ефективність аналізу та точність прогнозів.

Окрім цього, важливо забезпечити регулярне оновлення моделей та даних для підтримання актуальності прогнозів. Використання актуальних даних дозволить моделям машинного навчання адаптуватися до змін у глобальній економіці та надавати більш точні прогнози. Рекомендується також проводити періодичну переоцінку моделей та їх параметрів для оптимізації їхньої продуктивності.

Загалом, застосування передових моделей машинного навчання у поєднанні з великими даними та сучасними технологіями обробки інформації може значно покращити точність економічних прогнозів та підвищити ефективність прийняття рішень у сфері економічної політики та бізнес-стратегій.

3.5. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ У КРАЇНАХ ВЕЛИКОЇ СІМКИ

Аналізуючи попередні розділи роботи, Gradient Boosting та XGBoost, показали високу точність і надійність прогнозів та вийшли на один з найбільш значних показників впливу – попередній ріст ВВП (Previous GDP Growth). Розглянемо результати аналізу та проаналізуємо вплив факторів на їх зміну відносно країн Великої сімки.

Був використаний метод Shapley values, який використовується для візуалізації впливу кожного елемента в прогнозах моделі машинного навчання. Методи Gradient Boosting та XGBoost – ансамблеві моделі, які неможливо пояснити та немає очевидності прийняття ними рішення.

Горизонтальна вісь представляє значення SHAP, яке вимірює вплив кожної ознаки на результат моделі. Позитивне значення SHAP вказує на те, що ознака підвищує прогноз моделі, в нашому випадку, збільшуючи темпи зростання ВВП, а негативне значення – знижує прогноз.

Вертикальна вісь вказує на ознаку, яка використовується в моделі. Попередній ріст ВВП (Previous GDP Growth) – ознака, яка має широкий розкид значень SHAP, переважно сконцентрованих навколо нуля, але з невеликим відхиленням у бік додатних значень.

Кожна країна Великої сімки відносно моделі представлена як категоріальна змінна. Розташування та розкид точок для кожної країни показує, як приналежність до цієї країни впливає на прогноз зростання ВВП відносно базової лінії (ймовірно, середнього значення або іншого еталонного значення).

Колір на шкалі вказує на величину значення ознаки для кожного спостереження, від низького (синій) до високого (рожевий). Це може допомогти нам побачити не лише вплив, але й те, як вищі або нижчі значення ознаки пов'язані зі змінами в прогнозах зростання ВВП.

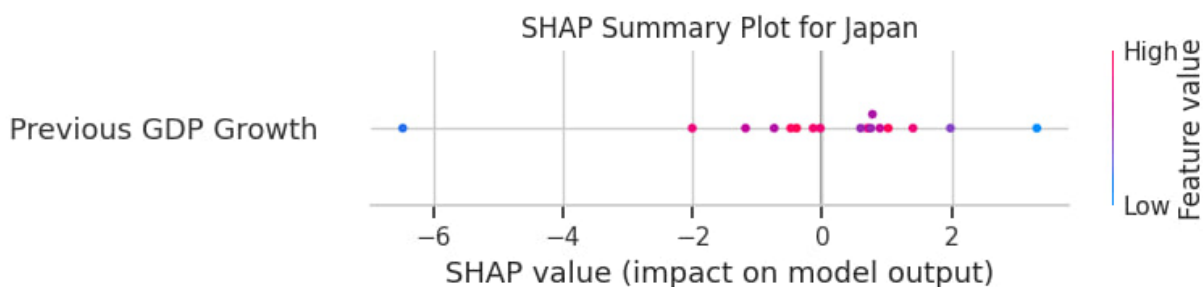


Рис. 3.9. Попередній ріст ВВП для Японії

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунку 3.9. можемо бачити, що вплив попереднього зростання ВВП на вихід моделі в основному зосереджений близько до нуля, але має деякі відхилення в обидві сторони (як позитивні, так і негативні). Це означає, що ця ознака не має сильного впливу на вихід моделі, але все ж таки має деякі варіації.

Показником, який впливає безпосередньо на попередній ріст ВВП в Японії – технологічні інновації, через зосередженість країни на технологічних досягненнях та автоматизації.

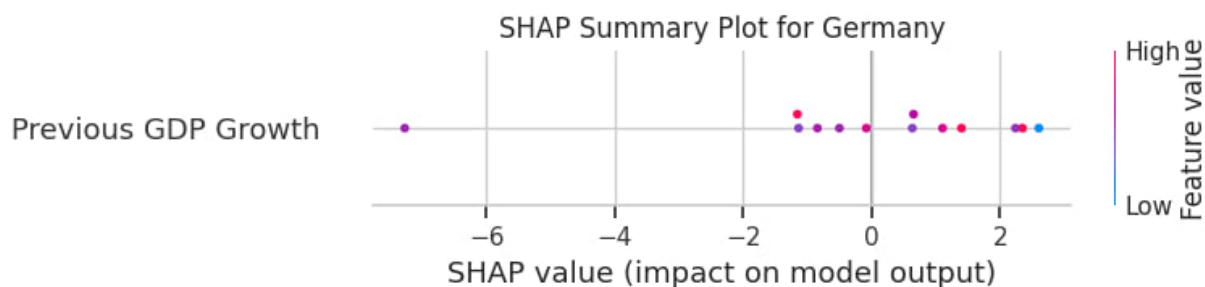


Рис. 3.10 Попередній ріст ВВП для Німеччини

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунку 3.10. Більшість значень зосереджені навколо нуля, що свідчить про те, що попереднє зростання ВВП має відносно невеликий вплив на модель, але є декілька значень, які мають сильніший негативний вплив. Що свідчить, про те, що попереднє зростання ВВП в Німеччині має певний вплив на модель, але цей вплив є різноманітним і зосередженим навколо невеликих значень.

Попереднє зростання ВВП у Німеччині обумовлене зростанням за рахунок експорту, особливо в обробній промисловості та машинобудуванні, також інвестиції в капітальні товари сприяють підвищенню продуктивності.

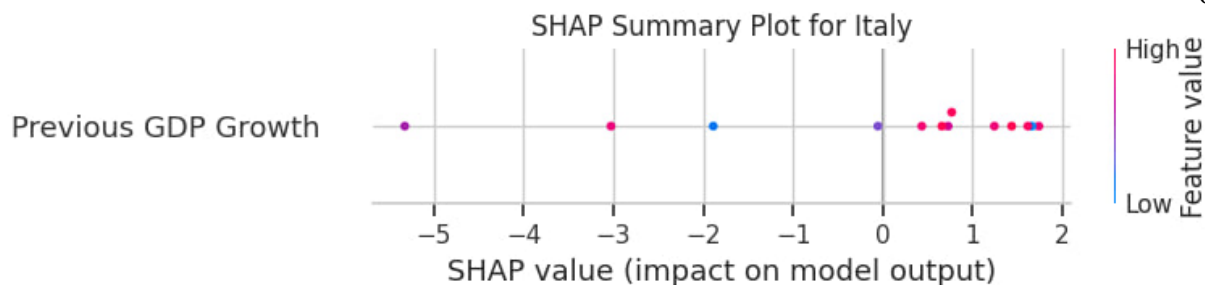


Рис. 3.11 Попередній ріст ВВП для Італії

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунок 3.11. Більшість точок зосереджені ближче до нуля, але є кілька значень, що мають помірно сильний негативний вплив. Тим самим, свідчить нам про те, що в Італії попереднє зростання ВВП впливає на модель, але характер цього впливу може варіювати в залежності від конкретних значень зростання.

Згідно показників на економічне зростання в Італії впливає промислове виробництво та експорт високоякісних товарів.

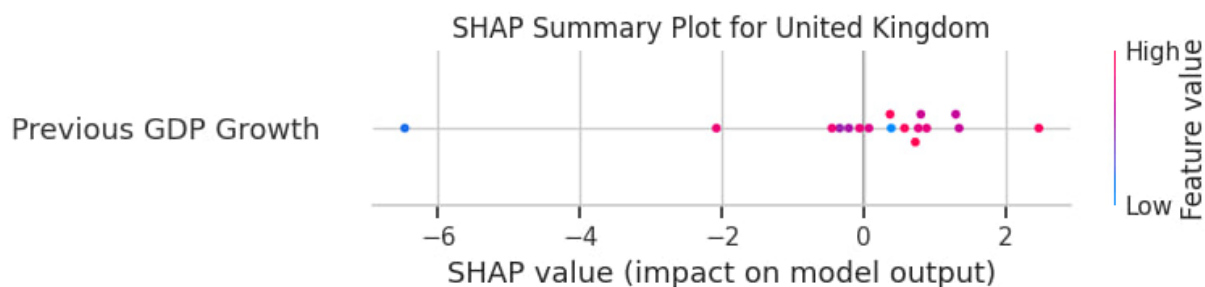


Рис. 3.12 Попередній ріст ВВП для Сполученого Королівства

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунок 3.12. Цей графік показує, що ознака загалом впливає на результат моделі позитивно при високих значеннях і негативно при низьких значеннях, хоча ефект варіюється залежно від різних прикладів.

Фінансовий сектор є ключовим драйвером зростання ВВП у Великобританії, також споживання домогосподарств залишається вагомим фактором економічної активності.

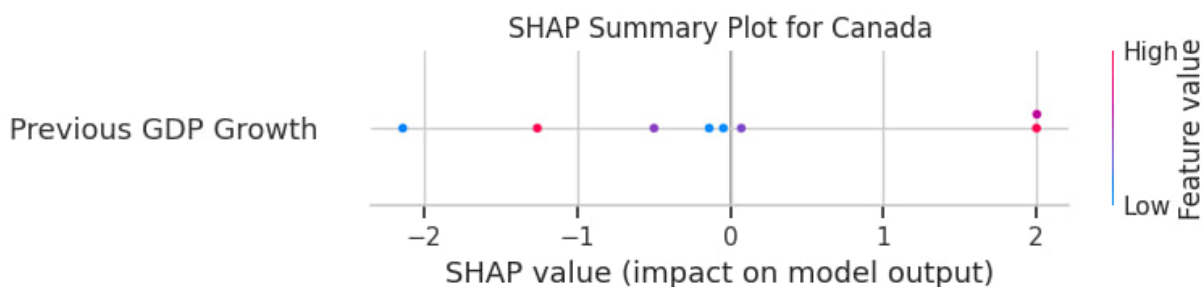


Рис. 3.13 Попередній ріст ВВП для Канади

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунку 3.13. Цей графік показує, що ознака Попереднє зростання ВВП для Канади має варіативний вплив на результати моделі. Низькі значення зменшують прогноз, тоді як високі значення можуть його збільшити, хоча більшість значень мають мінімальний вплив.

Значну роль у зростанні ВВП Канади відіграє експорт природних ресурсів, а інвестиції в інфраструктуру та технології підтримують економічний розвиток.

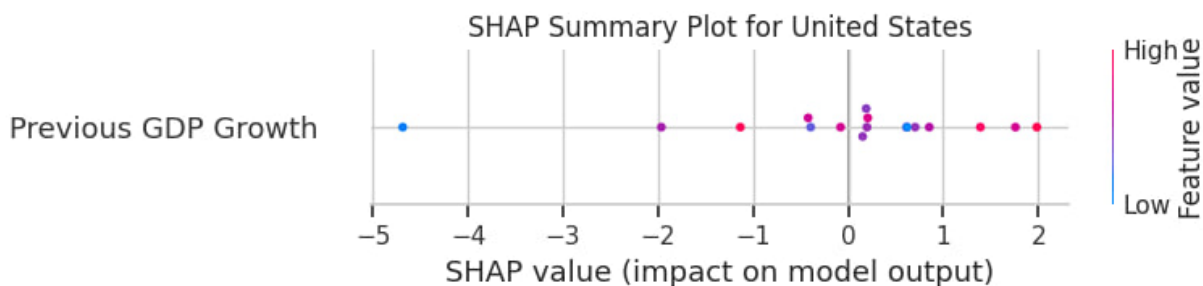


Рис. 3.14 Попередній ріст ВВП для Сполучених Штатів

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунку 3.14. Цей графік показує, що для Сполучених Штатів ознака Попереднє зростання ВВП впливає на результати моделі наступним чином: низькі значення переважно знижують прогноз, високі значення збільшують прогноз, але в більшості випадків цей вплив не є значним.

Економіка США значною мірою визначається споживанням домогосподарств та інвестиціями в технології та інновації. Хоча США часто мають дефіцит торговельного балансу, їхня велика та диверсифікована економіка компенсує його за рахунок інших чинників зростання.

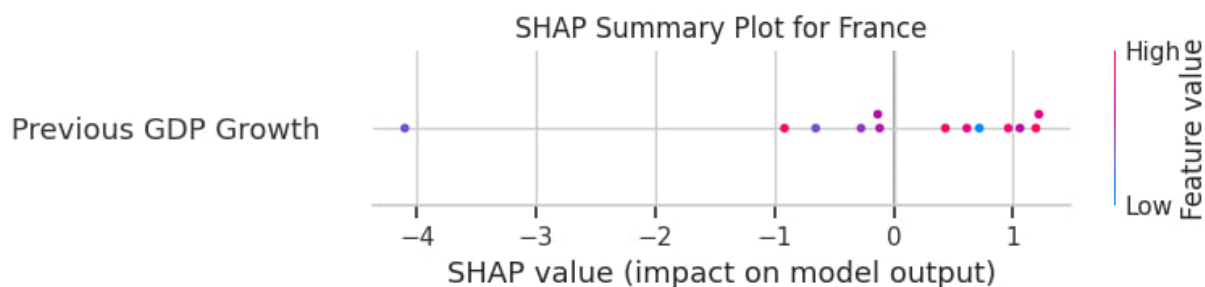


Рис. 3.15 Попередній ріст ВВП для Франції

Джерело: авторська розробка

Згідно Рисунку 3.15. Графік показує, що більшість значень SHAP для Попереднього зростання ВВП близькі до нуля, що свідчить про те, що ця ознака має відносно невеликий вплив на вихідні дані моделі для більшості спостережень.

Є декілька випадків, коли вплив значно більший, як у негативному, так і в позитивному напрямку, що вказує на те, що в деяких випадках попереднє зростання ВВП може мати значний вплив на прогноз.

Економіка Франції отримує вигоду від значних державних інвестицій в інфраструктуру та соціальні послуги. Високий рівень споживчих витрат підтримує економічне зростання.

Підсумовуючи, аналіз впливу цих показників на зростання ВВП країн G7 показує, що кожна країна має унікальні чинники економічного зростання. Однак спільні теми, такі як важливість попереднього зростання ВВП, інвестицій, споживання та державних витрат, є очевидними. Використання таких методів, як Shapley values, може ще більше поглибити наше розуміння, кількісно оцінивши внесок кожного фактора, що дозволить більш точно планувати економіку та формулювати політику.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У третьому розділі було здійснено детальний аналіз та моделювання економічних показників країн Великої сімки (G7) із застосуванням сучасних методів машинного навчання. Для виконання аналізу було використано дані Світового банку. Дані були попередньо оброблені та очищені для подальшого аналізу. Проведено візуалізацію даних, що дозволило виявити ключові тренди та аномалії у макроекономічних показниках країн G7.

Після був проведений статистичний аналіз, під час нього визначено кореляції між різними економічними індикаторами, що дозволило ідентифікувати ключові фактори, які впливають на економічне зростання та стабільність. Аналіз показав, що інвестиції в освіту та дослідницьку діяльність є одними з головних чинників економічного зростання.

Розроблено та протестовано кілька моделей машинного навчання, включаючи лінійну регресію, дерево рішень, випадковий ліс, метод векторів підтримки (SVM), метод К-ближніх сусідів (KNN), градієнтний бустінг, XGBoost та LightGBM. Проведено порівняльний аналіз моделей, який показав,

що методи ансамблевого навчання, такі як XGBoost та LightGBM, демонструють найвищу точність та продуктивність у прогнозуванні економічних показників.

Використання методів SHAP (SHapley Additive exPlanations) дозволило оцінити вплив окремих змінних на результати моделей, що забезпечує прозорість та інтерпретацію моделей. Аналіз результатів підтвердив, що висока інноваційна активність та значні інвестиції в дослідження та розвиток є основними драйверами зростання продуктивності.

Зазначено, що моделі машинного навчання можуть бути ефективно використані для прогнозування економічних показників і прийняття обґрунтованих рішень у сфері економічної політики.

Таким чином, проведений аналіз та моделювання надають глибоке розуміння економічних процесів у країнах G7 та допомагають розробити ефективні стратегії для їх подальшого економічного розвитку. Використання сучасних методів машинного навчання дозволяє не тільки підвищити точність прогнозів, але й забезпечує гнучкість та адаптивність моделей до змінюваних економічних умов.

ВИСНОВКИ

Дослідження показало, що для всіх країн G7 попереднє зростання ВВП є основним чинником, що впливає на прогнозоване зростання ВВП. Це свідчить про важливість історичних даних для прогнозування майбутніх економічних тенденцій.

Відповідно до ефективності моделей машинного навчання - різні моделі машинного навчання були проаналізовані для прогнозування річного зростання ВВП. Зокрема, ансамблеві методи, такі як Gradient Boosting і XGBoost, продемонстрували високу точність прогнозів і перевершили інші моделі за такими показниками, як середньоквадратична помилка (MSE) та коефіцієнт детермінації (R^2).

Рекомендується інтегрувати ефективні моделі, такі як Gradient Boosting і XGBoost, в існуючі аналітичні системи економічного прогнозування. Це дозволить автоматизувати процес аналізу, знизити ймовірність людської помилки та підвищити точність прогнозів.

Для підтримання актуальності прогнозів важливо регулярно оновлювати моделі та дані. Це дозволить моделям машинного навчання адаптуватися до змін у глобальній економіці та надавати більш точні прогнози. Періодична переоцінка моделей та їх параметрів також рекомендується для оптимізації продуктивності.

Зростаюча роль методів машинного навчання відкриває нові перспективи для розробки прогнозних моделей з високою точністю та адаптивністю, що сприяє розробці більш ефективних стратегій економічної політики.

В цілому, результати дослідження вказують на значний потенціал застосування методів машинного навчання для аналізу і прогнозування

економічних показників, що є критично важливим для економічної політики країн Великої сімки та глобальної економіки в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Valeria Terrones, Richard S.J. Tol. Relevance of financial development and fiscal stability in dealing with disasters in Emerging Economies. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.08078> (date of access: 07.05.2024).
2. Ivan Kitov. Real GDP per capita: global redistribution of economic power. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2103.10986> (date of access: 07.05.2024).
3. Jianhua Xu, Nanshan Ai, Yan Lu, Yong Chen, Yiyang Ling, Wenzhe Yue. Quantitative analysis on the disparity of regional economic development in China and its evolution from 1952 to 2000. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1806.10794> (date of access: 07.05.2024).
4. Gani Aldashev, Serik Aldashev, Timoteo Carletti. On Convergence in the Spatial AK Growth Models. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1401.4887> (date of access: 07.05.2024).
5. Ugochukwu Orji, Elochukwu Ukwandu. Machine Learning For An Explainable Cost Prediction of Medical Insurance. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2311.14139> (date of access: 07.05.2024).
6. Yu Shi, Jian Li, Zhize Li. Gradient Boosting With Piece-Wise Linear Regression Trees. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1802.05640> (date of access: 07.05.2024).
7. Fan Yang, Pierre Le Bodic, Michael Kamp, Mario Boley. Orthogonal Gradient Boosting for Simpler Additive Rule Ensembles. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.15691> (date of access: 07.05.2024).
8. Jinshan Zeng, Min Zhang, Shao-Bo Lin. Fully-Corrective Gradient Boosting with Squared Hinge: Fast Learning Rates and Early Stopping. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2004.00179> (date of access: 07.05.2024).
9. Renqian Luo, Xu Tan, Rui Wang, Tao Qin, Enhong Chen, Tie-Yan Liu. Accuracy Prediction with Non-neural Model for Neural Architecture Search. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2007.04785> (date of access: 07.05.2024).

10. Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57(1), 289-300.
11. Vaswani, A., et al. (2017). Attention is All You Need. ArXiv.
URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>.
12. Шевченко Н.Г, Лупан І.В. Моделювання з використанням панельних даних. Серія: Математичні науки. 2012.
13. O Bazhenova, (2016) Modelling the Impact of External Shocks on the Economy of Ukraine: DSGE Approach
14. MO Oksana Zhylynska, Olena Bazhenova, Ihor Chornodid, Terms of Trade and Industrialization: Case of Economies with Manufacturing Exports (2020)
15. <https://fgeerolf.com/data/wdi/index.html>
16. https://data.un.org/_Docs/WDIseries_2014_01_28.pdf
17. https://worlddataview.com/topics/economy/final_consumption_expenditure_percent_gdp
18. <https://stackoverflow.com/questions/55252888/multivariate-time-series-analysis-on-multiple-data-series>
19. Ordinary Least Squares Regression.
URL: <https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/ordinary-least-squares-regression>
20. Gross national expenditure. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.
URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.DAB.TOTL.CD>
21. Final consumption expenditure. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.
URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.TOTL.CD>
22. GDP growth. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.

URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>

23. GDP. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.

URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

24. GDP. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files.

URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>

25. Баженова О. В. Оцінювання стійкості дефіциту рахунку поточних операцій України: сучасні тенденції. Бізнес- Інформ. Київ, 2017. 170-177 с.

26. Hervey J., Merkel L. A record current account deficit: Causes and implications. Journal of Economic Perspectives. Federal Reserve Bank of Chicago. P. 2-13. URL:

<https://core.ac.uk/download/pdf/6793244.pdf>

27. Current account balance. International Monetary Fund, Balance of Payments Statistics Yearbook and data files.2019. URL:

<https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

28. Eurozone: Carrying Out Agreed Policies Can Help Restore Confidence. International Monetary Fund.

URL: <https://www.imf.org/external/np/exr/key/advanced.htm>

29. Potters C. What Is Economic Growth. Investopedia staff.2021.

URL: <https://www.investopedia.com/terms/e/economicgrowth.asp>

30. Kramer L. How Importing and Exporting Impacts the Economy. 2020.

URL: <https://www.investopedia.com/articles/investing/100813/interesting-facts-about-imports-and-exports.asp>

31. Amadeo K. Economic Growth, Its Measurements, Causes, and Effects. 2020.

URL: <https://www.thebalance.com/what-is-economic-growth-3306014>

32. Factors that Affect the Economic Growth of a Country. Article Shared by Nitisha.

URL:<https://www.economicdiscussion.net/economic-growth/5-factors-that-affect-the-economic-growth-of-a-country/4199>

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента 4 курсу спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економічна кібернетика»

Линька Павла Юрійовича

- 1. Тема роботи:** «Аналіз чинників економічного зростання у країнах Великої сімки»
- 2. Термін завершення роботи:** 02.06.2024 року
- 3. Попередній захист роботи:** 03.06.2024 року
- 4. Об'єкт дослідження:** економічне зростання країн Великої сімки (G7) та фактори, що його визначають.
- 5. Предмет дослідження:** економіко-математичні моделі, які використовуються для аналізу та прогнозування економічного зростання країн G7.
- 6. Мета дослідження:** виявлення ключових чинників, що впливають на економічне зростання країн G7, та розробці рекомендацій для покращення економічної політики цих країн.
- 7. Завдання дослідження:**
 - 7.1. Аналіз економічних моделей країн G7 та порівняльний аналіз їх ефективності.
 - 7.2. Виявлення основних чинників економічного зростання в країнах G7.
 - 7.3. Оцінка поточних викликів та перспектив економічного розвитку країн G7.
 - 7.4. Розробка рекомендацій щодо економічної політики, спрямованих на покращення економічного зростання

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент Баженова Олена Володимирівна

(підпис)

Студент: Линько Павло Юрійович

(підпис)

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики
протокол № 4 від 22.11.2023 р.

Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№	Етапи роботи	Терміни виконання	Відмітка керівника про виконання
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи бакалавра	02.10.2023	
2	Розробка та затвердження завдання кваліфікаційної роботи бакалавра	20.11.2023	
3	Написання та редагування вступу	28.11.2023	
4	Написання та редагування розділу 1	15.12.2023	
5	Написання та редагування розділу 2	04.02.2024	
6	Написання та редагування розділу 3	15.04.2024	
7	Написання та редагування висновку	15.05.2024	
8	Складання переліку джерел	16.05.2024	
9	Подання готової роботи науковому керівнику	24.05.2024	
10	Подання роботи до попереднього захисту	03.06.2024	

Науковий керівник: кандидат економічних наук,
доцент Баженова Олена Володимирівна

Студент: Линько Павло Юрійович