

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Економічний факультет
Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
«Моделювання впливу корупційних ризиків на сталий економічний
розвиток України»

студентки 4 курсу
спеціальності 051 «Економіка»
ОПП «Економічна кібернетика»
денної форми навчання
Петриченко Анни Ігорівни

Науковий керівник:
кандидат економічних наук,
доцент
Федоренко Ірина Костянтинівна

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 5 червня 2024 р., протокол № 15
Завідувач кафедри:
доктор економічних наук, професор
Ляшенко Олена Ігорівна

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 68 ст., 44 рис., 3 табл., 42 джерела.

Ключові слова: корупція, сталий економічний розвиток, прогнозування, корупційні показники, економічні показники, рівняння регресії, регресійні моделі, нейронна мережа, кореляційний аналіз.

Об'єкт дослідження: вплив корупційних ризиків на основні економічні показники пострадянських країн та окремо України.

Мета дослідження: проаналізувати вплив корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України та зробити висновки щодо стратегії боротьби з корупцією.

Методи дослідження: комплексний методологічний підході, що поєднує кілька методів аналізу та моделювання (регресійний аналіз, кореляційний аналіз, економіко-математичне моделювання, машинне навчання).

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: в роботі застосоване комплексне дослідження, яке поєднує дві групи показників для оцінки впливу корупції на економічний розвиток країни, що дозволяє значно глибше зрозуміти взаємозв'язок цього явища з економікою. А використання різних методів і моделей (моделі регресії, лінійні моделі, моделі машинного навчання) для прогнозування ВВП та Державного боргу можна назвати новим підходом, що дозволяє знайти оптимальну, а отже і найбільш ефективну стратегію для прогнозування за заданих умов. Окрім цього дана робота розширює теоретичні знання про вплив корупції на економіку, додаючи нові емпіричні дані та моделі, які показують як можуть змінюватися економічні показники в залежності від корупційних.

Практична цінність: результати, отримані в даній роботі можуть послугувати інструментом економічного планування та прогнозування, допомагаючи передбачити наслідки конкретних корупційних ризиків та вживати відповідні заходи, щоб запобігати ним. Окрім цього дослідження може бути використане при розробці стратегій боротьби з корупцією в Україні та покращенні економічного становища, а також бути корисним НАЗК.

RESUME

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics

Key words: corruption, sustainable economic development, forecasting, corruption indicators, economic indicators, regression equations, regression models, neural network, correlation analysis.

The graduation research of student Petrychenko Anna deals with modeling the influence of corruption risks on the sustainable economic development of Ukraine.

The work is interesting for application of a comprehensive study that combines two groups of indicators to assess the impact of corruption on the economic development of the country, which allows for a much deeper understanding of the relationship between corruption and the economy. And the use of various methods and models (regression models, linear models, machine learning models) for forecasting GDP and public debt can be called a new approach that allows you to find the optimal, and therefore the most effective strategy for forecasting under the given conditions. In addition, this work expands theoretical knowledge about the impact of corruption on the economy, adding new empirical data and models that show how economic indicators can change depending on corruption indicators.

The practical value is that the results obtained in this work can serve as a tool for economic planning and forecasting, helping to predict the consequences of specific corruption risks and take appropriate measures to prevent them. In addition, this research can be used in the development of strategies to fight corruption in Ukraine and improve the economic situation, as well as be useful to the National Agency for the Prevention of Corruption in Ukraine.

Pages 68, tables 3, bibliog. 42, figures 44.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. Корупція та її вплив на сталий економічний розвиток. Корупційні ризики.	8
1.1. Визначення корупції, її форми та причини виникнення	9
1.2. Вплив корупції на економіку та інвестиційний клімат	10
1.3. Світовий досвід боротьби з корупцією та його уроки для України	13
1.4. Законодавча база та інституційні механізми протидії корупції в Україні	14
Висновки до 1 розділу.....	15
РОЗДІЛ 2. Теоретико-методологічні засади моделювання взаємозв'язку рівня корупції та економічних показників країни	16
2.1. Соціально-економічні та політичні фактори, що сприяють корупції	16
2.2. Огляд економічних показників та їх ролі в розвитку країни	17
2.3. Основні існуючі моделі і методи дослідження впливу корупційних ризиків на економіку країни	21
Висновок до розділу 2.....	24
РОЗДІЛ 3. Моделювання впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України.....	25
3.1 Дослідження у середовищі Kaggle	25
3.1.1. Опис використаних для моделювання показників	25
3.1.2. Підготовка даних	26
3.1.3. Кореляційний аналіз.....	27
3.1.4 Побудова моделей та прогнозування значень ВВП для пострадянських країн	32

3.1.5. Побудова моделей та прогнозування значень ВВП для України	41
3.2. Моделювання та прогнозування ВВП у RStudio	45
3.3. Моделювання та прогнозування Державного боргу в RStudio	53
3.4. Аналіз існуючих звітів та опитувань стосовно корупції в Україні	56
Висновок до розділу 3	60
ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	65

ВСТУП

В сучасному світі, де економічні та політичні процеси взаємодіють на найвищому рівні, проблема корупції стала актуальною не лише для окремих країн, але й для міжнародної спільноти в цілому. Рівень корупції визначається великою кількістю факторів та економічних показників країни.

Однією з головних причин, які роблять цю тему важливою, є вплив корупції на сталий економічний розвиток країни. Наукові дослідження переконливо демонструють, що високий рівень корупції призводить до негативних економічних наслідків. Корупція веде до невпевненості в інвестиціях, зменшує конкурентоспроможність підприємств та гальмує економічний розвиток. Таким чином, вивчення взаємозв'язку між рівнем корупції та економічними показниками країни стає важливою задачею для розуміння причин та можливих шляхів уникнення негативних наслідків.

Ще однією актуальною причиною вивчення даної теми є можливість розробки ефективних стратегій боротьби з корупцією на основі здобутих знань. Розуміння того, як різні учасники процесів взаємодіють у грі, дозволяє розробляти політики та заходи, спрямовані на зменшення корупції та покращення економічних показників. Впровадження ефективних стратегій боротьби з корупцією може допомогти створити сприятливі умови для сталого економічного зростання та підвищення добробуту громадян.

Об'єкт дослідження: вплив корупційних ризиків на основні економічні показники пострадянських країн та окремо України.

Предмет дослідження: методи та моделі впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток країни.

Мета і завдання дослідження: проаналізувати вплив корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України та зробити висновки щодо стратегії боротьби з корупцією.

Комплексний методологічний підхід для виконання поставленого завдання передбачає вирішення наступних завдань:

- проаналізувати теоретико-методологічні засади дослідження даної теми;

- дослідити вплив корупційних показників, побудувати моделі та визначити найкращу;
- застосувати моделі окремо для України;
- спрогнозувати економічні показники на 2023 рік.

Методи дослідження: вивчення взаємозв'язку між рівнем корупції та економічними показниками країни буде базуватися на комплексному методологічному підході, що поєднує кілька методів аналізу та моделювання (регресійний аналіз, економіко-математичне моделювання, використання інформаційних технологій).

Інформаційна база дослідження складається з досліджень вченими питань зв'язку корупції з економічним розвитком країн, різні наукові роботи та опитування з досліджуваної теми, бази даних міжнародних джерел та українські статистичні дані.

РОЗДІЛ 1. Корупція та її вплив на сталий економічний розвиток.

Корупційні ризики.

Корупція є однією з найбільш серйозних проблем, що зумовлює економічні та соціальні виклики у всьому світі, особливо актуальною вона є для посттрансформаційних країн, в тому числі і для України. Корупція не лише підриває демократичні інституції та правовий порядок, але й створює значні перешкоди для сталого економічного розвитку.

З поняттям корупції тісно пов'язані різноманітні її форми, які включають в себе як прямі хабарі та непрозорі фінансові операції, так і більш складні схеми, такі як незаконне впливання на політичні рішення. Ефективне виявлення та оцінка рівня корупції вимагає застосування комплексних методів, здатних охопити широкий спектр її проявів.

Важливим є визнання впливу корупції на економічне зростання та розвиток. Негативні наслідки корупції зачіпають не тільки безпосередньо економіку країни, знижуючи рівень інвестицій і спотворюючи ринкову конкуренцію, але й посилюють соціальну нерівність, підривають довіру громадян до державних інституцій.

Зарубіжний досвід у галузі боротьби з корупцією може слугувати важливим джерелом навчання для України, пропонуючи приклади успішних стратегій та інструментів, які можуть бути адаптовані до місцевих реалій. Розгляд різних моделей та підходів дозволяє з більшою впевненістю виробити комплексну систему протидії корупції.

На законодавчому рівні в Україні було здійснено низку реформ, спрямованих на посилення прозорості діяльності державних установ і боротьбу з корупційними проявами на різних рівнях. Попри певний прогрес, залишається багато викликів, зокрема щодо впровадження ефективних механізмів контролю та відповідальності.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що питання корупції та її впливу на сталий економічний розвиток в Україні вимагає комплексного підходу, що включає як поглиблене дослідження проблеми у всій її багатогранності, так і розробку ефективних стратегій протидії з урахуванням найкращого національного та міжнародного досвіду.

1.1. Визначення корупції, її форми та причини виникнення

У сучасному світі корупція розглядається як один із головних бар'єрів на шляху до сталого економічного розвитку будь-якої країни. Значення цієї проблеми актуальне і для України, де корупційні процеси мають глибокі корені та значно впливають на економічні перспективи держави. Визначення корупції та її форм є першочерговим кроком у розумінні масштабів та можливостей впливу на процеси сталого розвитку.

У широкому контексті, корупцію можна визначити як зловживання владою, невідповідність встановленим нормам та законам у публічних або приватних справах з метою особистого збагачення чи отримання неправомірних переваг.[11] Це може включати в себе хабарництво, використання державних ресурсів у своїх інтересах, фальсифікацію документів, та інші форми недобросовісної поведінки. Це явище часто виникає в умовах слабких інституцій, низької прозорості та відсутності відповідальності.

Корупція розподіляється на різні типи залежно від сфери її прояву та рівня, на якому вона відбувається. Ми розрізняємо петті (дрібну) корупцію, яка включає невеликі хабарі та відбувається на нижчих рівнях влади, і гранд (велику) корупцію, що характеризується великими хабарниками і відбувається на високих рівнях уряду та адміністрації. Ще однією формою є корпоративна корупція, яка має місце у приватному секторі.

Картье-Брессон (1999) припустив 5 економічних умов, які викликають процвітання корупції в державі. Перша – наявний природний ресурс, який можна експлуатувати (наприклад, газ чи нафта), який дає «волю» державним органам влади отримувати прибутки. Друга – низька заробітна плата державного сектора, яка сприяє великій кількості низькорівневих хабарів. Третя – загальний дефіцит державних активів відносно попиту надає можливості до неформального нормування через хабарництво. Четверта умова – занадто сильне державне втручання, а саме: протекціонізм, контроль цін, валютний контроль, ліцензування імпорту), яка особливо характерне для країн, що розвиваються відкриває багато можливостей для корупції. І остання п'ята умова – країни перехідної економіки

мають багато проблем під час проведення приватизації і створення відповідної ринкової системи, що призводить до розквіту корупції.[15]

Продовжуючи тему факторів виникнення корупції, Міжнародний валютний фонд визначає наступні: приватизація окремих галузей економіки, втручання держави в економіку, лібералізація політики. Це може відбуватися в різних областях:

- торгівельні обмеження та бар'єри, які усувають іноземну конкуренцію та надають місце напівмонополії вітчизняних гравців ринку;
- втручання уряду у контроль цін, який занижує її на певні товари та послуги;
- низькі заробітні плати державних службовців у порівнянні з приватним сектором, які призводять до незаконної компенсації цієї різниці за допомогою хабарів;
- отримання субсидій та державних грантів організаціями, які законно не є їх отримувачами.

Саме тому надлишок влади і можливостей регулювання правил, які мають законодавці призводить до нечесної роботи та хабарів.

1.2. Вплив корупції на економіку та інвестиційний клімат

До 80-их років 20 століття корупція досліджувалася спеціалістами зі сфер соціології, політології, історії та кримінального права. І лише після 80-их років економісти теж звернули свою увагу на дану тему через її зв'язок з економічними показниками.

На даний момент існує вже багато теоретичної та емпіричної літератури на тему впливу корупції на економіку країни, її сталий економічний розвиток, і вона є досить жвавою. Результати усіх досліджень за останні 40 років не можна назвати однозначними, оскільки деякі автори дотримують думки, що між корупцією та економічним ростом є значний позитивний зв'язок. Інші ж дослідники вважають, що корупція несе за собою лише занепад економіки і не може й бути мови про позитивний зв'язок між цими поняттями.

До першої групи дослідників можна віднести Леффа (1964), який вважав, що корупція допомагає адміністрації працювати «більш гладко». Точніше, вивів

гіпотезу, що корупція може бути ефективною, якщо компанії будуть обходити неефективне надання державних послуг, сильну бюрократію та жорсткі закони, даючи хабарі. Цю гіпотезу називають «азіатським парадоксом», оскільки у багатьох країнах Східної Азії наявний позитивний зв'язок між корупцією та економічним зростанням (Рок & Боннет, 2004; Лі та Ву, 2007). Фрідріх (1972) казав, що хабарництво здатне пришвидшувати багато процесів та обійти неефективні правила за низьку ціну, а Най, що корупція слугує полегшувальним механізмом для інвестицій та економічного зростання. [15-19]

У другій групі є Мауро (1995), який у своїй праці «Корупція та зростання» вказав, що через корупцію скорочуються інвестиції, а це, в свою чергу, призводить до сповільнення економічного зростання. Для цього він провів емпіричний аналіз зв'язку цих показників для 58 країн, де визначав змінну «корупція» як сумнівні платежі бізнес-операцій та ступінь корупції. Також Вінод провів дослідження, у якому визначив, що хабар у розмірі в 1 долар зазвичай завдає збиток економіці в 1,67 долара. Інший дослідник, а саме Мо відслідковував зв'язок між корупцією та зростанням ВВП і результати його були наступні: приріст рівня корупції на 1 відсоток скорочує зростання на 0,72 відсотка, а також виявив, що політична нестабільність є одним з основних засобів, через які корупція впливає на ріст економіки. Отже, ця група вважає, що корупція змінює цілі уряду, зміщує ресурси з задоволення суспільних потреб на приватні, а також відлякує приватні інвестиції, створює соціальне невдоволення та політичні заворушення. [20-22]

Узагальнюючи всі ці дослідження можна зазначити основний вплив корупції на економіку:

- розквіт тіньової економіки, пов'язаний з тим, що до бюджету будеходити менше податків і призведе до погіршення проблем у соціумі щодо невиконання бюджетних зобов'язань;
- погіршення інвестиційного клімату через зростання недовіри інвесторів, що призводить до обмеження потенціалу економічного росту, спаду виробництва і тд.;

- викривлення конкурентних механізмів, порушення принципів вільної та справедливої конкуренції, оскільки виграш може отримати той, хто законно його не заслуговує;
- зростання витрат підприємств пов'язані зі стиканням з додатковими витратами через вимушені хабарницькі платежі або необхідністю укласти корупційні угоди для ведення бізнесу;
- гальмування інфраструктурних реформ, таких як будівництво доріг чи розвиток освітніх систем, що є ключовими для економічного розвитку;
- зменшення кількості нових приватних власників, викликане порушеннями приватизації, підкупом чиновників та фейковими банкрутствами;
- сприяння соціальній нерівності, коли певні групи чи особи отримують неправомірні переваги, а інші опиняються в не вигідному положенні.

Окрім цього, незаконна діяльність корупціонерів справляє негативний вплив на соціальний розвиток. Середовище, де корупція стає нормою, призводить до втрати довіри громадян до державних інституцій. Це може підірвати соціальну стабільність та загрожувати утриманню рівноваги в суспільстві.

Боротьба з корупцією стає не лише економічним, але і соціальним пріоритетом для будь-якої країни, що прагне до сталого розвитку. Досягнення стійкого економічного розвитку передбачає впорядкування та покарання корупційних практик, збільшення прозорості влади, та створення умов для розвитку конкурентоспроможного бізнес-середовища.

Методологічний підхід для аналізу взаємозв'язку рівня корупції та економічних показників включає в себе використання різних наукових методів. Економетричні моделі служать інструментом для статистичного оцінювання впливу корупції на економіку, дозволяючи кількісно виміряти цей взаємозв'язок. Теорія ігор використовується для розуміння стратегічних взаємодій між учасниками, враховуючи корупційні елементи. Вивчення великих даних дозволяє виявити патерни та тенденції в цьому взаємозв'язку. Цей комплексний підхід допомагає не лише аналізувати фактичні явища, а й розуміти механізми, які лежать в основі взаємозв'язку між корупцією та економічними показниками країни.

1.3. Світовий досвід боротьби з корупцією та його уроки для України

У боротьбі з корупцією необхідно враховувати світовий досвід, який включає різноманітні стратегії та підходи до розв'язання цієї проблеми. Зокрема, аналіз іноземних методів боротьби з корупцією, їх ефективність та можливість адаптації до українських реалій є ключовим для розробки дієвої антикорупційної політики. Корупція є масштабним явищем, яке вражає багато країн, проте деякі з них демонструють приклади успішних реформ, спрямованих на зменшення рівня корупції і підвищення прозорості державного управління.

В одному з джерел описано досвід країн, які досягли значних успіхів у боротьбі з корупцією завдяки реалізації комплексних програм, що включають посилення законодавчої бази, зміцнення правоохоронних органів, підвищення рівня прозорості державних закупівель, створення спеціальних антикорупційних органів та активне залучення громадськості до контролю за владою. Така багатоаспектна стратегія дозволяє не лише виявляти та карати корупційні дії, а й мінімізувати умови для їх виникнення в майбутньому. [31]

Згідно з іншим джерелом, важливу роль відіграє міжнародне співробітництво у боротьбі з корупцією, особливо в контексті глобалізації та транснаціонального характеру багатьох корупційних схем. Співпраця на міждержавному рівні, обмін інформацією між правоохоронними органами та створення міжнародних антикорупційних угод забезпечують більш ефективне виявлення та переслідування корупційних злочинів. Такий підхід також сприяє уніфікації антикорупційної політики на міжнародному рівні та забезпечує підтримку країнам, що реформують свою антикорупційну політику. [32]

Отже, успішна боротьба з корупцією вимагає врахування міжнародного досвіду та адаптації дієвих іноземних практик з урахуванням специфіки та потреб України. Акцент робиться на необхідності інтегрованого підходу, що охоплює законодавчі, інституційні та суспільні аспекти. Особлива увага приділена також зміцненню міжнародної взаємодії у сфері боротьби з корупцією. Такий підхід дозволяє не лише формувати ефективну антикорупційну стратегію на національному рівні, а й

забезпечує використання кращих світових практик для подолання цього глобального виклику.

1.4. Законодавча база та інституційні механізми протидії корупції в Україні

В останні десятиліття питання боротьби з корупцією набуло особливої актуальності для України, що переживає період глибоких соціально-економічних реформ. Корупція значно уповільнює процеси сталого економічного розвитку, впливаючи на інвестиційний клімат та загальний соціальний добробут. У контексті пошуку ефективних механізмів протидії корупції, значну увагу приділяється законодавчій базі та інституційним механізмам.

Основу законодавчого регулювання в Україні складає низка законів та нормативних актів, серед яких варто виділити Закон України "Про запобігання корупції", який визначає правові та організаційні засади запобігання та протидії корупції, а також окреслює повноваження органів державної влади в цій сфері. Важливим етапом у боротьбі з корупцією стало створення спеціалізованих антикорупційних органів, таких як Національне антикорупційне бюро України (НАБУ) та Вища антикорупційна судова інстанція, які мають значні повноваження у виявленні, розслідуванні та судовому переслідуванні корупційних злочинів.

У свою чергу, запровадження електронного декларування доходів державних службовців є однією з ключових антикорупційних ініціатив, яка сприяє підвищенню прозорості та зменшенню корупційних ризиків у державному секторі. Ця система дозволяє виявити незаконне збагачення та конфлікти інтересів серед високопосадовців, що є важливим кроком до побудови ефективної антикорупційної екосистеми.

Однак, незважаючи на значний прогрес у законодавчому забезпеченні та створенні інституціональної бази протидії корупції, є ряд проблем і викликів, з якими Україна продовжує стикатися. Це включає недостатній рівень координації між антикорупційними органами, обмежені ресурси для проведення розслідувань та тиск на активістів антикорупційного руху.

Можна зробити висновок, що законодавча база та інституційні механізми є фундаментальними елементами боротьби з корупцією в Україні, що спрямовані на

підвищення ефективності антикорупційної політики та створення стримуючих чинників для запобігання корупційних дій. Тим не менш, для досягнення значущих результатів потрібна комплексна дія, що включала б не лише законодавчі, але й соціальні, економічні та культурні зміни в суспільстві.

Висновки до 1 розділу

У даному розділі була розглянута проблема корупції та її вплив на сталий економічний розвиток загалом та в Україні. Були розглянуті різні форми корупції, а саме: дрібну, велику та корпоративну, а також економічні умови, які сприяють її поширенню. Приділено увагу негативним наслідкам корупції на економіці, серед яких: погіршення інвестиційного клімату, поширення тіньової економіки, спотворення ринкової конкуренції, зростання соціальної нерівності та підрив довіри до державних інституцій. Також було досліджено користь застосування Україною іноземного досвіду боротьби з корупцією. Була згадана і проаналізована законодавча база та інституційні механізми протидії корупції, які вже наявні та показали певний прогрес, та підмічені наявні проблеми і виклики. Отже, для успішної боротьби з корупцією необхідно застосувати комплексний підхід, який зможе поєднати суспільні, інституційні та законодавчі аспекти та врахувати ефективні міжнародні практики.

РОЗДІЛ 2. Теоретико-методологічні засади моделювання взаємозв'язку рівня корупції та економічних показників країни

У сучасному світі корупція розглядається як один із значних бар'єрів на шляху сталого розвитку економіки будь-якої країни. В контексті України, де корупційні прояви мають місце на різних рівнях управління та економічного регулювання, розуміння механізмів впливу цієї проблеми на економічний розвиток видається особливо актуальним. Виявлення та аналіз цього комплексного феномена спрямовані на вивчення корупції, її причин виникнення, а також на оцінку її впливу на ключові економічні показники.

Вивчення корупції та її витоків передбачає аналіз різноманітних теорій, які пояснюють як причини її виникнення, так і фактори, що сприяють її розповсюдженню. Соціально-економічні та політичні умови, в яких формується корупція, були детально розглянуті з метою з'ясування їх впливу на систему державного управління та економіку в цілому.

Значна увага приділена аналізу наслідків корупції для сталого економічного розвитку України. Особливо акцентовано на впливі корупційних дій на ВВП, інвестиційний клімат та інші важливі економічні індикатори, що підкреслює перешкоди для розвитку економіки, викликані корупційними діями.

Важлива складова дослідження - це аналіз існуючих моделей та методів вивчення взаємозв'язку між корупційними ризиками та економікою. Розглянуто економетричні моделі, які дозволяють виявляти та оцінювати зазначені взаємозв'язки, а також використання кейс-стаді та штучного інтелекту як інноваційних підходів до аналізу корупції. Це відкриває нові можливості для розуміння та протидії корупційним процесам.

2.1. Соціально-економічні та політичні фактори, що сприяють корупції

У сучасних дослідженнях велика увага приділяється аналізу факторів, що сприяють розвитку корупції, яка впливає на сталий економічний розвиток країни. Серед основних причин виникнення та ескалації корупції, соціально-економічні та політичні фактори займають особливе місце. Вони зумовлюють загальну атмосферу у суспільстві, в якій корупція може розцвітати або бути мінімізована.

Серед соціально-економічних факторів особлива увага приділяється рівню життя населення та розміру доходів. Зазначається, що низький рівень доходів може спонукати до вчинення корупційних діянь з метою покращення матеріального стану. До того ж, велике розшарування між багатими та бідними створює сприятливе середовище для корупції, оскільки це збільшує мотивацію до незаконного збагачення.

Політичні фактори також грають значну роль у формуванні корупційного середовища. Нестабільність політичної системи, слабка виконавча влада, недосконалість законодавства та його неоднозначне застосування є сприятливими умовами для поширення корупції. Крім того, відсутність прозорості у діяльності державних інститутів та низький рівень громадської участі у прийнятті рішень веде до зростання корупційних дій.

Значний вплив на розвиток корупції має система цінностей суспільства. Толерантність до корупції, низький рівень правової свідомості населення та відсутність ефективних механізмів соціального контролю значно ускладнюють боротьбу з корупцією.

Підсумовуючи, соціально-економічні та політичні фактори створюють умови, при яких корупція може стати значною перешкодою для сталого економічного розвитку. Розуміння цих факторів є ключовим для розробки ефективних антикорупційних стратегій та заходів і сприяє сталому розвитку економіки.

2.2. Огляд економічних показників та їх ролі в розвитку країни

Поглиблення розуміння економічних процесів передбачає аналіз ключових економічних показників та їх впливу на динаміку розвитку країни. Ці показники виступають не лише як необхідна складова економічного аналізу, але й як інструмент, що дозволяє розкрити та розібратися у складних механізмах, які визначають темпи росту та стабільність економічного прогресу.

Валовий внутрішній продукт (ВВП) є ключовим економічним показником, який не лише відображає обсяг виробництва та економічної активності в країні, але й відображає її загальний економічний стан. ВВП розглядається як сукупна вартість усіх товарів та послуг, створених в межах країни протягом певного періоду. Аналіз

ВВП дозволяє не лише виміряти розмір економіки, але і визначати темпи її зростання чи спаду. Однак, щоб зрозуміти справжній контекст економічного розвитку, важливо враховувати структуру ВВП. Розкриття основних галузей, які найбільше сприяють ВВП, та їх взаємозв'язок дозволяє визначити, які сфери діяльності становлять основний внесок у розвиток країни. Динаміка ВВП також відображає ефективність економічних політик та їх вплив на добробут громадян. Зміни в ВВП можуть вказувати на проблеми у виробництві, споживчій активності чи ефективності використання ресурсів. Формула обчислення ВВП досить стандартна і визначається як сума вартості всіх товарів та послуг, вироблених в межах країни протягом певного періоду часу. Основна формула виглядає наступним чином:

$$\text{ВВП} = C + I + G + (X - M),$$

де: C - споживання;

I - інвестиції;

G - державні витрати на утримання армії, органів МВС, освіти, науки, культури, охорони здоров'я, апарату управління;

X - експорт;

M - імпорт.[13]

Важливо, також, розуміти різницю між реальним і номінальним ВВП. Номінальний ВВП враховує поточні ціни товарів і послуг, тоді як реальний ВВП використовує базовий рік цін для вилучення впливу інфляції.

Рівень безробіття, як ключовий економічний показник, несе в собі глибокий контекст економічної ситуації та соціальних трансформацій у країні. Цей показник відображає не лише кількість людей, які не мають роботи, але і динаміку зайнятості, яка визначає стабільність економічного середовища та рівень довіри громадян до системи працевлаштування. Високий рівень безробіття може бути наслідком економічних криз, структурних змін у виробництві чи низької конкурентоспроможності на ринках праці. Це може призвести до соціальної напруги, зростання бідності та загрози соціальній стабільності. З іншого боку, низький рівень безробіття може вказувати на ефективність економічних політик та

позитивну динаміку розвитку. Рівень безробіття можна обчислити за допомогою різних показників та формул. Основною формулою є співвідношення кількості безробітних до активного населення.

$$\text{Рівень безробіття (\%)} = (\text{Кількість безробітних} \div \text{Активне населення}) \times 100$$

Ключовими показниками рівня безробіття є: кількість безробітних (кількість осіб, які активно шукають роботу та готові працювати, але не можуть знайти зайнятість), активне населення (це сума безробітних та зайнятих осіб, активне населення включає всіх, хто здатен та бажає працювати) та рівень участі в робочій силі (що є відношенням активного населення до загальної кількості людей у віці працездатності, це зазвичай від 16 до 64 років).

$$\begin{aligned} \text{Рівень участі в робочій силі (\%)} &= \\ &= (\text{Активне населення} \div \text{Загальна кількість людей у віці працездатності}) \times 100 \end{aligned}$$

Важливо також враховувати типи безробіття (структурне, циклічне, фрикційне) та його взаємозв'язок із загальним економічним становищем.[13]

Індекс інвестиційного клімату (ІІК) є не менш важливим показником, що визначає привабливість країни для іноземних та внутрішніх інвестицій. Цей індекс базується на ряді факторів, від політичної стабільності та правового клімату до наявності інфраструктури та рівня корупції. Висока оцінка індексу інвестиційного клімату може вказувати на сприятливі умови для бізнесу та розвитку, стимулюючи притік капіталу в економіку країни. Такий потік інвестицій не лише сприяє економічному зросту, але і створює нові робочі місця, сприяє інноваціям та підвищує загальний рівень життя. Проте, низька оцінка індексу може визивати недовіру інвесторів та гальмувати розвиток. Фактори, такі як непрозорість влади, висока бюрократія та нестабільність правової системи, можуть викликати сумніви щодо безпеки інвестицій. Для глибокого розуміння індексу інвестиційного клімату, важливо аналізувати його складові частини, визначати та усувати проблеми, що перешкоджають ефективному притягненню інвестицій. Такий аналіз допомагає розробляти політики, спрямовані на створення сприятливого середовища для інвестицій та забезпечення сталого економічного зростання. Індекс інвестиційного клімату зазвичай обраховується за формулою:

$$ІК = \omega_1 \cdot F_1 + \omega_2 \cdot F_2 + \dots + \omega_n \cdot F_n ,$$

де: F_1, F_2, \dots, F_n - окремі фактори (наприклад, стабільність, правова система, інфраструктура);

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ - вагові коефіцієнти, які відображають важливість кожного фактора.[13]

Також, слід враховувати індекс конкурентоспроможності, який визначає ефективність економічних структур та їх готовність конкурувати на світовому ринку. Цей індекс враховує різні аспекти, включаючи якість інфраструктури, інноваційний потенціал, освіту та навички робочої сили, ефективність ринку праці та інші фактори, що впливають на конкурентоспроможність країни. Оцінка індексу конкурентоспроможності є важливою для визначення сильних та слабких сторін економіки країни. Вона не лише вказує на її готовність до конкуренції, але і визначає ті сфери, де можливі удосконалення. Висока конкурентоспроможність свідчить про ефективне використання ресурсів та здатність адаптуватися до змін в глобальному економічному середовищі. З іншого боку, низька конкурентоспроможність може бути результатом нестабільності, недостатньої інфраструктури чи відсутності інновацій.

Формула для обчислення індексу конкурентоспроможності збігається з формулою обчислення індексу інвестиційного клімату, але слід визначати ключові фактори, які впливають на конкурентоспроможність. Це може включати економічну продуктивність, інновації, інфраструктуру, готовність ринку, якість вищої освіти та інші аспекти. Аналіз індексу конкурентоспроможності дозволяє розробляти стратегії для покращення позицій країни на глобальному економічному просторі, сприяючи її сталому розвитку та зміцненню національного бізнес-середовища.

Окрім цього, не слід забувати і про індекс людського розвитку (ІЛР). Він представляє собою важливий інструмент для визначення рівня розвитку країни, орієнтованого не лише на економічні аспекти, але й на якість життя та соціальний прогрес. Цей індекс враховує такі критерії, як тривалість життя, освіта та доходи громадян. Аспект тривалості життя не лише відображає медичний прогрес, але і свідчить про якість системи охорони здоров'я та життєздатність нації. Чим вищий

показник тривалості життя, тим ефективніше країна забезпечує своїм громадянам умови для тривалого та здорового існування. Освіта, яка є іншим компонентом ІЛР, визначає рівень інтелектуального та культурного розвитку нації. Вищий рівень освіти не лише забезпечує індивідуальні можливості, але й впливає на інновації, науковий прогрес та ефективність працівників на ринку праці. Третій аспект ІЛР — доходи громадян. Визначаючи рівень доходів, індекс враховує не лише матеріальне становище, але і рівність в розподілі доходів в суспільстві. Індекс людського розвитку відображає не лише економічні досягнення, він також спрямований на створення умов для повноцінного та задовільного життя громадян. Зазвичай даний індекс обраховується за наступною формулою:

$$ІЛР = (ІПРД \times ІТЖ \times ІОР) ,$$

де: ІПРД - індекс продовольчого рівня доходу (враховується у вигляді реального ВВП на душу населення, цей показник відображає рівень доходу та економічного розвитку);

ІТЖ - індекс тривалості життя (зазвичай використовується середнє тривання життя при народженні);

ІОР - індекс освітнього рівня (враховується за допомогою двох основних показників: середня тривалість навчання і сприйнятливість вищої освіти).[12]

Отже, економічні показники визначають стратегічні напрямки розвитку та допомагають визначити переваги та недоліки економічної системи. Аналіз цих показників дозволяє розробляти ефективні економічні політики, спрямовані на покращення конкурентоспроможності, забезпечення сталого росту та соціального благополуччя. Вивчення економічних показників необхідно для створення комплексних стратегій, спрямованих на досягнення сталого розвитку та підвищення якості життя громадян.

2.3. Основні існуючі моделі і методи дослідження впливу корупційних ризиків на економіку країни

Одним з основних інструментів є економетричні моделі. Вони грають ключову роль у вивченні та аналізі впливу корупції на сталий економічний розвиток країни. Застосування економетричних моделей дозволяє ширше використати статистичні

дані для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між різними економічними показниками та корупцією.

В одному із джерел на цю тему розглядається застосування лінійних регресійних моделей для вимірювання впливу корупційних практик на зростання ВВП. Автори моделі підкреслюють, що аналізується не тільки прямий вплив корупції на економічне зростання, але й непрямі ефекти, такі як зниження інвестиційної привабливості країни та підрив довіри інвесторів. Це підкреслює комплексний вплив корупції та необхідність широкого використання економетричних методів для її аналізу. [25]

В іншому дослідженні використовується мультіваріативний аналіз для виявлення впливу корупції на рівень економічного розвитку країни. Тут розглядаються різноманітні макроекономічні показники, такі як інфляція, безробіття та рівень інвестицій, та їхній зв'язок з індексами корупції. Аналіз демонструє складність взаємозв'язків у системі та підтверджує потребу в комплексному підході до моделювання цих зв'язків. [26]

Отже, економетричні аналізи показують, як за допомогою кількісних методів можна адекватно оцінити вплив корупційних процесів на економіку країни. Це забезпечує не тільки зрозумілість масштабів проблеми, але й вказує на потенційні напрямки для розробки ефективних стратегій боротьби з корупцією.

Кейс-стаді також відіграють важливу роль у дослідженні впливу корупції. Аналіз конкретних випадків дозволяє глибше зрозуміти механізми впливу корупційних дій на економічні процеси в різних країнах і секторах. У одному з джерел наведено аналіз того, як корумповані дії державних службовців негативно позначилися на місцевому бізнес-середовищі, спричинивши збої у економічному розвитку регіону. Автори кейсу ретельно розглядають ситуацію, в якій, за допомогою хабарів, було отримано несправедливі переваги, що призвело до викривлення конкуренції та занепаду інноваційної активності. [27]

В іншому дослідженні виявлено масштабне привласнення бюджетних коштів, що було приховано під виглядом нібито "проектів розвитку". Такі дії не тільки погіршили економічну стабільність в країні, але й серйозно підірвали довіру

громадськості до державних інституцій, що є критичним аспектом для забезпечення сталого розвитку. [28]

Третій аналізований кейс висвітлює проблему "відкатів" у секторі державних закупівель, демонструючи, як корупція на цьому рівні впливає на якість та доступність послуг, які надаються населенню. Розкриття цього випадку допомагає ідентифікувати ключові чинники та механізми, які сприяли реалізації корупційних схем, та обговорити можливі шляхи їх нейтралізації. [29]

Останнім часом все більше уваги приділяється ролі штучного інтелекту у виявленні та аналізі корупції. Штучний інтелект та машинне навчання відкривають нові можливості для аналізу великих даних, що дозволяє ефективніше ідентифікувати корупційні схеми, оцінювати їх вплив на економіку, виявити складні взаємозв'язки між рівнем корупції та різними економічними показниками, такими як ВВП, інвестиції, рівень безробіття та інші. Це дозволить не лише розкрити патерни та тенденції, але й побудувати прогностичні моделі, що допоможуть передбачити наслідки різних стратегій боротьби з корупцією та їх вплив на економіку країни.

Крім того, великі дані можуть стати основою для розробки політик та програм, спрямованих на підвищення прозорості, підвищення рівня довіри громадян до структур влади та сприяння сталому економічному розвитку країни.

В одному з досліджень вказується, що впровадження штучного інтелекту в системи моніторингу дозволяє виявляти та аналізувати корупційні дії значно ефективніше, ніж традиційні методи. Це стосується не лише фінансових транзакцій, де штучний інтелект може ідентифікувати незвичні патерни, які свідчать про корупцію, але й інших сфер, де можливе корупційне зловживання. Штучний інтелект допомагає виявляти зв'язки та залежності, які за звичайних умов могли б залишитися непоміченими, забезпечуючи тим самим значний прогрес у боротьбі з корупцією. [30]

Підводячи підсумок, можна сказати, що розглянуті в розділі моделі і методи дослідження є важливими інструментами для аналізу впливу корупційних ризиків на економіку країни. Економетричні моделі, кейс-стаді та застосування штучного інтелекту дозволяють не тільки оцінити поточний стан справ, але й прогнозувати

майбутні зміни, що є критично важливим для формулювання ефективної політики протидії корупції та стимулювання сталого економічного розвитку.

Висновок до розділу 2

У другому розділі були розглянуті теоретико-методологічні засади моделювання взаємозв'язку рівня корупції та економічних показників країни та сказано про основні перешкоди, які створює корупція на шляху до економічного процвітання. Багато уваги приділено політичним та економічним факторам, які сприяють корупції. Також були розглянуті головні економічні показники: ВВП, рівень безробіття, індекс інвестиційного клімату, індекс конкурентоспроможності та індекс людського розвитку, і їхньої ролі у розвитку країни та пояснений їх вплив на економічну ситуацію та розвиток країни. Окрім цього, були оглянуті основні існуючі методи та моделі дослідження впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток, особливу увагу приділено економетричним моделям, кейс-навчанням та використанню штучного інтелекту.

РОЗДІЛ 3. Моделювання впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України

3.1 Дослідження у середовищі Kaggle

3.1.1. Опис використаних для моделювання показників

Для проведення дослідження впливу корупційних ризиків на економічний стан держави була складена база даних на основі ряду показників пострадянських країн, включаючи Україну.

До показників, які відповідають за рівень корупції я віднесла наступні:

- Індекс Сприйняття Корупції (CPI) - це індекс, який з 1995 року розраховує всесвітня організація Transparency International на основі досліджень 13 авторитетних міжнародних установ та аналітичних центрів. Найнижча оцінка – «0», яка говорить про те, що корупція фактично замінює владу, найвища – «100» свідчить про відсутність корупції в країні. Цей індекс охоплює такі сфери: хабарництво, розкрадання державних коштів, здатність уряду запроваджувати механізми доброчесності, ефективне переслідування корумпованих чиновників, надмірна бюрократія, наявність законів щодо розкриття фінансової інформації; [23]
- голос і підзвітність (Voice and Accountability) – показує, якою мірою громадяни можуть впливати на вибір уряду, вільні ЗМІ та свободу вираження поглядів;
- політична стабільність та відсутність тероризму, насилля (Political Stability) – вимірює ймовірність політичної нестабільності, а також насильства, яке є політично вмотивованим (наприклад, тероризм);
- ефективність уряду (Government Effectiveness) – відображає рівень якості державних послуг, підготовки державних службовців та ступеня їх незалежності від політичного тиску, довіри до зобов'язань уряду;
- якість державного регулювання (Regulatory Quality) - відображає рівень здатності уряду формулювати та впроваджувати обґрунтовану політику та правила, які сприяють розвитку приватного сектора;

- верховенство закону (Rule of Law) – показує наскільки впевненими у ефективності законодавства є громадяни та як вони його дотримуються;
- контроль корупції (Control of Corruption) – вимірює як сильно державна влада використовується для приватної вигоди (дрібні, великі форми корупції), а також чи «захоплена» влада елітами.

Останні 6 показників складають агрегують і дають The Worldwide Governance Indicators (WGI), які характеризують якість та ефективність функціонування державних органів у понад 200 країнах з 1996 року. [24]

Для показників, які показують рівень економіки країни я обрала:

- ВВП (млн дол) – сукупна вартість усіх товарів та послуг, створених в межах країни протягом певного періоду;
- рівень безробіття (%);
- державний борг (у % від ВВП);
- загальний обсяг інвестицій (% від ВВП);
- інфляція, середні споживчі ціни (зміна у відсотках);
- баланс поточного рахунку (у відсотках ВВП);
- населення (мільйонів осіб);
- індекс економічної свободи (від 0 до 100);
- індекс людського розвитку (від 0 до 1);
- валовий національний дохід (у доларах); [33-42]

Серед країн з великого списку країн для свого дослідження я обрала ті, які входили до складу СРСР, оскільки структури їх економік у деяких аспектах схожі, що позитивно вплине на прогнозування. Список країн наступний: Вірменія, Азербайджан, Білорусь, Естонія, Грузія, Казахстан, Киргизька Республіка, Литва, Латвія, Молдова, Таджикистан, Туркменістан, Україна, Узбекистан.

Оскільки для показників, що входять до складу WGI дані доступні лише з 1996 року для всіх країн, дослідження проводилось на інтервалі 1996-2022 роки.

3.1.2. Підготовка даних

Оскільки зібрана мною база даних у Excel мала кілька листів, кількість яких відповідала кількості показників, необхідно було всі ці дані зібрати разом в 1

таблицю. Після цього я завантажила цей файл у середовище Kaggle, де поміняла місцями стовпці років з рядками показників, а також замість років (1996-2022) встановила період, де 0 – це 1996 рік, а 22 – 2022 рік. Далі змінила назви стовпців на більш короткі. У результаті вийшла таблиця на 307 записів та 20 колонок.

Я також зробила візуалізацію пропущених даних, які далі будуть вилучені.

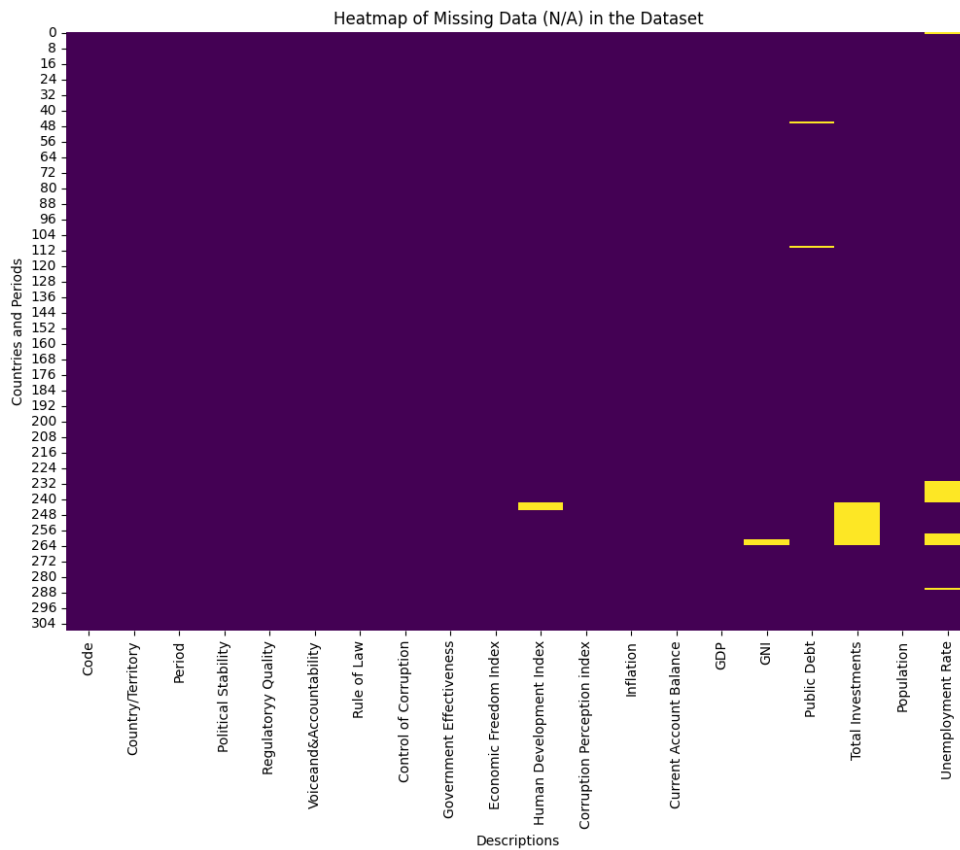


Рис. 3.1 Візуалізація пропущених даних

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Далі я очистила дані, прибрала пропущені значення та перевела дані в integer, бо раніше значення були текстовими.

3.1.3. Кореляційний аналіз

Для того, щоб зрозуміти силу впливу одних чинників на інші, а також окремо політичних (корупційних) чинників на економічні для всіх країн та для України був проведений кореляційний аналіз.

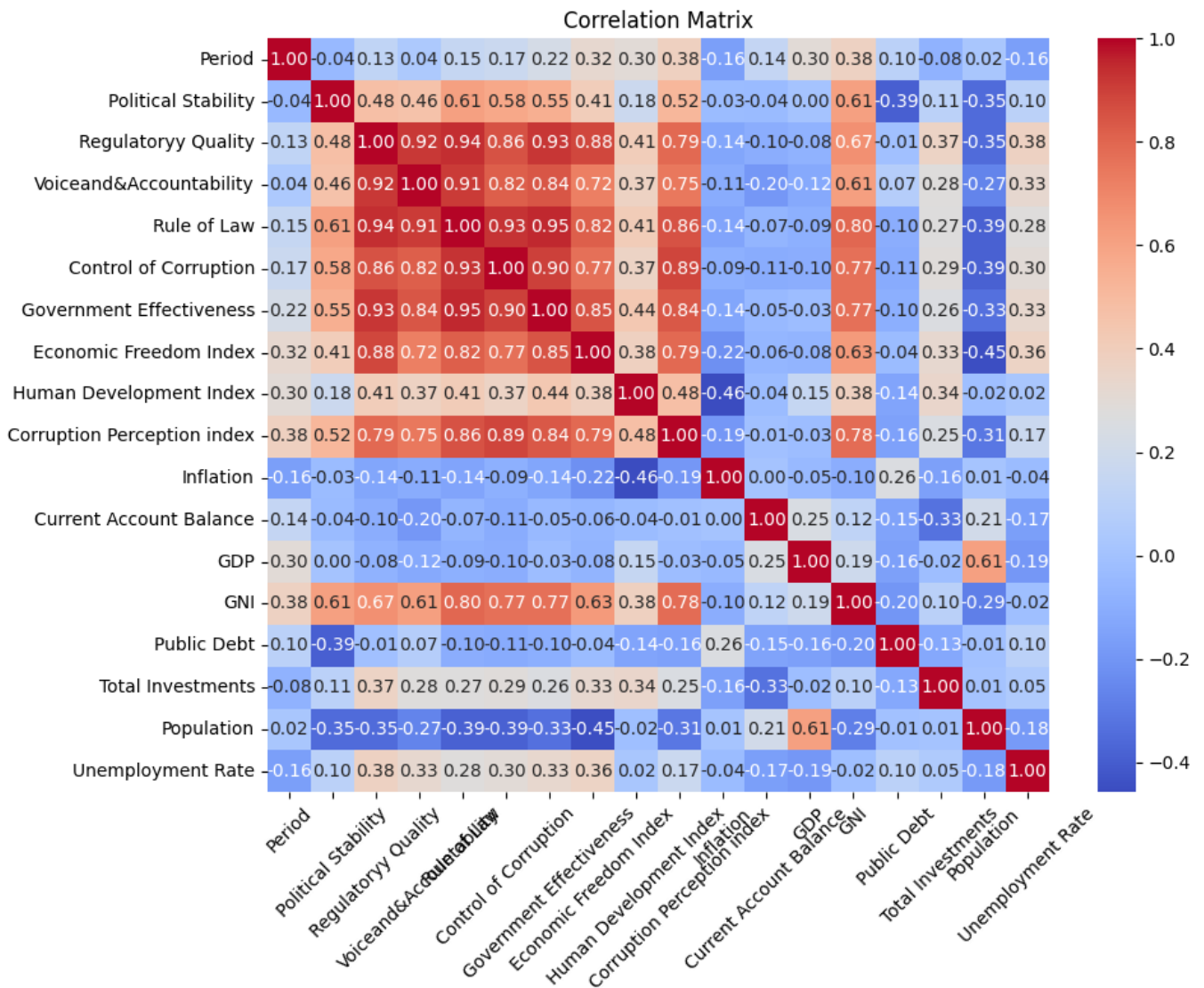


Рис. 3.2 Кореляційний аналіз всіх показників для всіх досліджуваних країн

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

З даної візуалізації чітко видно квадрат політичних чинників, які досить сильно корелюють між собою (кореляція становить від 0,72 до 0,95). І це не дивно, бо всі вони стосуються одного і того самого багатокомпонентного індикатора The Worldwide Governance Indicators (WGI). Також кореляція більше 0,5 присутня між економічним показником GNI та політичними показниками: Political stability, Regulatory Quality, Voice and Accountability, Rule of Law, Control of corruption, Government Effectiveness, Corruption Perception Index, Economic Freedom Index. Тому, сильний зв'язок більшості показників WGI та валового національного доходу означає, що при стабільній діяльності політичної системи, уряду, контролю

корупції, раціональній політиці зумовить підвищення GNI. Між GDP та Population кореляція становить 0,61, що говорить про достатньо сильний зв'язок.

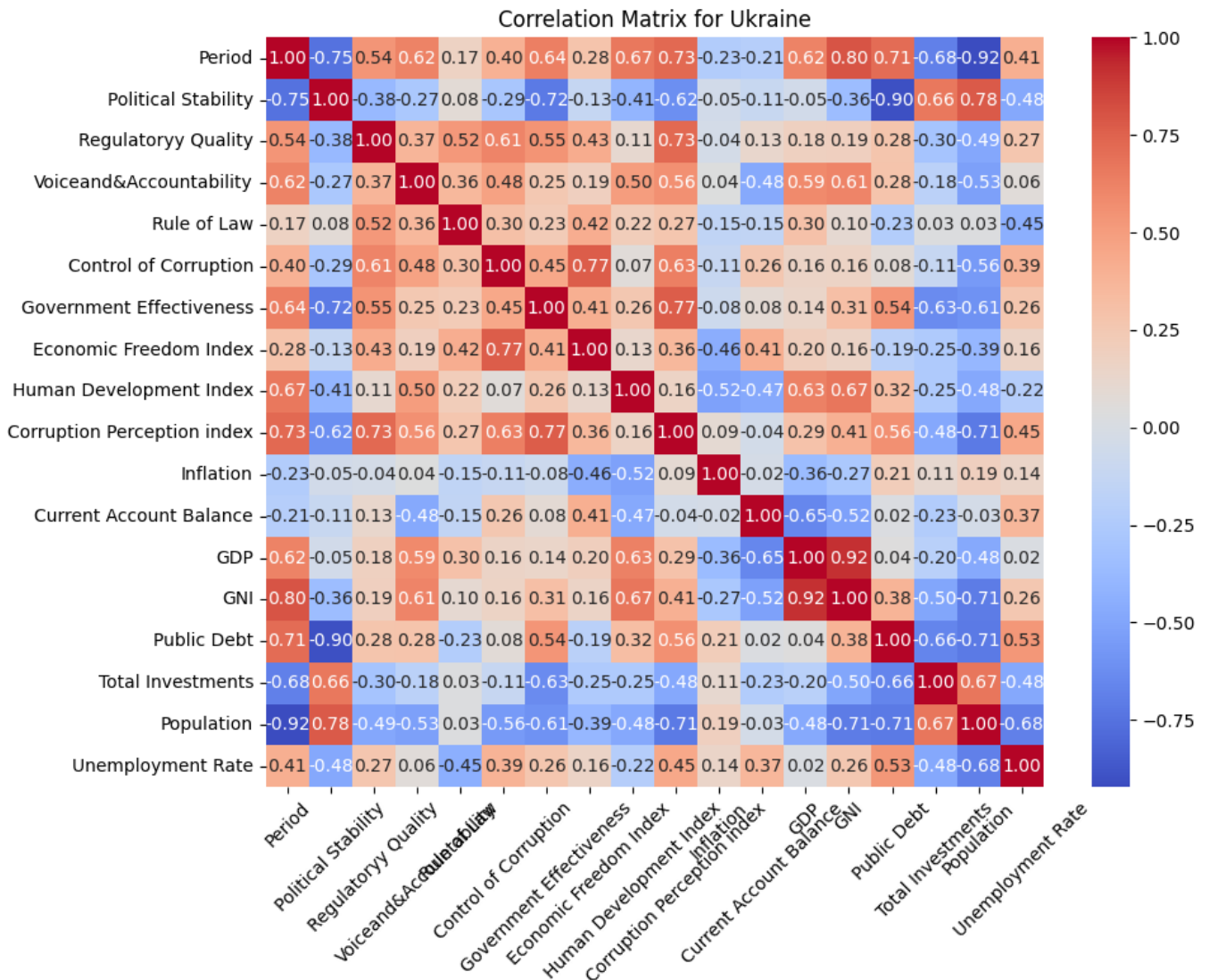


Рис. 3.3 Кореляційний аналіз всіх показників для України

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Для України ситуація з політичними показниками трохи схожа. Regulatory Quality добре корелює з Rule of Law, Control of Corruption, Public Government Effectiveness та Corruption Perception Index. Це означає, що підвищення значень одного з цих показників буде призводити до покращення значень усіх. Окрім цього присутній істотний зв'язок ВВП та ВНД з Voice and Accountability, Human Development Index. Це може пояснюватися тим, що зазвичай при високих значеннях ВВП та ВНД у країні стабільна економіка, краще розвинені демократичні інституції, що створює умови для підвищення свободи громадян, вільних ЗМІ і тд. Також, чим

вищі ці показники, тим вищий рівень освіти, здоров'я та загального розвитку населення і як результат високі показники HDI. Значна позитивна кореляція Total Investments та Population означає, що збільшення населення веде до збільшення кількості споживачів, стимулювання попиту на товари і послуги, а також до зростання робочої сили та виробництва. Ці процеси в свою чергу стимулюють більші обсяги інвестицій. Позитивна кореляція Political Stability та Total Investments пояснюється теж досить логічно: інвесторів приваблюють країни, де присутнє безпечне та стабільне для ведення бізнесу середовище, тому чим вищі показники політичної, економічної стабільності, тим вищий буде інтерес інвесторів до даної країни.

Окрім позитивного зв'язку показників, є також значні негативні кореляції між деякими з них. Наприклад, Public Debt негативно корелює з Political Stability, що означає наступне: збільшення державного боргу може бути однією з ознак економічної кризи, яка породжує невпевненість серед інвесторів, збільшує тиск на уряд та показує його неспроможність ефективно вирішувати поточні проблеми. Це все може нести загрозу політичній стабільності. Також у показника Public Debt присутній негативний зв'язок з Total Investments, який пояснюється тим, що збільшення державного боргу країни (а разом з цим інфляція, зростання податків) призводить до зниження довіри інвесторів до такого ризикованого економічного середовища і в результаті до зменшення загальних інвестицій. Зв'язок Inflation та Human Development Index (HDI) є також негативним (-0,52) і може бути пояснений наступним чином: висока інфляція призводить до зменшення реальних доходів населення, а отже і їх купівельної спроможності та стандартів життя. Окрім цього інфляція може вплинути на доступність багатьох послуг (освіта, охорона здоров'я), що зробить їх менш доступними для людей.

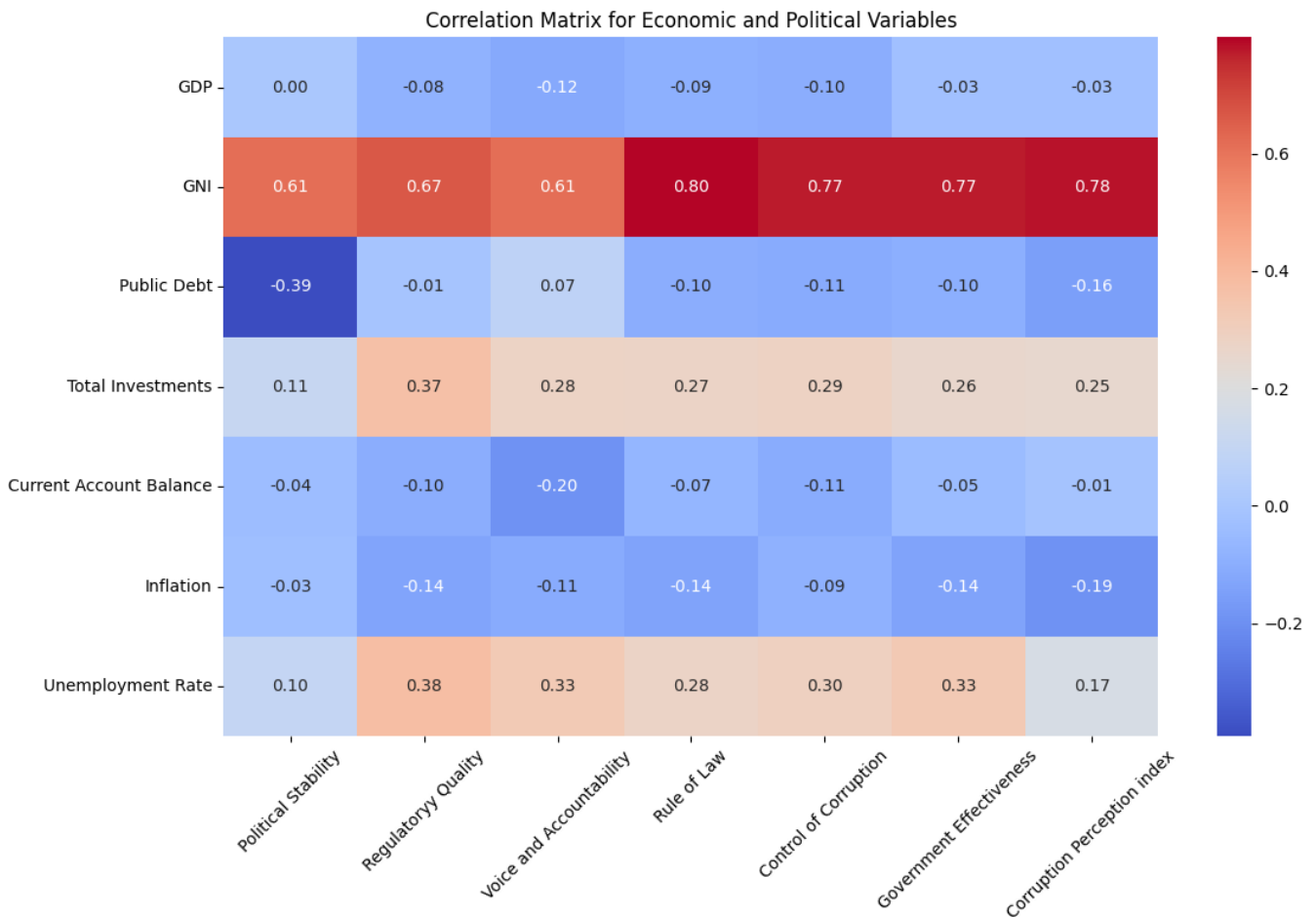


Рис. 3.4 Кореляція політичних (корупційних) показників з економічними для всіх пострадянських країн

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Я зробила окрему кореляційну матрицю, щоб більш наглядно побачити саме зв'язок політичних (корупційних) та економічних показників. З цієї матриці видно, що при нормальному функціонуванні державних інституцій, контролю корупції, ефективності уряду, слідування законів, ВНД громадян буде зростати. Бачимо, що є негативна кореляція державного боргу та політичної стабільності (-0,39), що не є значним показником, але все ж таки збільшення боргу і справді підриває політичну стабільність в країні.

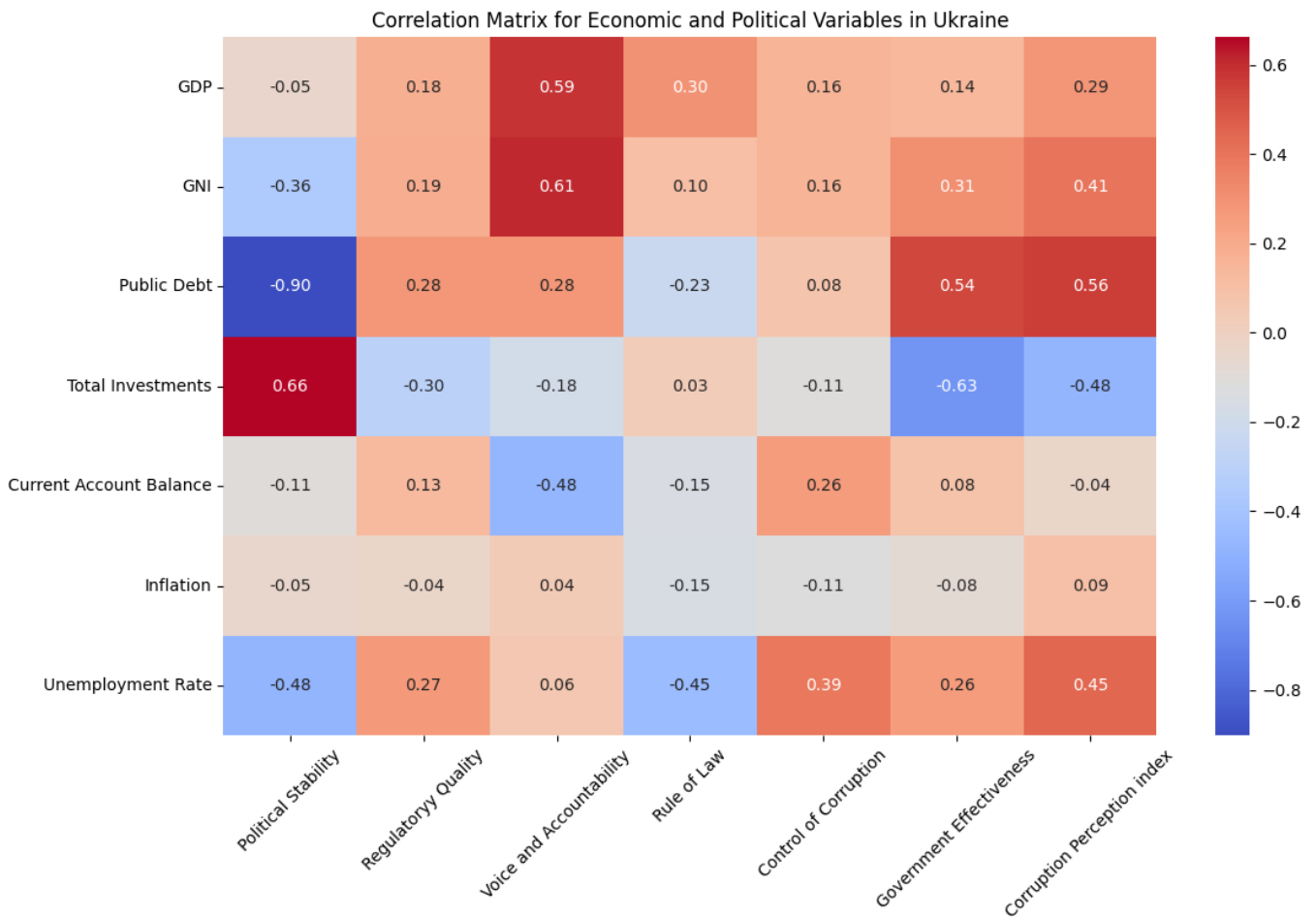


Рис. 3.5 Кореляція політичних (корупційних) показників з економічними для України

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Така сама матриця є і для України. На ній легше побачити, що збільшення ВВП та ВНД означає, що у країні присутня стабільна економіка, розвинуті демократичні інституції, є свобода слова, ЗМІ та інших форм вираження думок. Збільшення Public Debt призведе до зниження політичної стабільності (а отже збільшення шансів революцій, тероризму і тд), а покращення показників політичної стабільності до збільшення інвестиційної привабливості України.

3.1.4 Побудова моделей та прогнозування значень ВВП для пострадянських країн

У даному дослідженні побудовано кілька моделей регресії та модель нейронної мережі для того, щоб порівняти їх та подивитися у якій буде найменша середня абсолютна помилка. Серед цих моделей: лінійна регресія, дерева рішень, випадковий ліс, AdaBoost XGBoost, CatBoost та Neural Net.

Лінійна регресія може моделювати зв'язок між змінними та робити прогнози для змінних (наприклад, продажі, зарплата, ціна продукту, вік і тд.). Цей метод будує таке лінійне рівняння, яке описує кореляцію залежних змінних з незалежними змінними найкращим чином; є найбільш простим методом передбачення майбутніх подій у машинному навчанні.

Дерева рішень є також потужним інструментом прогнозування в машинному навчанні і являє собою графічну модель, яка складається з гілок та вузлів. Де вузол – певна умова, гілка – можливі варіанти наступних дій. Дерева рішень досить прості в інтерпретації, можуть працювати з різними типами даних та оброблювати великі набори даних.

Random Forest – це метод ансамблів, який для розробки прогнозів використовує рішення кількох decision trees. Тобто для побудови прогнозу об'єднує прогнози дерев рішень.

AdaBoost – ще один метод ансамблів, який для створення потужного прогнозу використовує кілька слабких моделей, а для покращення прогнозу надає помилковим прикладам більше ваги.

XGBoost – являє собою вдосконалену версію градієнтного бустингу, оскільки для навчання дерев рішень використовує градієнтний підйом, а також, щоб отримати кращі результати, оптимізує функцію втрати.

CatBoost – це також алгоритм градієнтного бустингу, який був розроблений для роботи з категоріальними ознаками. Він автоматично обробляє категоріальні дані та пропущені значення.

Neural Net – використовує спрощену модель обробки інформації людським мозком, спрощену модель роботи нервової системи живих організмів. Нейронні мережі працюють, обраховуючи велику кількість пов'язаних між собою оброблюваних елементів, які представляють абстрактну версію нейронів. Я використала просту нейронну мережу, яка складається з 1 вхідного, 2 прихованих шарів та 1 вихідного шару.

Перед початком прогнозування я створила нову змінну «значення ВВП наступного року», тобто 2023, а також видалила рядки, у яких в стовпці «Next Year

GDP» були пропущені значення. Окрім цього застосувала функцію, яка перетворює категоріальні змінні кодів країн у бінарні, де кожна категорія перетворюється в новий стовпець, існуючий у форматі 0 або 1.

```

pivot_df['Next Year GDP'] = pivot_df.groupby('Code')['GDP'].shift(-1)

# Assuming pivot_df is your DataFrame
# Apply one-hot encoding to the 'Code' column
code_dummies = pd.get_dummies(pivot_df['Code'], prefix='Code')

# Merge the one-hot encoded columns back to the original DataFrame
pivot_df = pd.concat([pivot_df, code_dummies], axis=1)

# Optionally, drop the original 'Code' column if it's no longer needed
pivot_df.drop('Code', axis=1, inplace=True)

# Drop rows where the target (next year's GDP) is NaN
pivot_df.dropna(subset=['Next Year GDP'], inplace=True)

```

Рис. 3.6 Створення нової змінної, видалення рядків з пропущеними значеннями

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

Далі були підготовлені дані для моделювання за допомогою машинного навчання. Для цього були обрані ознаки, які будуть використані для прогнозування ВВП на 2023 рік. Серед них:

- Period – рік;
- Political Stability;
- Regulatory Quality;
- Voice and Accountability;
- Rule of Law;
- Control of Corruption;
- Government Effectiveness;
- Corruption Perception index;
- Economic Freedom Index;
- Human Development Index;
- Inflation;
- Current Account Balance;
- GDP;
- GNI;
- Public Debt;

- Total Investments;
- Population;
- Unemployment Rate;
- код країни (Code_ARM, Code_AZE, і т. д.).

Після цього розділила дані на навчальну та тестову підмножини (80% даних для навчання та 20% для тестування).

Цільовою змінною виступає «Next Year GDP Growth».

```
# Calculate the percentage growth of GDP for the next year
pivot_df['Next Year GDP Growth'] = (pivot_df['Next Year GDP'] - pivot_df['GDP']) / pivot_df['GDP'] * 100

# Select features - here we use GDP and possibly other features from previous years
features = ['Period', 'Political Stability', 'Regulatory Quality',
            'Voice and Accountability', 'Rule of Law', 'Control of Corruption',
            'Government Effectiveness', 'Corruption Perception index',
            'Economic Freedom Index', 'Human Development Index', 'Inflation',
            'Current Account Balance', 'GDP', 'GNI', 'Public Debt',
            'Total Investments', 'Population', 'Unemployment Rate', 'Code_ARM', 'Code_AZE',
            'Code_BLR', 'Code_EST', 'Code_GEO', 'Code_KAZ', 'Code_KGZ', 'Code_LTU',
            'Code_LVA', 'Code_MDA', 'Code_TJK', 'Code_TKM', 'Code_UKR', 'Code_UZB']

X = pivot_df[features]
y = pivot_df['Next Year GDP Growth']

# Split data into training and test sets
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
```

Активат
Чтобы акт
"Параметр

Рис. 3.7 Вибір ознак та розбиття даних на вибірки

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

Далі переходимо безпосередньо до побудови, навчання та порівняння моделей.

А саме: створила об'єкти моделей різних алгоритмів регресії, таких як лінійна регресія (LinearRegression), дерево рішень (DecisionTreeRegressor), випадковий ліс (RandomForestRegressor), AdaBoost (AdaBoostRegressor), XGBoost (XGBRegressor) та CatBoost (CatBoostRegressor). Кожна модель навчалася на тренувальній вибірці і використовувала тестову вибірку для прогнозування. Окрім традиційних моделей я використала нейронну мережу.

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor, AdaBoostRegressor
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from xgboost import XGBRegressor
from catboost import CatBoostRegressor
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Input
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
# Scale the data
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
y_scaled = scaler.fit_transform(y.values.reshape(-1, 1))
# Split data into training and test sets
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_scaled, y_scaled,
# Define models to be evaluated
models = {
    'Linear Regression': LinearRegression(),
    'Decision Tree': DecisionTreeRegressor(),
    'Random Forest': RandomForestRegressor(n_estimators=100),
    'AdaBoost': AdaBoostRegressor(n_estimators=100),
    'XGBoost': XGBRegressor(n_estimators=100),
    'CatBoost': CatBoostRegressor(verbose=0, n_estimators=100),

```

Рис. 3.8 Побудова і навчання моделей регресій

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

```

# Train and evaluate each model
mae_scores = {}
for name, model in models.items():
    model.fit(X_train, y_train.ravel())
    y_pred = model.predict(X_test)
    mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred)
    mae_scores[name] = mae
    print(f"{name} MAE: {mae}")

# Neural Network model using Keras
nn_model = Sequential()
nn_model.add(Input(shape=(X_train.shape[1],)))
nn_model.add(Dense(128, activation='relu'))
nn_model.add(Dense(64, activation='relu'))
nn_model.add(Dense(1))
nn_model.compile(loss='mean_absolute_error', optimizer='adam')

# Train and evaluate the Neural Network
nn_model.fit(X_train, y_train.ravel(), epochs=50, batch_size=10, verbose=0)
y_pred_nn = nn_model.predict(X_test).flatten()
nn_mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred_nn)
mae_scores['Neural Network'] = nn_mae
print(f"Neural Network MAE: {nn_mae}")

```

Рис. 3.9 Навчання моделей регресій, побудова та навчання нейронної мережі

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

Після побудови та навчання всіх моделей розрахувала середню абсолютну помилку (MAE), яка показує відхилення прогнозованих значень від фактичних та візуалізувала її у вигляді стовпчастої діаграми.

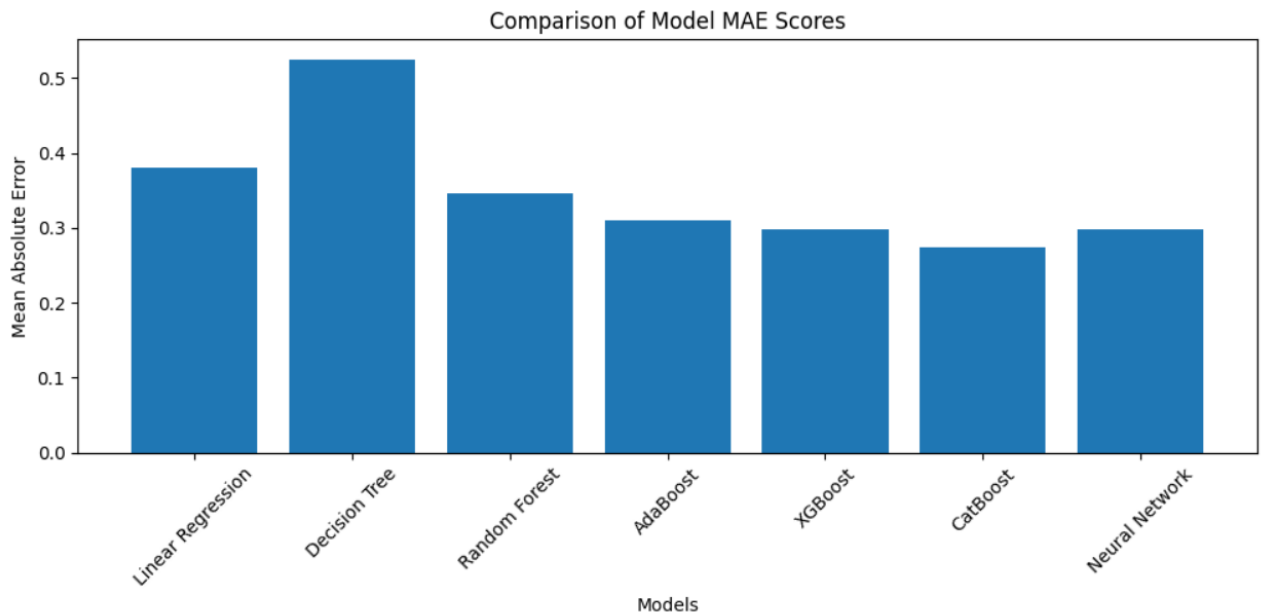


Рис. 3.10 Візуалізація розрахованих MAE для кожної з моделей

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Отже, з цієї діаграми видно, що найкращою моделлю є CatBoost (MAE = 0,2741), XGBoost, AdaBoost та Neural Network також демонструють гарні результати (0,2977, 0,3227 та 0,3106 відповідно). Оскільки ці моделі мають найменші MAE, вони здатні краще адаптуватися до складних залежностей між ознаками та цільовою змінною. Найменш точною моделлю виявилась Decision Tree (MAE=0,5222).

Далі на основі моделі лінійної регресії були вилучені коефіцієнти (ваги), які використовуються для кожної ознаки з метою подивитися важливість кожної з них у визначенні цільової змінної, тобто росту майбутнього ВВП. Ці коефіцієнти показують наскільки зміниться цільова змінна, якщо відповідна ознака збільшиться на одиницю, а всі інші залишаться незмінними. Тобто ці коефіцієнти допомагають зрозуміти, які ознаки є найбільш важливими для прогнозування росту ВВП.

Оскільки перед цим країни були закодовані у числа (тобто є певний вектор, довжина якого дорівнює кількості країн, тобто 11 і, коли навпроти колонки України цифра 1, у всіх інших – 0) для того, щоб побачити наскільки сама країна впливає на прогнози. Це важливо, бо можуть бути однакові значення, наприклад, сприйняття корупції у кількох країнах, але інші фактори, які не були вказані, можуть суттєво відрізнитися (менталітет, географічне розташування і тд.) і впливати на результати.

З рис. 3.11 видно, що серед країн позитивно на прогнозне значення росту ВВП найбільше впливають Казахстан, Литва та Молдова (їх коефіцієнти становлять 0.217361, 0.132590 та 0.098922 відповідно), трохи менші коефіцієнти мають Латвія, Азербайджан, Естонія, Україна. Інші країни мають негативні коефіцієнти, тобто збільшення значення цього показника (країни) приведе до зменшення значення цільової змінної (ВВП). Найбільший негативний вплив мають Узбекистан, Грузія та Білорусь (-0.246130, -0.179582 та -0.154913 відповідно).

Серед політичних та економічних показників, найбільший негативний вплив на прогнозне значення ВВП мають «Rule of Law» (-0.737976) та Regulatory Quality (-0.850464). Це досить дивна закономірність, враховуючи те, що логічним наслідком погіршення верховенства права та якості державного регулювання було б зменшення ВВП, але це явище може бути спричинене кількома факторами.

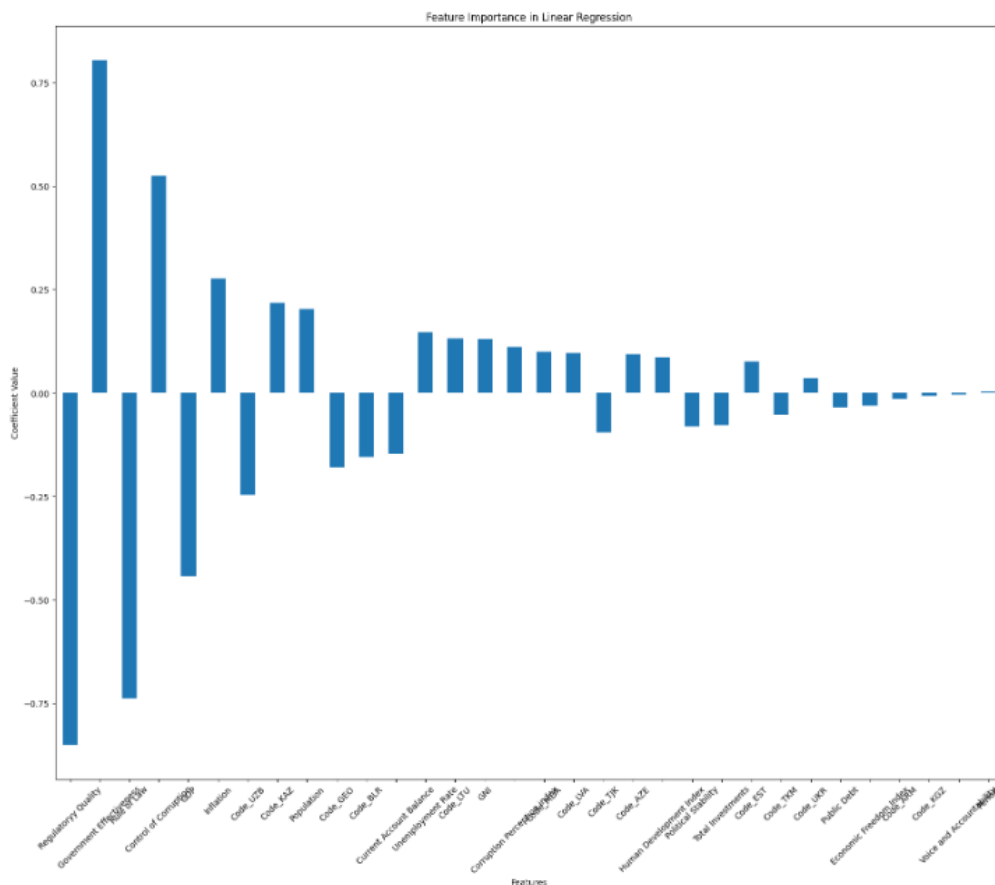


Рис. 3. 11 Візуалізація коефіцієнтів важливості усіх ознак

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

По-перше, якщо незалежні змінні сильно корельовані між собою (мультиколінеарність), оцінки коефіцієнтів можуть бути досить неприродними.

По-друге, пострадянські країни не відносяться до розвинутих, тому мають досить слабкі політичні інститути, що може створювати умови для розвитку тіньової економіки, яка, в свою чергу, здатна сприяти зросту ВВП. По-друге, видобуток та експорт природних ресурсів теж здатні тимчасово покращити показники ВВП. По-третє, іноді зростання ВВП може бути результатом високих цін на експорт або притоком іноземних інвестицій. Але, збільшення ВВП при проблемах з дотриманням законів має місце лише в короткостроковій перспективі (як в ситуації дослідження з прогнозом на наступний рік). Трохи протилежна ситуація з Public Debt (-0.034439). В даному випадку все досить логічно: чим більшим буде борг, тим нижчі значення ВВП. Позитивні коефіцієнти мають такі показники, як «Government Effectiveness», «Control of corruption», «Human Development Index», «Population». Отже, чим ефективнішою буде влада, чим краще будуть регулювати корупцію, підвищувати рівень життя населення, тим вищим буде ВВП.

Після цього було зроблене передбачення для того, щоб подивитися як корупція впливає на економіку країн, а саме на ВВП. Для цього була використана діаграма розсіювання.

```
# Define models to be evaluated
models = {
    'Linear Regression': LinearRegression(),
    'Decision Tree': DecisionTreeRegressor(),
    'Random Forest': RandomForestRegressor(n_estimators=100),
    'AdaBoost': AdaBoostRegressor(n_estimators=100),
    'XGBoost': XGBRegressor(n_estimators=100),
    'CatBoost': CatBoostRegressor(verbose=0, n_estimators=100),
}

# Neural Network model using Keras
nn_model = Sequential()
nn_model.add(Input(shape=(X_train.shape[1],)))
nn_model.add(Dense(128, activation='relu'))
nn_model.add(Dense(64, activation='relu'))
nn_model.add(Dense(1))
nn_model.compile(loss='mean_absolute_error', optimizer='adam')

# Dictionary to store predictions and features
model_predictions = {}
```

Рис. 3. 12 Побудова моделей

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

```

# Train and evaluate each model
for name, model in models.items():
    model.fit(X_train, y_train.ravel())
    y_pred = model.predict(X_test)
    mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred)
    # Inverse transform the predicted values back to the original scale
    y_pred_original = scaler_y.inverse_transform(y_pred.reshape(-1, 1)).flatten()
    model_predictions[name] = (y_pred_original, scaler_X.inverse_transform(X_test)[:], X.columns.get_loc('Corruption Perception Index'))
    print(f"{name} MAE: {mae}")

# Train and evaluate the Neural Network
nn_model.fit(X_train, y_train.ravel(), epochs=50, batch_size=10, verbose=0)
y_pred_nn = nn_model.predict(X_test).flatten()
y_pred_nn_original = scaler_y.inverse_transform(y_pred_nn.reshape(-1, 1)).flatten()
model_predictions['Neural Network'] = (y_pred_nn_original, scaler_X.inverse_transform(X_test)[:], X.columns.get_loc('Corruption Perception Index'))
nn_mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred_nn)
print(f"Neural Network MAE: {nn_mae}")

```

Рис. 3. 13 Тренування та оцінювання моделей

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

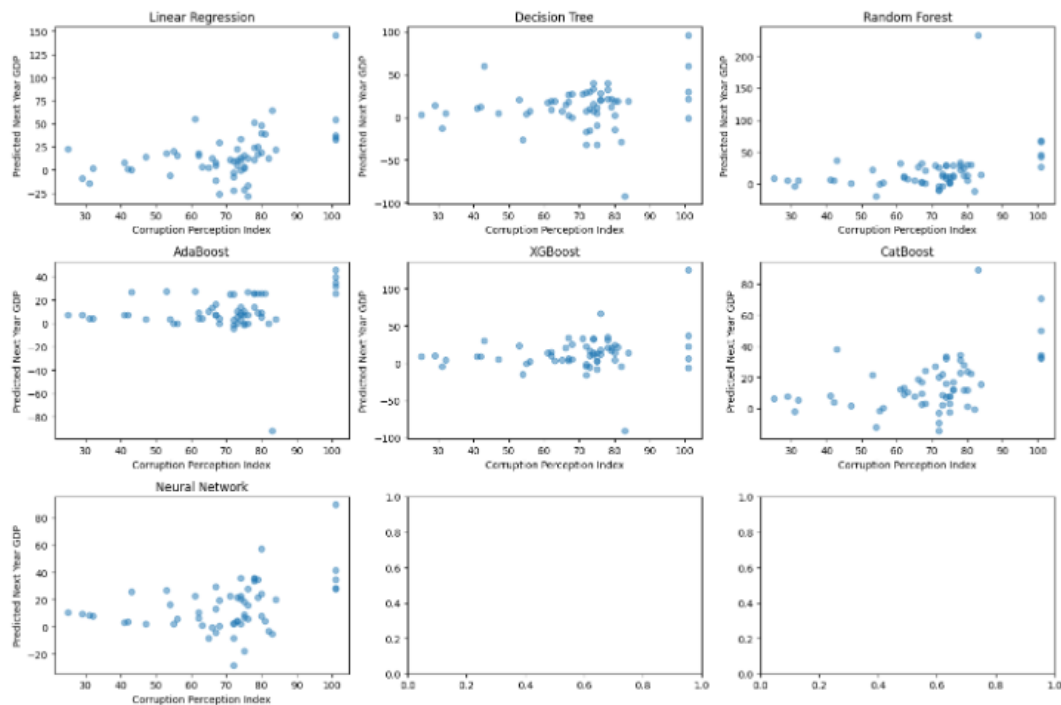


Рис. 3.14 Візуалізація результатів на діаграмі розсіювання

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

На даних діаграмах показана залежність передбачуваного ВВП наступного року від Індексу сприйняття корупції для різних моделей машинного навчання. Аналізуючи результати за моделлю з найнижчим MAE (CatBoost), можна зробити такі висновки: найактивніший ріст ВВП спостерігається при ІСК на рівнях 60-85 (на 20-40 млн дол). Розглядаючи прогнози Decision Tree видно, що прогнозовані значення розташовані хаотично, без помітної залежності. Можливо модель перенавчена. Якщо все ж обирати більш-менш стабільні результати, то їх (окрім CatBoost) мають AdaBoost та CatBoost.

Слід зазначити, що розкид значень у моделях може говорити про те, що можливо дані є складними для моделювання або їх недостатньо для навчання даних моделей.

3.1.5. Побудова моделей та прогнозування значень ВВП для України

Тепер спробуємо побудувати прогнози окремо для України.

Аналогічно до попередньої частини дослідження, ділимо дані по Україні на тренувальну і тестову вибірки, обираємо ознаки для прогнозування та рахуємо MAE.

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
import matplotlib.pyplot as plt

# Calculate the percentage growth of GDP for the next year
pivot_df['Next Year GDP Growth'] = (pivot_df['Next Year GDP'] - pivot_df['GDP']) / pivot_df['GDP'] * 100

# Filter data to include only rows where 'Code_UKR' is 1 (Ukraine)
ukraine_data = pivot_df[pivot_df['Code_UKR'] == 1]

# Select features and target
features = ['Period', 'Political Stability', 'Regulatory Quality',
           'Voice and Accountability', 'Rule of Law', 'Control of Corruption',
           'Government Effectiveness', 'Corruption Perception Index',
           'Economic Freedom Index', 'Human Development Index', 'Inflation',
           'Current Account Balance', 'GDP', 'GNI', 'Public Debt',
           'Total Investments', 'Population', 'Unemployment Rate']

X_ukraine = ukraine_data[features]
y_ukraine = ukraine_data['Next Year GDP Growth']

# Split the data into training and testing sets
X_train_ukraine, X_test_ukraine, y_train_ukraine, y_test_ukraine = train_test_split(X_ukraine, y_ukraine,
```

Рис. 3. 15 Поділ даних по Україні на вибірки, вибір ознак та цільової функції для прогнозування

Джерело: розроблено автором при роботі в Kaggle [23, 24, 33-42]

За результатами Mean Absolute Error для України дорівнює 27.69.

Далі дивимось, які ознаки найбільш важливі при прогнозуванні росту ВВП України на 2023 рік.

З рис. 3.17 бачимо, що один з найбільш додатних коефіцієнтів має корупційний показник Political Stability (0.668347). Якщо країна має високий рівень PS - це означає фактичну відсутність тероризму та політичного насильства. Отже, такий високий коефіцієнт важливості говорить про те, що чим стабільніша політична ситуація в Україні, тим вищі будуть значення ВВП. Окрім цього, додатні показники важливості мають Control of Corruption та Current Account Balance (0.836917 та 0.955893 відповідно).

Найбільш від'ємним є коефіцієнти показників Population, Human Development Index та Economic Freedom Index (-1.731689, -1.587815 та -1.262423 відповідно). Це схожа ситуація до тої, яка була при аналізі коефіцієнтів важливості для всіх пострадянських країн. Такі від'ємні коефіцієнти корупційних показників можуть бути викликані мультиколінеарністю між ними.

Щоб перевірити цю теорію, була проведена перевірка за допомогою коефіцієнта інфляції дисперсії (VIF). Високий VIF (більше 5) вказує на сильну мультиколінеарність.

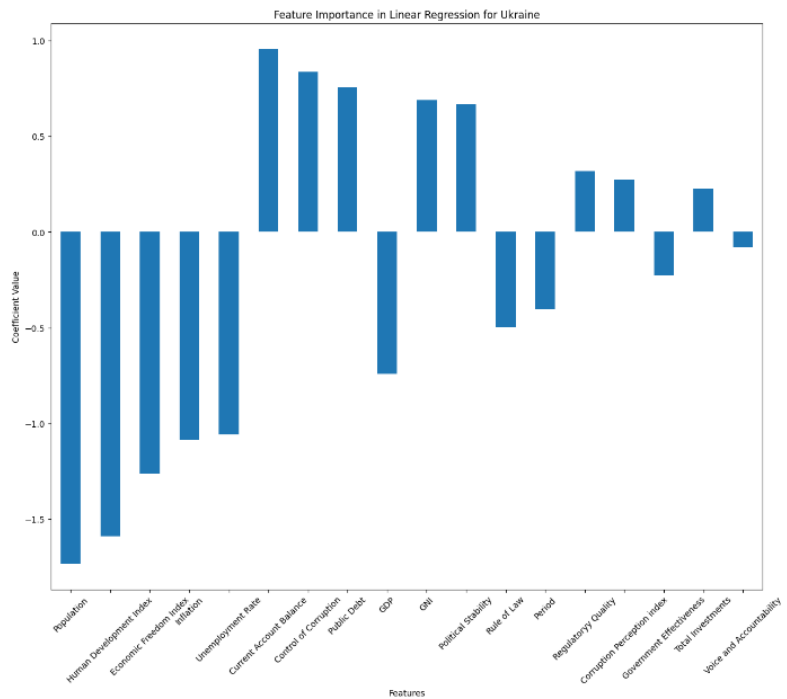


Рис. 3.16 Коефіцієнти важливості ознак для прогнозних значень ВВП України

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Для початку за допомогою кореляційної матриці було виявлено сильно корельовані між собою змінні, після чого були видалені всі змінні з кореляцією вище заданого порогового значення (0,8). Далі були розраховані VIF для змінних, які залишилися, побудована нова модель лінійної регресії на очищених даних та знайдені коефіцієнти важливості ознак.

```

Final VIF values after rer
  Feature      VIF
0  Feature_3  3.585118
1  Feature_4  2.856705
2  Feature_6  3.258375
3  Feature_8  9.161557
4  Feature_9  7.023858
5  Feature_10 1.561501
6  Feature_11 8.151219
7  Feature_13 4.792810
8  Feature_17 3.599289

```

Рис. 3. 17 Фінальні VIF після видалення ознак з високою кореляцією

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle

З рис. 3.18 можна побачити відсутність таких неприродних, занадто негативних коефіцієнтів важливості, що вже є гарним знаком. Але деякі змінні все ж були видалені через мультиколінеарність, а саме: Period, Political Stability, Voice and Accountability, Control of Corruption, Corruption Perception index, Economic Freedom Index, 'Human Development Index, Current Account Balance, Public Debt]

Аналізуючи результати треба сказати, що до збільшення росту ВВП призведе покращення значень таких ознак, як Human Development Index, Government Effectiveness, Voice and Accountability, Control of Corruption, Current Account Balance, Political Stability та Total Investments.

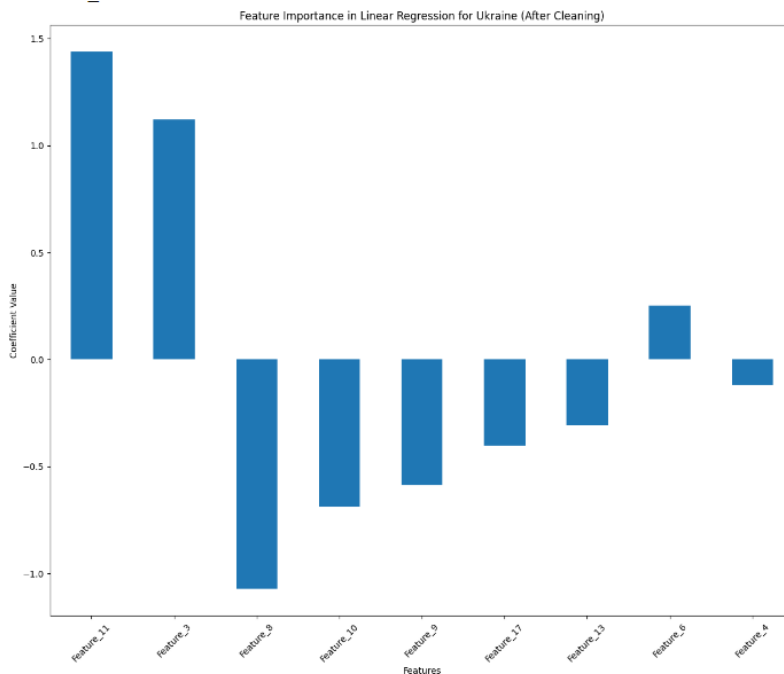


Рис. 3. 18 Коефіцієнти важливості ознак для прогнозних значень ВВП України на очищених даних

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Тепер подивимось, як у 2023 році Індекс сприйняття корупції вплине на ріст ВВП. Для цього були знову побудовані кілька моделей регресії, нейронна мережа та розраховано середню абсолютну похибку для кожної з моделей.

Отримано наступні результати:

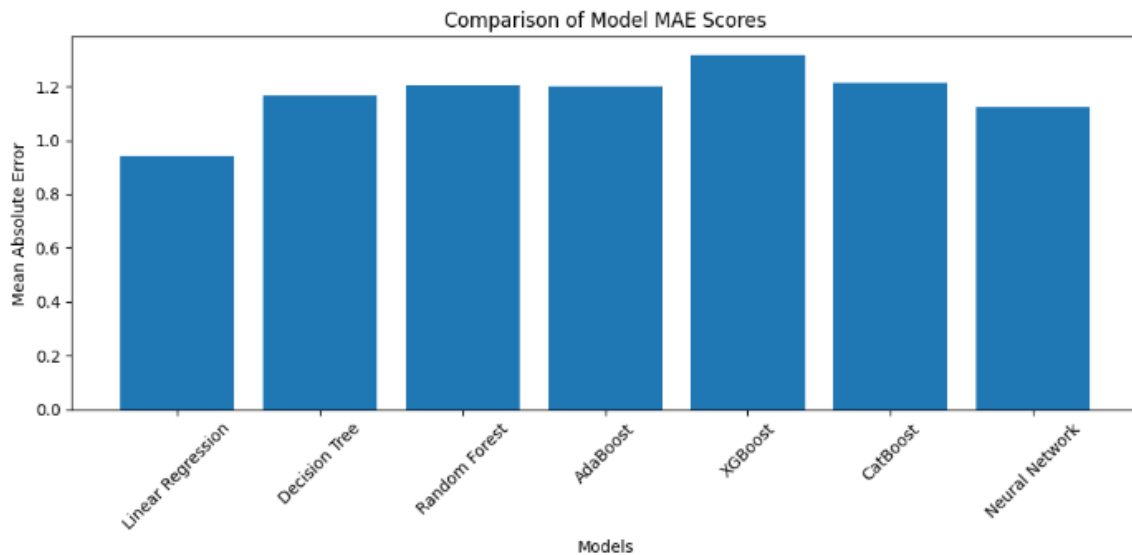


Рис. 3. 19 Візуалізація розрахованих MAE для кожної з моделей по даним України

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Найменші MAE у Linear Regression (0.9418) та Neural Network, а найбільша – XGBoost (1.3186).

Після цього візуалізовано вплив корупції на ВВП України у 2023 році.

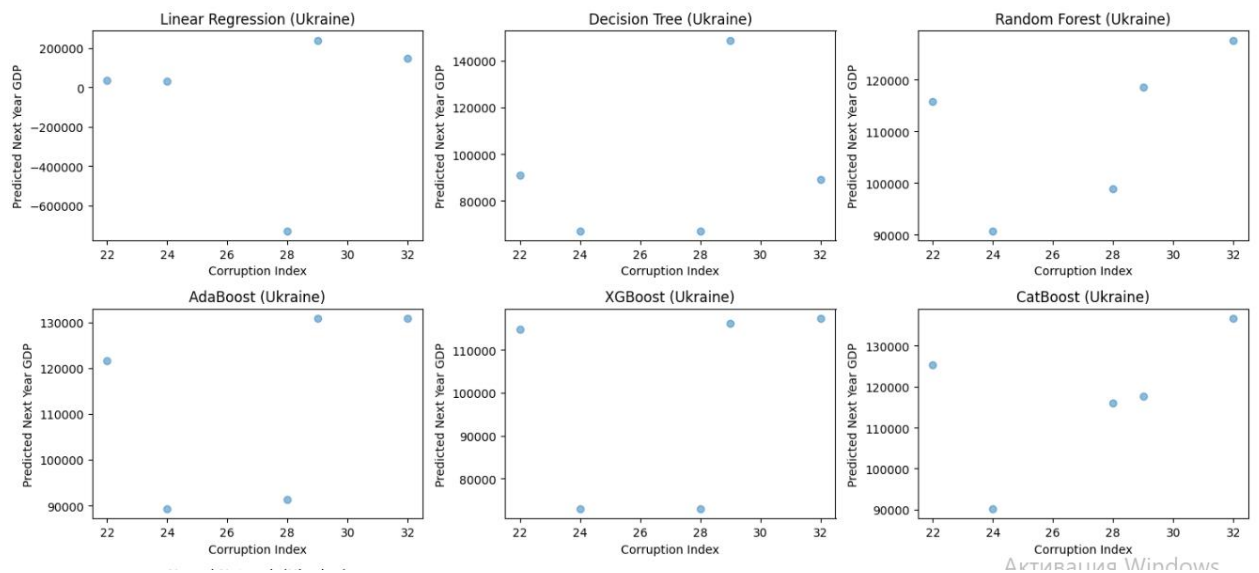


Рис. 3.20 Діаграма розсіювання для впливу корупції на ВВП України за регресійними моделями

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в Kaggle [23, 24, 33-42]

Серед даних моделей найменші середні абсолютні похибки були у Linear Regression, Decision Tree та Neural Network, тому проаналізуємо їх прогнози. Відповідно до Linear Regression найбільше значення ВВП в Україні можливе за Індексу сприйняття корупції на рівні 28-30, а саме приблизно 200000 млн дол, аналогічно прогнозує Decision Tree. За ІСК 22 може впасти майже дуже сильно. Щодо прогнозів Neural Network, при ІСК на позначці 28 ВВП України може становити приблизно 140000 млн дол.

Отже, за даними результатами вищий Індекс сприйняття корупції в Україні призведе до збільшення ВВП, що є безперечно позитивним трендом.

3.2. Моделювання та прогнозування ВВП у RStudio

Для початку завантажуюємо бібліотеку «readxl», імпортуємо файл з даними України та очищуємо дані від пропущених значень. Далі імпортуємо змінні, а саме: Voice and Accountability, Political Stability, Government Effectiveness, Regulatory Quality, Rule of Law, Control of Corruption, Індекс Сприйняття Корупції (CPI), ВВП (млн дол), Рівень безробіття (%), Державний борг (у % від ВВП), Загальний обсяг інвестицій (% від ВВП), Інфляція, Баланс поточного рахунку (у відсотках ВВП); Населення (мільйонів осіб), Індекс економічної свободи (від 0 до 100) та Валовий національний дохід (у доларах).

```

Для_України <- read_excel("C:/Users/House/Desktop/Диплом/Для України.xlsx")
View(Для_України)

ДляУкраїни <- na.omit(Для_України)

#Імпорт даних
VA=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,2],1))
PS=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,3],1))
GE=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,4],1))
RQ=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,5],1))
RoL=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,6],1))
CoC=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,7],1))
ICK=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23,8],1))
GDP=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 9],1))
Unemp=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 10],1))
GDebt=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 11],1))
Investments=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 12],1))
Inflation=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 13],1))
CA=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 14],1))
Popl=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 15],1))
EFI=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 16],1))
GNI=as.numeric(as.matrix(ДляУкраїни[1:23, 17],1))

```

Рис. 3. 21 Завантаження файлу, видалення пропущених значень та імпорт змінних

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Далі була завантажена бібліотека ggplot2, яка необхідна для побудови графіків, створено датафрейм, який містить змінні для кореляційного аналізу, проведено цей аналіз та візуалізовано результати у вигляді теплової карти.

```

library(ggplot2)

# Кореляційний аналіз
data_matrix <- data.frame(VA, PS, GE, RQ, RoL, CoC, ICK, GDP, Unemp,
                          GDebt, Investments, Inflation, CA, Popl, EFI, GNI)
correlation_matrix <- cor(data_matrix, use="pairwise.complete.obs")

# Перетворення кореляційної матриці у датафрейм
correlation_df <- as.data.frame(as.table(correlation_matrix))
names(correlation_df) <- c("Var1", "Var2", "Correlation")

# Візуалізація кореляційної матриці у вигляді теплової карти
ggplot(data = correlation_df, aes(x=Var1, y=Var2, fill=Correlation)) +
  geom_tile() +
  scale_fill_gradient2(low = "blue", mid = "lightblue", high = "red", midpoint = 0,
                      limits = c(-1, 1), name = "Correlation",
                      guide = guide_colorbar(ticks = TRUE, nbin = 4)) +
  theme_minimal() +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90, vjust = 0.5, hjust=1)) +
  labs(title = "Correlation Heatmap", x = "Variables", y = "Variables") +
  geom_text(aes(label = round(Correlation, 2)), color = "black")

```

Рис. 3. 22 Код проведення кореляційного аналізу та візуалізації результатів

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

З рис. 3.25 видно значну позитивну кореляцію ІСК з більшістю корупційних (політичних) показників, що підкреслює важливість ефективної та правильної діяльності інституцій країни (ІСК та Voice and Accountability (0,67); ІСК та Control of Corruption (0.58); ІСК та Rule of Law (0.51); ІСК та Government Effectiveness

(0.62)). Також помічені високі позитивні кореляції ВВП з Voice and Accountability, Rule of Law та ВНД. Щодо негативних кореляцій менше -0,5, увагу слід звернути на Political Stability та Державний борг (-0,9). Це явно показує, що чим гірша буде політична ситуація в країні, тим більшим буде борг. Схожа ситуація між Інвестиціями та Державним боргом (кореляція -0,67): чим більшим буде борг, тим меншою стане інвестиційна привабливість України та впаде кількість інвестицій.

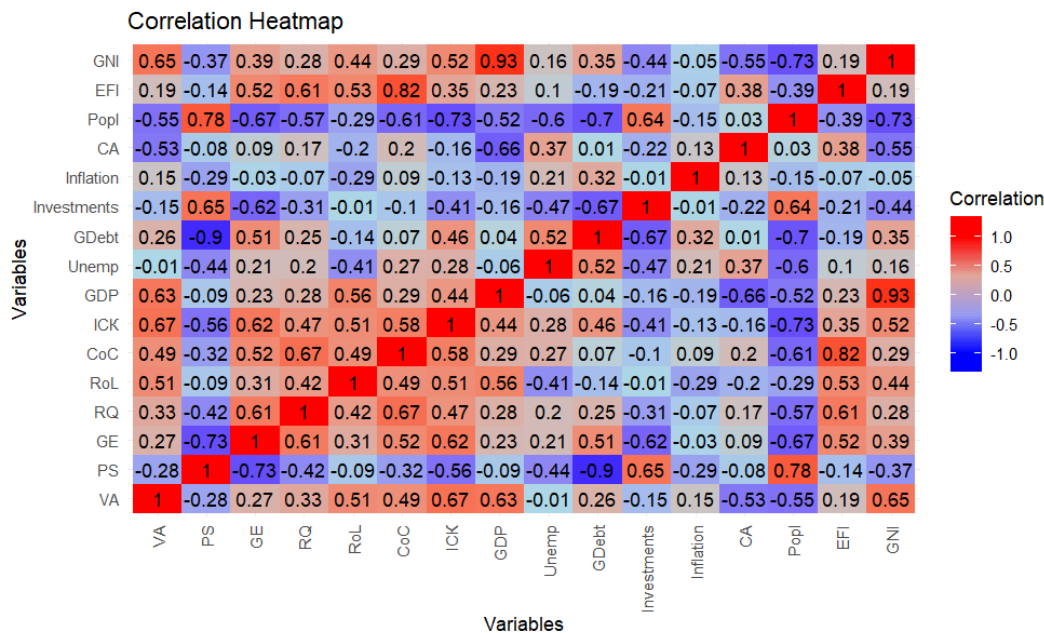


Рис. 3. 23 Кореляційна матриця

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в RStudio [23, 24, 34-42]

Після проведення кореляційного аналізу переходимо до побудови і пошуків кращої лінійної моделі (багатофакторної регресії).

```
#Побудова моделі за всіма показниками
fm1=lm(GDP~VA+PS+GE+RQ+RoL+CoC+ICK+Unemp+GDebt+
        Investments+Inflation+CA+Popl+EFI+GNI)
summary(fm1)

plot(GDP, type="l")
lines(predict(fm1), col="red")
```

Рис. 3. 24 Побудова лінійної моделі

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

З рис. 3.27 можна сказати, що статистично значущими є 2 змінні: CA (Поточний рахунок) та GNI (Валовий національний дохід), які мають р-значення менше 0.05.

```

Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-7380.5 -2536.9  -697.3  2931.7  9075.5

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 107341.16  343793.35   0.312  0.7640
VA          -39174.06  23420.49  -1.673  0.1383
PS           23605.58  13049.42   1.809  0.1134
GE          -13944.73  31202.52  -0.447  0.6684
RQ           36319.05  22497.19   1.614  0.1505
RoL          75207.51  57617.56   1.305  0.2331
CoC          -15961.02  52791.99  -0.302  0.7712
ICK           567.26   1074.60   0.528  0.6139
Unemp        -120.77   1750.50  -0.069  0.9469
GDebt         176.46    514.67   0.343  0.7418
Investments   419.48   1379.58   0.304  0.7699
Inflation     182.33    295.64   0.617  0.5569
CA           -3750.71  1562.56  -2.400  0.0474 *
Popl         -3453.85  5906.01  -0.585  0.5770
EFI           2369.42  2273.18   1.042  0.3319
GNI           31.95    11.06    2.887  0.0234 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 8184 on 7 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9918,    Adjusted R-squared:  0.9744
F-statistic: 56.77 on 15 and 7 DF,  p-value: 7.827e-06

```

Рис. 3. 25. Результати моделі №1

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в RStudio [23, 24, 34-42]

Аналізуючи модель загалом, потрібно сказати про ці три показники:

1. P-value: показує ймовірність того, що модель адекватна. У нашому випадку цей показник $7.827e-06$, що звичайно набагато менше за 0.05. Це означає, що модель адекватна.
2. Множинний R-квадрат – коефіцієнт детермінації; показує щільність зв'язку прогнозу (моделі) з реальними даними. Чим ближчий до 1 (100%), тим краще. У нас він становить 0.9918, що означає що наша модель дуже подібна до реальних даних.
3. Adjusted R-squared дорівнює 0.9744. Цей показник нам знадобиться далі для порівняння даної моделі з іншими для визначення найкращої.

Далі була спроба видалити найбільш незначущі змінні (Рівень безробіття, Державний борг та Інвестиції), щоб подивитися як зміниться якість моделі.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-8204.9 -2925.9  -831.6  3409.4  9048.8

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 169605.881 196617.916   0.863  0.40856
VA          -41138.960  14411.206  -2.855  0.01711 *
PS           21203.611   7421.954   2.857  0.01705 *
GE          -15107.334  23729.974  -0.637  0.53866
RQ           38346.839  18096.110   2.119  0.06012 .
RoL          81306.159  33578.162   2.421  0.03598 *
CoC          -5691.697  36759.158  -0.155  0.88003
ICK           564.829    890.012   0.635  0.53992
Inflation     228.612    216.523   1.056  0.31588
CA           -3826.096    909.517  -4.207  0.00181 **
PopI         -3437.700   3695.990  -0.930  0.37422
EFI          1666.850   1274.052   1.308  0.22004
GNI           31.644     7.623    4.151  0.00198 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6938 on 10 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9916,    Adjusted R-squared:  0.9816
F-statistic: 98.74 on 12 and 10 DF,  p-value: 9.992e-09

```

Рис. 3. 26 Результати моделі №2

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в RStudio [23, 24, 34-42]

Порівнюючи ці дві моделі можна сказати, що після покращення (видалення незначущих показників) кількість значущих збільшилася з 2 до 6, Adjusted R-squared у 2 моделі вищий, ніж у першій (0.9816 та 0.9744 відповідно), а також залишкова стандартна помилка 2 моделі є меншою. Це все вказує на те, що модель №2 є кращою за модель №1, тому в подальшому буде застосовуватись саме вона.

З рис. 3.24 видно, що червона лінія, яка означає прогнозовані значення ВВП на основі моделі, досить добре слідує за чорною, що свідчить про добре передбачення ВВП на основі обраних змінних.

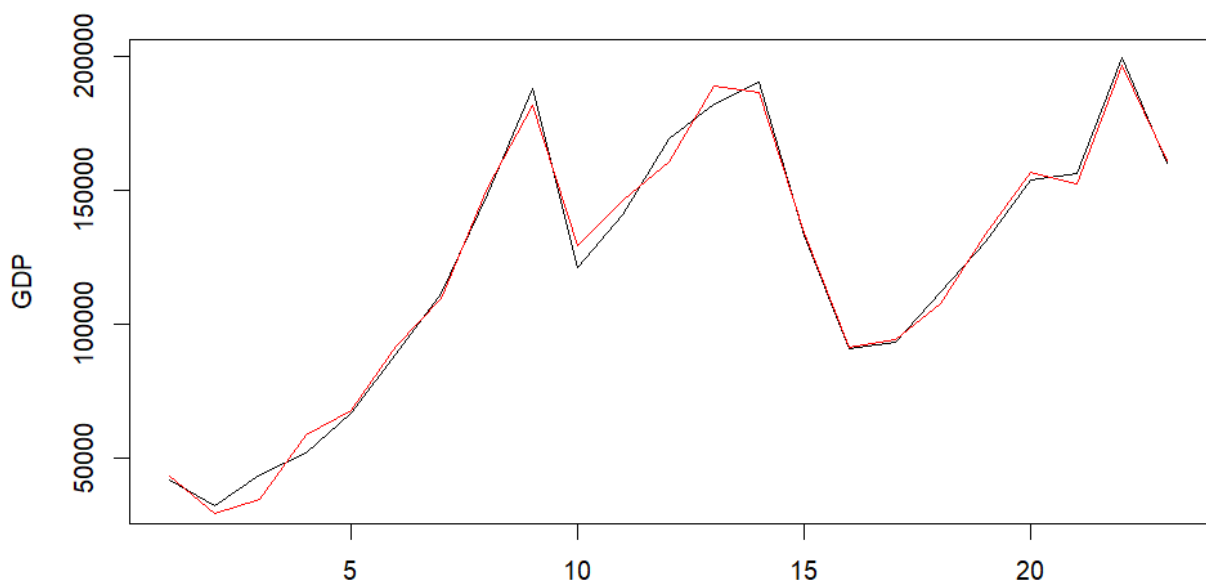


Рис. 3. 27 Лінійний графік фактичних та прогнозних значень ВВП

Джерело: власні розрахунки в RStudio на основі власноруч створеної бази даних [23, 24, 34-42]

Також необхідно подивитися еластичність змінних, щоб розуміти на скільки відсотків змінюється Y при зміні X на 1% (міра впливу фактору один на один).

З табл. 3.1 бачимо, що зростання показників, як Voice and Accountability, Government Effectiveness, Control of Corruption призведе до зростання значень ВВП. Найсильніше ВВП збільшиться при покращенні показників Індексі економічної свободи та Валовому національному доходу (0.6803186 та 0.6701865 відповідно).

Таблиця 3.1 Еластичність змінних

Змінна	Показник еластичності
VA	0.05190859
PS	-0.1378662
GE	0.07665031
RQ	-0.1437264
RoL	-0.5443111
CoC	0.04416443
ICK	0.122517
Inflation	0.02342897
CA	0.02178603
Popl	-1.252184
EFI	0.6803186
GNI	0.6701865

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків у RStudio [23, 24, 34-42]

На цьому етапі переходимо до побудови рівняння регресії, яке прогнозує значення ВВП, на основі моделі лінійної регресії, а саме на основі отриманих у моделі №2 коефіцієнтів.

Загальна форма рівняння регресії:

$$GDP = \beta_0 + \beta_1 \cdot VA + \beta_2 \cdot PS + \beta_3 \cdot GE + \beta_4 \cdot RQ + \beta_5 \cdot RoL + \beta_6 \cdot CoC + \beta_7 \cdot ICK + \beta_8 \cdot Inflation + \beta_9 \cdot CA + \beta_{10} \cdot Popl + \beta_{11} \cdot EFI + \beta_{12} \cdot GNI, \text{ де}$$

β_0 - постійний член рівняння, який є значенням ВВП, коли всі незалежні змінні дорівнюють нулю;

$\beta_1 - \beta_{12}$ – коефіцієнти кожної змінної.

```
GDP_formula=169605.881+(-41138.960)*VA+21203.611*PS+(-15107.334)*GE+38346.839*RQ+
81306.159*RoL+(-5691.697)*CoC+564.829*ICK+228.612*Inflation+(-3826.096)*CA+(-3437.700)*PopI+
1666.850*EFI+31.644*GNI
```

Рис. 3. 28 Рівняння регресії для ВВП

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Це рівняння регресії дозволяє прогнозувати значення ВВП на основі значень незалежних змінних. Кожен коефіцієнт показує величину і напрямок впливу відповідної змінної на ВВП. Його можна використовувати для прогнозування ВВП при заданих значеннях незалежних змінних, а також для аналізу, які змінні мають найбільший вплив на ВВП.

Що саме і було зроблено далі: проведено кілька міні досліджень, щоб подивитися на прогнози ВВП в залежності від внесених мною змін.

Для першого дослідження було покращено лише корупційні показники від 0,1 до 0,4, а також ІСК з 33 балів до 34. Економічні показники залишилися абсолютно такими самими, як і у 2022 році.

```
GDP_forecast1=169605.881+(-41138.960)*0.08+21203.611*(-1.6)+(-15107.334)*(-0.3)+38346.839*(-0.2)+
81306.159*(-0.7)+(-5691.697)*(-0.4)+564.829*34+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast1
```

Рис. 3. 29 Прогноз ВВП №1

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Отримала такі результати: 184558.4 (млн дол).

Як бачимо навіть такі незначні покращення показників, які відповідають за корупцію, можуть збільшити ВВП з 160502 млн дол до 184558 млн дол.

Наступними були прогнози, щоб перевірити, як зміна лише 1 корупційного показника на +0,5 змінить ВВП України, всі інші показники залишаються такими ж, як у 2022 році.

```

GDP_forecast2=169605.881+(-41138.960)*0.48+21203.611*(-1.99)+(-15107.334)*(-0.49)+38346.839*(-0.33)+
81306.159*(-0.91)+(-5691.697)*(-0.63)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast2

GDP_forecast3=169605.881+(-41138.960)*(-0.02)+21203.611*(-1.5)+(-15107.334)*(-0.49)+38346.839*(-0.33)+
81306.159*(-0.91)+(-5691.697)*(-0.63)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast3

GDP_forecast4=169605.881+(-41138.960)*(-0.02)+21203.611*(-1.99)+(-15107.334)*(0.1)+38346.839*(-0.33)+
81306.159*(-0.91)+(-5691.697)*(-0.63)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast4

GDP_forecast5=169605.881+(-41138.960)*(-0.02)+21203.611*(-1.99)+(-15107.334)*(-0.49)+38346.839*(0.2)+
81306.159*(-0.91)+(-5691.697)*(-0.63)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast5

GDP_forecast6=169605.881+(-41138.960)*(-0.02)+21203.611*(-1.99)+(-15107.334)*(-0.49)+38346.839*(-0.33)+
81306.159*(-0.41)+(-5691.697)*(-0.63)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast6

GDP_forecast7=169605.881+(-41138.960)*(-0.02)+21203.611*(-1.99)+(-15107.334)*(-0.49)+38346.839*(-0.33)+
81306.159*(-0.91)+(-5691.697)*(-0.13)+564.829*33+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast7

```

Рис. 3. 30 Прогнози ВВП №2-№7

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Таблиця 3. 2 Результати прогнозування

Показник	Значення у 2022 році	Задане значення на 2023 рік	Прогнозне значення ВВП (млн дол.)	Різниця прогнозного ВВП та ВВП 2022 року (млн дол)
Voice and Accountability	-0,02	0,48	141388.7	-19114
Political Stability	-1,99	-1,5	172348	11846
Government Effectiveness	-0,49	0,1	153044.9	-7458
Regulatory Quality	-0,33	0,2	182282	21780
Rule of Law	-0,91	-0,41	202611.3	42109
Control of Corruption	-0,63	-0,13	159112.4	-1390

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків у RStudio [23, 24, 34-42]

З табл. 3.2 видно, що збільшення таких показників, як Political Stability, Regulatory Quality та Rule of Law призведе до збільшення ВВП України від 11846 млн дол до 42000 млн дол (оскільки ВВП України у 2022 році становило 160502 млн дол). А от інші 3 показники навпаки знизять рівень ВВП України.

Також було перевірено, як сильно зменшиться ВВП, якщо всі корупційні показники погіршаться на 0,1-0,4.

```
GDP_forecast8=169605.881+(-41138.960)*(-0.054)+21203.611*(-2.29)+(-15107.334)*(-0.69)+38346.839*(-0.73)+
81306.159*(-1.1)+(-5691.697)*(-0.83)+564.829*32+228.612*20.183+(-3826.096)*4.988+(-3437.700)*34.840+
1666.850*54.1+31.644*4260
GDP_forecast8
```

Рис. 3. 31 Прогноз ВВП №8

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Результат наступний: прогнозне ВВП при погіршенні корупційних показників може становити 129803.9 млн дол. Порівнюючи зі значенням 2022 року, показник впав на 30699 млн дол, тобто приблизно на 19%.

3.3. Моделювання та прогнозування Державного боргу в RStudio

Аналогічно до прогнозів ВВП, було проведено дослідження впливу корупційних показників на державний борг, який вимірюється у відсотках від ВВП.

Спочатку були завантажені необхідні бібліотеки, імпортовані дані з того самого файлу, що використовувався для прогнозування ВВП, змінені назви колонок на скорочення, перевірені та видалені пропущені дані і створена модель лінійної регресії.

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-7.9370 -2.4754 -0.1242  2.4124  5.2094

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.092e+02  6.869e+01   3.046  0.00937 **
VA           1.168e+01  8.985e+00   1.300  0.21617
PS          -1.925e+01  2.294e+00  -8.394  1.32e-06 ***
RQ           7.282e+00  1.019e+01   0.714  0.48761
RoL         -2.138e+01  1.754e+01  -1.219  0.24464
CoC          2.093e+01  2.097e+01   0.998  0.33639
GDP          8.099e-05  4.562e-05   1.775  0.09925 .
Investments -8.110e-01  4.833e-01  -1.678  0.11721
CA           1.214e+00  5.336e-01   2.274  0.04055 *
EFI         -3.313e+00  7.039e-01  -4.707  0.00041 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.497 on 13 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.973,    Adjusted R-squared:  0.9543
F-statistic: 52.01 on 9 and 13 DF,  p-value: 9.821e-09
```

Рис. 3. 32 Результати за моделлю лінійної регресії для державного боргу

Джерело: власні розрахунки на основі роботи в RStudio [23, 24, 34-42]

З рис. 3.34 видно, що модель є адекватною (оскільки p-value менше 0,05), Multiple R-squared наблизений до 1 і становить 0.9744, отже її можна використовувати для продовження дослідження.

На даному етапі переходимо безпосередньо до прогнозування. Для значення корупційних показників були збільшені від 0,2 до 0,4, а Індекс сприйняття корупції з 33 до 35, при цьому значення економічних показників залишилися без змін з 2022 року.

```
# Зміна значень показників на задані прирости
new_data <- data.frame(
  VA = latest_data$VA + 0.2,
  PS = latest_data$PS + 0.4,
  GE = latest_data$GE + 0.3,
  RQ = latest_data$RQ + 0.4,
  RoL = latest_data$RoL + 0.2,
  CoC = latest_data$CoC + 0.3,
  ICK = 35,
  GDP = latest_data$GDP,
  Unemp = latest_data$Unemp,
  Investments = latest_data$Investments,
  Inflation = latest_data$Inflation,
  CA = latest_data$CA,
  Popl = latest_data$Popl,
  EFI = latest_data$EFI,
  GNI = latest_data$GNI
)
```

Рис. 3. 33 Прогнозування державного боргу №1

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Перший прогноз державного боргу на 2023 рік становив 76.288% від ВВП, що є менше, ніж у 2022 році (78,452%).

Наступний прогноз буде базуватися на збільшенні значень не лише корупційних показників (а отже їх покращенні), а й економічних.

```
# Зміна значень показників на задані прирости
new_data1 <- data.frame(
  VA = latest_data$VA + 0.2,
  PS = latest_data$PS + 0.4,
  GE = latest_data$GE + 0.3,
  RQ = latest_data$RQ + 0.4,
  RoL = latest_data$RoL + 0.3,
  CoC = latest_data$CoC + 0.3,
  ICK = 35,
  GDP = latest_data$GDP + 30000,
  Unemp = latest_data$Unemp - 10.528,
  Investments = latest_data$Investments + 4,
  Inflation = latest_data$Inflation - 9,
  CA = latest_data$CA + 2,
  Popl = latest_data$Popl + 3,
  EFI = latest_data$EFI + 3,
  GNI = latest_data$GNI + 1000
)
```

Рис. 3. 34 Прогнозування державного боргу №2

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

Цей прогноз дав результат у розмірі державного боргу 63.60689 % від ВВП, що вже є більш значним покращенням у порівнянні з попереднім результатом. Але це й логічно, оскільки покращенні по суті були застосовані по суті до усіх головних показників для країни.

Подивимось тепер як зміниться розмір державного боргу, якщо корупційні показники погіршаться від 0,2 до 0,4.

```
new_data2 <- data.frame(
  VA = latest_data$VA - 0.2,
  PS = latest_data$PS - 0.4,
  GE = latest_data$GE - 0.3,
  RQ = latest_data$RQ - 0.4,
  RoL = latest_data$RoL - 0.2,
  CoC = latest_data$CoC - 0.3,
  ICK = 31,
  GDP = latest_data$GDP,
  Unemp = latest_data$Unemp,
  Investments = latest_data$Investments,
  Inflation = latest_data$Inflation,
  CA = latest_data$CA,
  Pop1 = latest_data$Pop1,
  EFI = latest_data$EFI,
  GNI = latest_data$GNI
)
```

Рис. 3. 35 Прогнозування державного боргу №3

Джерело: розроблено автором при роботі в RStudio [23, 24, 34-42]

У разі такої негативної динаміки корупційних показників, борг України зросте на 5,5% і буде становити 83.92233% у 2023 році по відношенню до ВВП.

Таблиця 3. 3 Результати прогнозування державного боргу

Показник	Борг у 2022 році (по відношенню до ВВП)	Прогнозне значення боргу (по відношенню до ВВП)
Voice and Accountability	78,452%	82.08105%
Political Stability		75.0788%
Government Effectiveness		79.06774%
Regulatory Quality		81.85123%
Rule of Law		71.18202%
Control of Corruption		85.941%

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків у RStudio [23, 24, 34-42]

Окрім цих досліджень було також проведено аналогічні до прогнозів ВВП дослідження, у яких покращувався лише 1 корупційний показник, у даному випадку на 0,3. І серед 6 з них, лише 2 змогли самостійно вплинути на зменшення державного боргу, а саме показники Political Stability та Rule of Law (табл. 3.3). Це означає, що Україні треба зосереджуватися на в першу чергу на довірі громадян до законодавства, слідуванні йому, а також на зниженні рівня політичної нестабільності та політично вмотивованого насильства, як, наприклад, тероризм.

3.4. Аналіз існуючих звітів та опитувань стосовно корупції в Україні

Національне агентство з питань запобігання корупції щорічно звітує про результати судової практики притягнення до відповідальності за корупційні та пов'язані з корупцією правопорушення. Результати наступні:

- кількість корупційних та пов'язаних з корупцією кримінальних правопорушень:

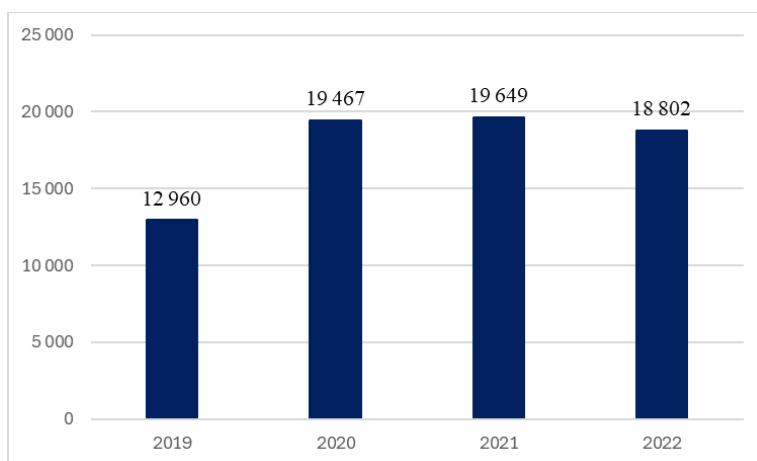


Рис. 3. 36 Кількість корупційних/пов'язаних з корупцією кримінальних правопорушень

З діаграми видно, що у порівнянні 2018 і 2022 років кількість корупційних правопорушень зростає на 6 тисяч, проте з 2021 року відбувся незначний спад трохи менше, ніж на тисячу.

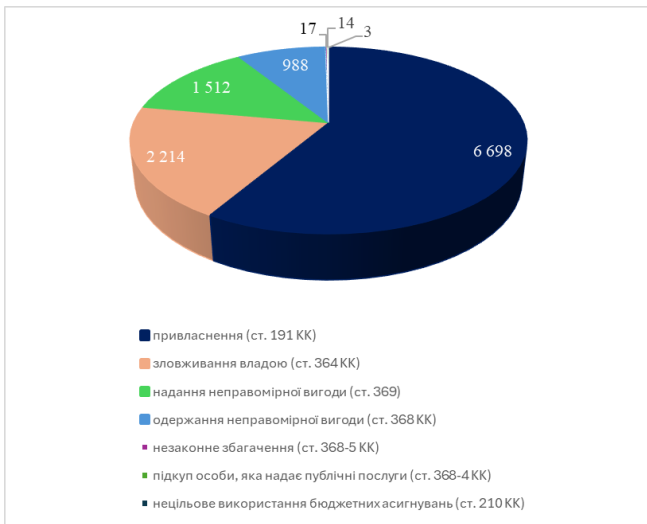


Рис. 3. 37 Частка кримінальних правопорушень за видами у 2022 році

- кількість осіб, які вчинили корупційні правопорушення

Найбільше кримінальних правопорушень у 2022 році було за статтею 191 КК України, а саме «Привласнення, розтрата майна або заволодіння ним шляхом зловживання службовим становищем». На другому місці – стаття 364 ККУ «Зловживання владою або службовим становищем», на третьому – стаття 369 ККУ «Пропозиція, обіцянка або надання неправомірної вигоди службовій особі». Це говорить про те, що в Україні набагато більший відсоток великої корупції та корупції серед державних службовців, посадових осіб місцевого самоврядування або районних адміністрацій.

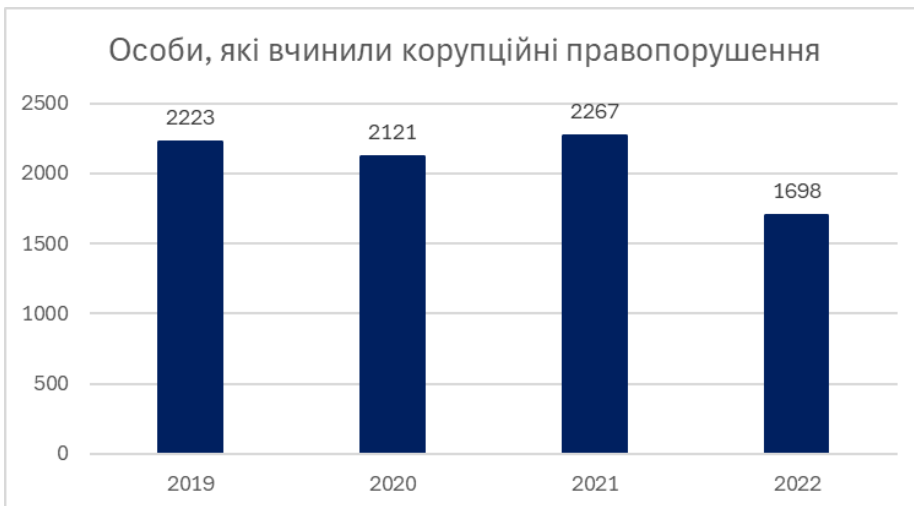


Рис. 3.38 Кількість осіб, які вчинили корупційні/пов'язані з корупцією правопорушення

У порівнянні з попередніми 3 роками, кількість осіб, які вчинили правопорушення значно знизилася, що є позитивною динамікою. Пік припав саме на 2021 рік.

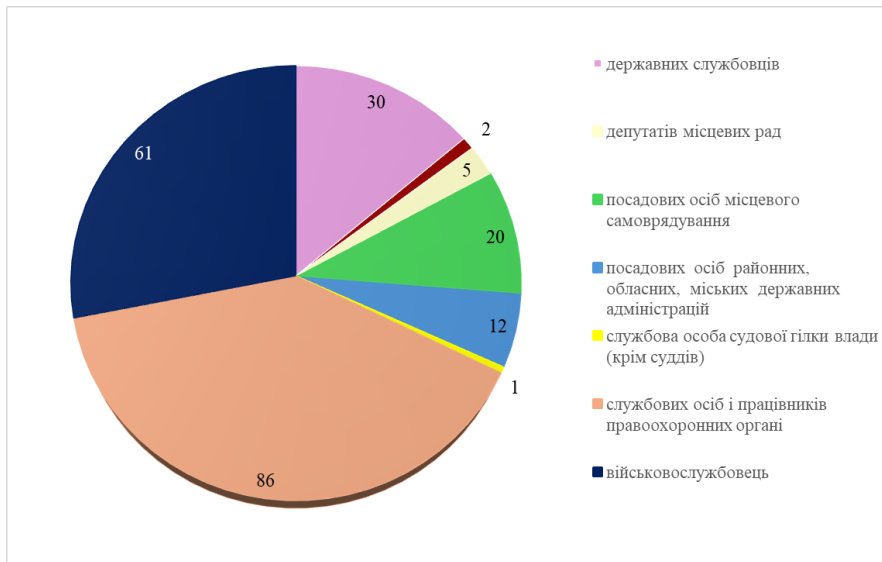


Рис. 3. 39 Посади цих осіб

Серед цих людей (Рис. 3.41) найбільше службових осіб та працівників правоохоронних органів (86 осіб), військовослужбовців (61 особа), державні службовці (30 осіб) та посадових осіб місцевого самоврядування (20). Меншу частина складають посадові особи районних, обласних, міських державних адміністрацій, службові особи судової гілки влади (крім суддів), депутати місцевих рад.

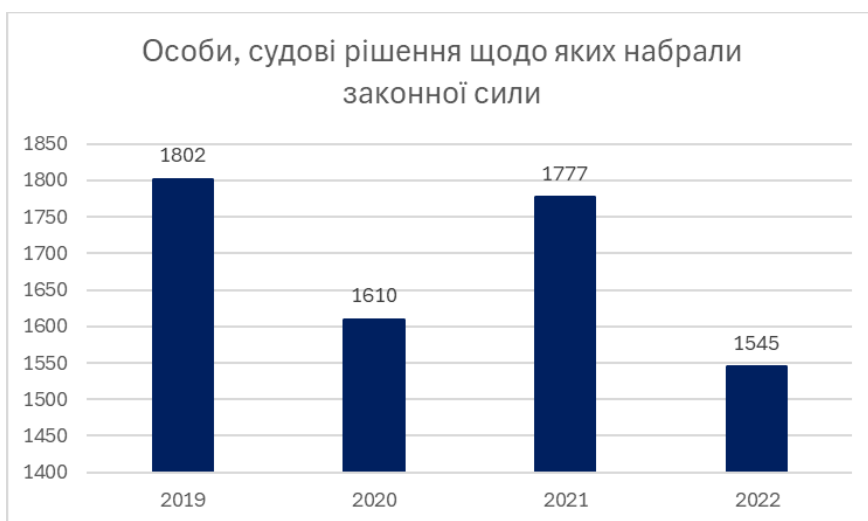


Рис. 3. 40 Особи, судові рішення щодо яких набрали законної сили

У 2022 рік таких осіб найменше, але лише через те, що і осіб-правопорушників було менше. І вийшло навіть так, що судові рішення набрали законної сили для 90%

з них. В порівнянні з 2021 роком, лише щодо 79% осіб-правопорушників судові рішення набрали законної сили. У 2020 році – 76%.

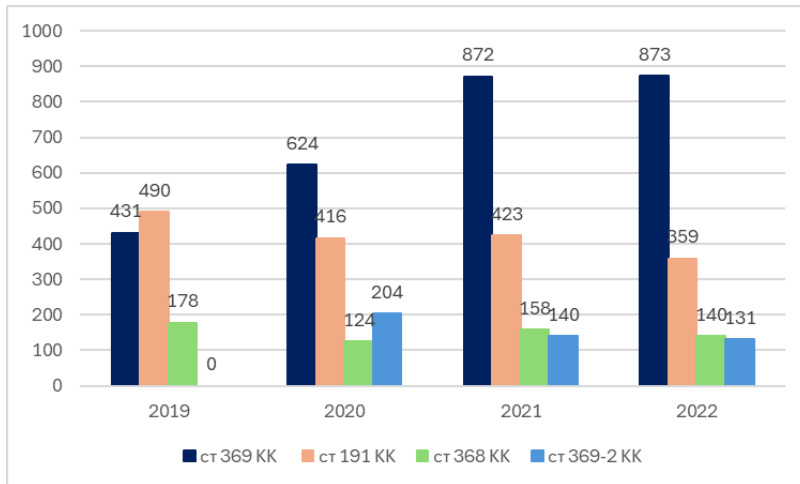


Рис. 3. 41 Найбільш поширені статті КК цих судових рішень

Упродовж 2020-2022 років найпоширенішою була стаття щодо «Пропозиція, обіцянка або надання неправомірної вигоди службовій особі», на другому місці стаття про зловживання службовим становищем і, як результат, привласнення, заволодіння або розтрата майна. У 2019 році ці дві статті були на протилежних позиціях, на першому місці стаття №191 КК, на другому – стаття 369 КК.

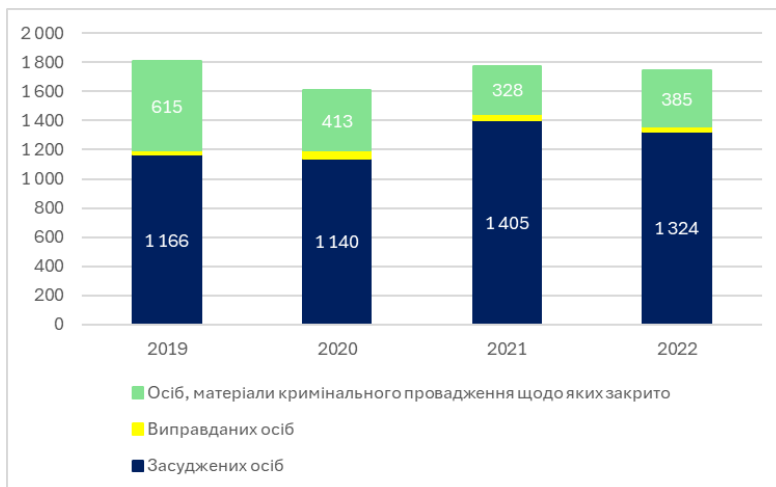


Рис. 3. 42 Засуджених, виправданих та осіб, матеріали кримінального провадження щодо яких закрито

Протягом усіх розглянутих років, засуджених осіб було значно більше, проте закрито кримінальних проваджень було від 18,45% у 2021 році до 34,12% у 2019 році. У 2022 році 24,91% особам закрили кримінальні провадження.

Джерело: рис. 3.38-3.44 побудовано автором на основі звіту за результатами аналізу судової практики притягнення до відповідальності за корупційні та пов'язані з корупцією кримінальні правопорушення за 2022 рік (електронне джерело: <https://nazk.gov.ua/pdfjs/?file=/wpcontent/uploads/Pages/a1/ef/a1efa0d545949c0a57be0bbd01e11b2291979bca21cb80ed66e3e58a829043be1321416.pdf>).

Висновок до розділу 3

Для реалізації першої частини розділу 3 було обране середовище Kaggle. Змінні, використані для дослідження були обрані на основі аналізу різних міжнародних джерел про складові корупції та вплив політичних факторів на економіку країни. Вибір країн для проведення дослідження базувався на логіці про те, що передбачення будуть більш точними, якщо тренувати моделі на даних країн, економіки яких досить схожі, саме тому використовувалися 14 пострадянських країн.

Кореляційний аналіз для всіх країн показав, що найбільше корупційні показники впливають на ВНД та ВВП, у той час, як окремо для України, була помічена висока позитивна кореляція Політичної стабільності з Інвестиціями та негативна кореляція з Державним боргом, що означає – покращення політичної ситуації в Україні призведе до зменшення боргу. Також негативна кореляція була між Боргом та Інвестиціями, і означала, що зменшення рівня заборгованості призведе до покращення інвестиційного клімату України.

Для даного дослідження було прийняте рішення побудувати 6 моделей регресії та модель нейронної мережі, а після їх навчання подивитися, які з них мають найменші відхилення прогнозованих значень від фактичних (MAE). Виявилось, що найгіршою моделлю є саме Decision Tree, а найкращими моделями: XGBoost та CatBoost. Навчання моделей проводилось на очищених даних усіх пострадянських країн, після якого, за допомогою діаграм розсіювання, було візуалізовано прогнозні значення ВВП 2023 року в залежності від Індексу сприйняття корупції. Окрім цього, на основі моделі лінійної регресії було знайдено коефіцієнти важливості кожної з використаних ознак на прогнози росту ВВП у 2023 році. Аналогічні моделі та прогнози були побудовані вже окремо для України, але для більшої достовірності

результатів при обчисленні коефіцієнтів важливості було видалено змінні, між якими була присутня занадто сильна кореляція.

Але через малі рівні адекватності більшості моделей, на отримані прогнози краще не спиратися. Тому було прийняте рішення провести схоже дослідження у середовищі RStudio у другій частині 3 розділу

У цій частині використовувався файл лише з даними по Україні. Був також проведений кореляційний аналіз з візуалізацією у вигляді теплової карти. Оскільки прогнози будувалися не лише для ВВП України у 2023, а й для Державного боргу, тому спочатку була побудована лінійна модель (багатофакторна регресія) за всіма факторами для ВВП, далі знайдена модель була удосконалена, визначені еластичності факторів, побудоване рівняння регресії та 8 прогнозів ВВП при різних заданих умовах. А далі все те саме було проведене для прогнозування Державного боргу.

Остання частина 3 розділу містить візуалізацію та аналіз результатів опитувань та звітів Національного агентства з питань запобігання корупції.

ВИСНОВКИ

Дана дипломна робота мала на меті дослідити вплив корупційних ризиків на сталий економічний розвиток країни. Таке складне та широке поняття, як корупція впливає майже на всі аспекти економічного розвитку країни. Вона відбувається на різних рівнях, починаючи від хабаря лікарю, закінчуючи відмиванням коштів на будівництві доріг і може бути викликана такими факторами, як недостатній рівень заробітних плат у державному секторі, втручанням держави в контролювання цін, торгівельні бар'єри та навіть просто людських фактор. Саме через таку комплексність цього явища, тема моделювання впливу корупції на економіку України є дуже актуальною.

У даній роботі були виконані поставлені завдання та досягнуті наступні результати:

1. Досліджено явище корупції та її вплив на розвиток економіки країни, розглянуто роботи вчених з цього приводу, які розділилися на два табори: перший пояснював можливий позитивний вплив корупції на країну на прикладі Східної Азії, другий був переконаний у лише негативному відбитку на економіку. У випадку України, суспільство все ж схиляється до думки другої групи вчених, оскільки важко побачити позитив у явищі, яке підриває демократичні інституції, довіру громадян до влади, правовий порядок, викривляє конкуренцію, погіршує інвестиційний клімат та якість життя. Також проаналізовано українські антикорупційні органи, наявні закони та можливість запозичення міжнародної практики боротьби з корупцією.
2. Розглянуто теоретичні та методологічні основи моделювання зв'язку рівня корупції та економічного стану країни, чинники, які спричиняють розвиток корупції, роль головних економічних показників країн, серед яких: ВВП, ІЛР, індекси конкурентоспроможності та інвестиційного клімату. А також приділено увагу різним методам і моделям, які існують для дослідження впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток.
3. У частині дослідження в Kaggle проведено кореляційний аналіз по всім обраним країнам та окремо по даним України і вдалося підтвердити, що

більшість корупційних показників пояснюють зміни в економіці. Побудовано 6 моделей регресії та 1 нейронну мережу для моделювання та прогнозування значень ВВП на 2023 рік спочатку по даним всіх країн, а потім лише по даним України. Моделі було перевірено та порівняно на основі MAE, вилучено коефіцієнти важливості усіх ознак з моделі лінійної регресії, візуалізовано прогнози за кожною з моделюю на діаграмах розсіювання. Після їх аналізу та розрахунків стало зрозуміло, що не варто сильно розраховувати на дані передбачення (що для всіх пострадянських країн, що для України), оскільки моделі виявились з малим рівнем адекватності.

4. Моделювання та прогнозування в RStudio проводилося для двох економічних показників: ВВП та Державного боргу лише по даним України. Спочатку також був проведений кореляційний аналіз, далі було побудовано та порівняно дві лінійні моделі для ВВП, серед яких обрано найкращу, базуючись на кількості значущих факторів, оцінці адекватності та значень Adjusted R-squared. На основі отриманих з моделі коефіцієнтів була проведена перевірка еластичності факторів та побудоване рівняння регресії, яке в подальшому буде використане для прогнозування ВВП. Передбачень було 8, кожне з яких базувалося на різних заданих значеннях: покращення всіх незалежних змінних, покращення лише корупційних показників, погіршення корупційних показників та покращення лише однієї з корупційних змінних. Це дало змогу зрозуміти, які з них мають найсильніший вплив на зміну ВВП України. Аналогічна процедура була застосована для побудови прогнозів рівня Державного боргу, але їх було 9. На покращення обох цих змінних найбільше впливає позитивна динаміка Політичної стабільності та Верховенства права. А погіршення одночасно всіх корупційних показників здатне знизити ВВП України на 19% та збільшити Державний борг на 5,5%.
5. Аналіз звіту «Результати судової практики притягнення до відповідальності за корупційні та пов'язані з корупцією правопорушення», проведений НАЗК

ще раз підтвердив наявну в Україні проблему з корупцією і те, що більша її частка походить саме від державних інституцій. А отже підтвердив отримані в процесі моделювання результати, які свідчать про те, що при покращенні корупційних показників, а особливо прозорості, ефективності діяльності органів влади, дотриманні діючого законодавства та обґрунтованій політиці уряду можна поступово рухатись у напрямку сталого економічного розвитку.

Дана робота дала змогу зрозуміти, з якою силою кожен з розглянутих корупційних чинників може вплинути на зміни ВВП та Державного боргу, на якій зі сфер треба зосередитись у першу чергу, щоб досягнути максимально гарних результатів за короткий проміжок часу та якими повинні бути значення усіх використаних показників, щоб хоча б дійти межі, яка встановлена для країн, що розвиваються дослідженням Світового банку – 64% від ВВП.

Результати, отримані у цій роботі, можна застосовувати для подальших досліджень за цією тематикою, а також для розробки стратегій боротьби з корупцією, яка буде враховувати іноземний досвід та особливості залежностей ВВП та Державного боргу України від конкретних показників, які сприяють розвитку цього явища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Закон України «Про запобігання корупції». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1700-18>
2. Цивільна конвенція про боротьбу з корупцією. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_102
3. Кушнар'ов І.В. Політична корупція: порівняльно-політологічна концептуалізація. Київ : «Юридична думка», 2018. 408 с.
4. UN Guide for Anti-corruption Policies. URL: https://www.unodc.org/pdf/crime/corruption/UN_Guide.pdf
5. Кохан Г.В. Явище політичної корупції: теоретико-методологічний аналіз. Київ : НІСД, 2013. 232 с.
6. Шиян А.А. Теоретико-ігровий аналіз раціональної поведінки людини та прийняття рішень в управлінні соціально-економічними системами. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 414 с
7. Дзюбик С. Д. Основи економічної теорії : навч. посіб. / С. Д. Дзюбик, О. С. Ривак – 3-тє вид., переробл. і доповн. – К. : Знання, 2014. – 423 с.
8. Бутка М. П. Теорія прийняття рішень : підруч. / М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Мащенко. – К. : «Центр учбової літератури», 2015. – 360 с.
9. Ус С. А. Моделі й методи прийняття рішень : навч. посіб. / С. А. Ус, Л. С. Коряшкіна. – Д. : НГУ, 2014. – 300 с.
10. John von Neumann, Oskar Morgenstern. 1947. The Theory of Games and Economic Behavior. 2nd ed.
11. Мельник М. І. Корупція: сутність, поняття, заходи протидії : [монографія] / М. І. Мельник. – Київ : Атіка, 2001.
12. Alkire, S., & Foster, J. (2008). Measuring Human Development: A Primer. Journal of Human Development and Capabilities.
13. Blanchard, O., & Johnson, D. R. (2019). Macroeconomics.
14. Cartier-Bresson, J. (1995), "L'Economie de la Corruption,".
15. Leff, N. H. (1964). Economic Development Through Bureaucratic Corruption. Journal of American Behavioral Scientist, 8(3), p. 8–14.

16. Rock, M. T., & Bonnett, H. (2004). The comparative politics of corruption: accounting for the East Asian paradox in empirical studies of corruption, growth and investment. *World Development*, p. 999–1017.
17. Li, S., & Wu, J. J. (2007). Why China thrives despite corruption. *Far Eastern Economic Review*, 170(3), p. 24.
18. Friedrich, C. J. (1972). *The Pathology of Politics: violence, betrayal, corruption, secrecy, and propaganda*: Harper & Row New York, 287 p.
19. Nye, J. S. (1967). Corruption and political development: A costbenefit analysis. 61(2), 417-427 p.
20. Vinod, H. D. (1999). Statistical analysis of corruption data and using the Internet to reduce corruption. 10(4), 591-603 p.
21. Mo, P. H. (2001). Corruption and economic growth. 29(1), 66-79 p.
22. Mauro, Paolo. "Corruption and growth." *The quarterly journal of economics* 110.3 (1995): 681-712 p.
23. Corruption Perceptions Index. URL: <https://www.transparency.org/en/cpi/2023>
24. Worldwide Governance Indicators. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>
25. Roberto Colombi, Antonio Forcina (2014). Testing order restrictions in contingency tables, 13 p.
26. Jan Ditzen, Yiannis Karavias, Joakim Westerlund. Testing and Estimating Structural Breaks in Time Series and Panel Data in Stata. Discussion Papers 21-14, Department of Economics, University of Birmingham.
27. Sachin Kasture. Discovering dependencies in complex physical systems using Neural Networks (2021), 6 p.
28. Abhishek Thommandru, Fazilov Farkhod Maratovich, Niyozova Salomat Saparovna. Fortifying Uzbekistan's integrity landscape: Harnessing India's tech-driven anti-corruption strategies. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100206>
29. Petra Koudelková & Valery Senichev (2014). Mix research approach towards corruption - experts' perception: challenges and limitations. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1172>

30. Salman Bahoo, Ilan Alon, Andrea Paltrinieri (2020). Corruption in international business. *International Business Review*, , vol. 29 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969593119309473?via%3Dihub>
31. Roberto Nai, Rosa Meo, Gabriele Morina, Paolo Pasteris (2023). Public tenders, complaints, machine learning and recommender systems: a case study in public administration. DOI:10.1016/j.clsr.2023.105887.
32. Randall Balestrieri Meta, Mark Ibrahim, Ari Morcos, Shashank Shekhar, Tom Goldstein (2023). A Cookbook of Self-Supervised Learning. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.12210>.
33. Статистичні дані економічних показників пострадянських країн. URL: <https://www.knoema.com>
34. ВВП України 1998-2022 роки. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp>
35. Рівень безробіття (у відсотках) в Україні 1998-2022 роки. URL: : <https://index.minfin.com.ua/ua/labour/unemploy/>
36. Державний борг України (у відсотках від ВВП). URL: <https://public.knoema.com/xurnare/imf-world-economic-outlook-weo-database-october-2023>
- Загальний обсяг інвестицій в Україні. URL: <https://public.knoema.com/xurnare/imf-world-economic-outlook-weo-database-october-2023>
38. Інфляція в Україні у 1998-2022 роках. URL: <https://public.knoema.com/xurnare/imf-world-economic-outlook-weo-database-october-2023>
39. Баланс поточного рахунку (у відсотках ВВП). URL: https://www.imf.org/external/datamapper/BCA@WEO/OEMDC/ADVEC/WEO_WORLD
40. Населення України 1998-2022 роки. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/>

41. Індекс економічної свободи України. URL:
<https://public.knoema.com/fettqbg/index-of-economic-freedom>
42. Валовий національний дохід. URL:
<https://fred.stlouisfed.org/series/MKTGNIUAA646NWDB>

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

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

Петриченко Анни Ігорівни

1. Тема роботи: Моделювання впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України.
2. Термін завершення роботи: 02.06.2024 року.
3. Попередній захист роботи: 03.06.2024 року.
4. Об'єкт дослідження: вплив корупційних ризиків на основні економічні показники пострадянських країн та окремо України.
5. Предмет дослідження: методи та моделі впливу корупційних ризиків на сталий економічний розвиток країни.
6. Мета дослідження: проаналізувати вплив корупційних ризиків на сталий економічний розвиток України та зробити висновки щодо стратегії боротьби з корупцією.
7. Завдання дослідження:
 - 7.1. Проаналізувати теоретико-методологічні засади дослідження даної теми.
 - 7.2. Дослідити вплив корупційних показників, побудувати моделі та визначити найкращу.
 - 7.3. Застосувати моделі окремо для України.
 - 7.4. Спрогнозувати економічні показники на 2023 рік.

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент Федоренко Ірина
Костянтинівна

Студент:

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	18.11.2023-19.11.2023	
2	Розробка та затвердження завдання кваліфікаційної роботи бакалавра	20.11.2023-22.11.2023	
3	Вивчення наукових робіт за темою дипломної роботи	26.03.2024-02.04.2024	
4	Збір даних та створення бази даних для дослідження	03.04.2024-10.04.2024	
5	Кореляційний аналіз в Kaggle	11.04.2024-12.04.2024	
6	Побудова та навчання моделей в Kaggle	13.04.2024-21.04.2024	
7	Порівняння якості моделей, розрахунки MAE в Kaggle	22.04.2024-30.04.2024	
8	Побудова прогнозів в Kaggle	01.05.2024-07.05.2024	
9	Побудова лінійних моделей ВВП та Державного боргу у RStudio	08.05.2024-12.05.2024	
10	Пошуки оптимальних моделей та перевірка адекватності	13.05.2024-14.05.2024	
11	Побудова регресійних рівнянь та прогнозування GDP і Public Debt у RStudio при різних заданих умовах	15.05.2024-21.05.2024	
12	Написання висновків	22.05.2024-26.05.2024	
13	Коригування та оформлення остаточного варіанту роботи	27.05.2024-03.06.2024	

Науковий керівник: Федоренко Ірина Костянтинівна

Студент: Петриченко Анна Ігорівна