

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Навчально-науковий інститут бізнесу, економіки та менеджменту

Кафедра економічної кібернетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Віталія КОЙБІЧУК
(підпис)

_____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 051 «Економіка» ,

освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»

на тему: «Моделювання та прогнозування впливу рівня цифровізації на економічний розвиток»

Здобувача групи ЕК-01а/2-1 Науменка Володимира Миколайовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Володимир НАУМЕНКО

Керівник: д.-рка екон. наук, доцентка Ганна ЯРОВЕНКО _____

Суми – 2024

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнесу, економіки та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри
к.е.н., доцентка
_____ Віталія КОЙБІЧУК
“__” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
(спеціальність 051 Економіка «Економічна кібернетика та бізнес аналітика»)

студенту 4 курсу, групи ЕК-01а/2-1

Науменка Володимира Миколайовича

1. Тема роботи Моделювання та прогнозування впливу рівня цифровізації на економічний розвиток
затверджена наказом по університету від «08» травня 2024 року №0486-VI
2. Термін подання студентом закінченої роботи «31» травня 2024 року
3. Мета кваліфікаційної роботи розробка математичної моделі прогнозування впливу рівня цифровізації на економічний розвиток країни.
4. Об'єкт дослідження економічний розвиток країн в умовах цифровізації.
5. Предмет дослідження моделі машинного навчання, що використовуються для прогнозування економічних показників у контексті цифрової економіки.
6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах наукових статей, монографій, даних міжнародних організацій та інформаційно-аналітичних матеріалів, що стосуються цифровізації економіки.
7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети

Розділ 1 Теоретичні основи моделювання економічного розвитку країн в залежності від рівня їх цифровізації – термін подання: 10.05.2024

У розділі 1 Провести огляд літератури та проаналізувати основні теоретичні підходи до моделювання економічного розвитку, зокрема вивчити вплив цифровізації на економіку. Визначити основні моделі машинного навчання, які використовуються для прогнозування економічних показників. Вивчити методи нормалізації даних та їх вплив на точність моделей.

Розділ 2 Побудова математичної моделі прогнозування впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток – термін подання: 25.05.2024

У розділі 2 Розробити та застосувати моделі машинного навчання для прогнозування економічних показників на основі реальних даних. Провести первинний аналіз вхідного масиву даних.

Розділ 3 Оцінка якості побудованих моделей прогнозування впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток – термін подання: 25.05.2024

У розділі 3 Провести оцінку ефективності моделей за допомогою параметрів MSE, MAD, RMSE, BIC та VIF. Аналізувати результати та розробити рекомендації щодо використання моделей машинного навчання у практиці економічного розвитку.

8. Консультації з роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

9. Дата видачі завдання: «01» квітня 2024 року

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Г.М. Яровенко

(ініціали, прізвище)

Завдання до виконання одержав

(підпис)

В. М. Науменко

(ініціали, прізвище)

Анотація

Актуальність теми, обраної для дослідження, визначається тим, що цифровізація економіки має значний вплив на всі аспекти економічного життя, створюючи нові можливості для підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення якості життя. Водночас ці технології вимагають нових підходів до управління та регулювання економіки.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у вивченні існуючих підходів до моделювання економічного розвитку в умовах цифрової економіки та аналізі ефективності цих підходів з урахуванням сучасних технологічних тенденцій.

Об'єктом дослідження є економічний розвиток країн в умовах цифровізації. Предметом дослідження є моделі машинного навчання, що використовуються для прогнозування економічних показників у контексті цифрової економіки.

Завданням дослідження є аналіз впливу цифровізації на економічний розвиток та дослідження моделей машинного навчання, що застосовуються для прогнозування економічних показників.

Для досягнення поставленої мети та задач дослідження були використані такі методи дослідження: аналіз літературних джерел, моделювання, статистичний аналіз, методи машинного навчання.

Інформаційною базою кваліфікаційної роботи є наукові статті, монографії, дані міжнародних організацій та інформаційно-аналітичні матеріали, що стосуються цифровізації економіки.

Основний науковий результат кваліфікаційної роботи полягає у такому: Встановлено, що моделювання економічного розвитку в умовах цифровізації вимагає використання складних моделей машинного навчання, які здатні обробляти великі обсяги даних та враховувати численні фактори. Виявлено, що нормалізація даних є критичним етапом передобробки даних, що забезпечує коректну роботу моделей машинного навчання.

Одержані результати можуть бути використані для розробки стратегій економічного розвитку країн в умовах цифрової трансформації, а також для вдосконалення методів прогнозування економічних показників.

Робота виконана в рамках НДР №0124U000544 «Кібербезпекові та цифрові трансформації економіки країни воєнного стану: боротьба із кіберзлочинами, корупцією та тіньовим сектором».

Ключові слова: цифровізація, економічний розвиток, кореляційна матриця, машинне навчання, нормалізація даних, моделювання.

Зміст кваліфікаційної роботи викладено на 67 сторінках. Список використаних джерел із 47 найменувань, розміщений на 4 сторінках. Робота містить 4 таблиці, 35 рисунків, а також 2 додатки.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2024 рік.

Рік захисту – 2024 рік.

Зміст

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.	9
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ КРАЇН В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ ЇХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ.....	9
1.1. Сутність та значення цифровізації для економічного розвитку	9
1.2. Аналіз існуючих підходів до моделювання економічного розвитку країни	15
1.3. Постановка задач моделювання	19
РОЗДІЛ 2.	21
ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ КРАЇНИ НА ЇЇ ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК	21
2.1. Опис вхідного масиву даних дослідження	21
2.2. Практична реалізація первинного аналізу даних.....	23
2.3. Практична реалізація побудови моделей машинного навчання	32
РОЗДІЛ 3.	37
ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОБУДОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛЕЖНОСТІ ВПЛИВУ СТЕПЕНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇНИ	37
3.1. Перевірка якості побудованих моделей.....	37
3.2. Реалізація прогнозування на основі побудованих моделей.....	40
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТКИ.....	50

ВСТУП

Актуальність дослідження. Актуальність даної теми обумовлена стрімкими темпами зростання ролі інформаційно-комунікаційних технологій в сучасній діяльності різноманітних суб'єктів економіки. Як відомо, процеси глобалізації та застосування інформаційно-комунікаційних технологій постійно розповсюджуються, водночас зростає рівень цифровізації суспільства та аудиторія мережі Інтернету в різних країнах, кількість та якість цифрового продукту. Повсякчас виникають нові технології, що пов'язані з математичним моделюванням реальності. Це призводить до того, що цифровізація наразі стає рушійною та потужною силою кардинальних змін в усіх галузях життєдіяльності, адже вона трансформує світовий економічний розвиток та сприяє модернізації ключових аспектів державного управління.

Інформаційні технології (ІТ) це не тільки одна з галузей, що найбільш швидко розвиваються, що створює велику кількість робочих місць, але й імператив, що сприяє розвитку та вдосконаленню. Число осіб, що підключені до Інтернету станом на квітень 2024 року, налічувало 5,4 мільярда людей, що становить майже 67% світового населення. Також доходи країн багато в чому залежать від доступності Інтернету: у бідних країнах відсоток підключеного населення до Інтернету становить лише 26%, водночас як цей показник для країн з розвинутими економіками становить 92%[38].

У цьому новому середовищі конкурентоспроможність економіки залежить від здатності впроваджувати інновації. Через те досить актуальною є проблематика дослідження впливу ступеню цифровізації країни на розвиток її економіки. Це дозволить з'ясувати саме ті фактори, що найтісніше взаємопов'язані між собою, а це, в свою чергу, надає можливість створити моделі для прогнозування можливих трансформаційних явищ в економіці України в залежності від розвитку її інформаційно-комунікативного простору, особливо в умовах воєнного стану.

Отже, питання дослідження прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на її економічний розвиток є актуальним, оскільки від об'єктивного

вивчення особливостей цього впливу залежить успішне функціонування економіки країни та побудова її конкурентоздатної цифрової стратегії на світовому ринку.

Мета дослідження специфіка розробки та впровадження математичної моделі прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на рівень розвитку її економіки.

Завдання дослідження:

1. розглянути процеси цифровізації та їх значення для економічного розвитку;
2. проаналізувати існуючі підходи до моделювання економічного розвитку країни;
3. описати задачу моделювання економічного розвитку країни залежно від рівня цифрового розвитку;
4. проаналізувати та зібрати масив даних для дослідження;
5. реалізувати первинний аналіз статистичних даних методами машинного навчання;
6. побудувати математичну модель прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на рівень розвитку її економіки
7. перевірити якість побудованої моделі
8. застосувати моделювання на основі побудованої моделі

Об'єкт – процес проектування математичної моделі прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на рівень розвитку її економіки.

Предмет – методи та засоби використання засобів математичного моделювання в процесі проектування моделей прогнозування.

Наукова новизна проведеного дослідження. Результати дослідження демонструють спосіб, використання засобів математичного моделювання під час побудови моделі прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на рівень розвитку її економіки.

Практичне значення результатів. Використання методів та засобів математичного моделювання для побудови моделі прогнозування ролі міри розвитку цифрового сектору країни на рівень розвитку її економіки.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ КРАЇН В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ ЇХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

1.1. Сутність та значення цифровізації для економічного розвитку

Цифрова трансформація (цифровізація) - це процес прийняття та впровадження ІКТ задля проектування нових продуктів, послуг та операцій через переклад бізнес-процесів у цифровий формат [3].

Метою його реалізації є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, покращення якості обслуговування та підвищення ефективності.

У сучасному взаємопов'язаному світі цифровізація перетворила економіку та суспільство у глобальному масштабі. Однак країни третього світу, які часто характеризуються слаборозвиненою інфраструктурою та обмеженим доступом до технологій, повільно впроваджують цифрову революцію (рис. 1.1).

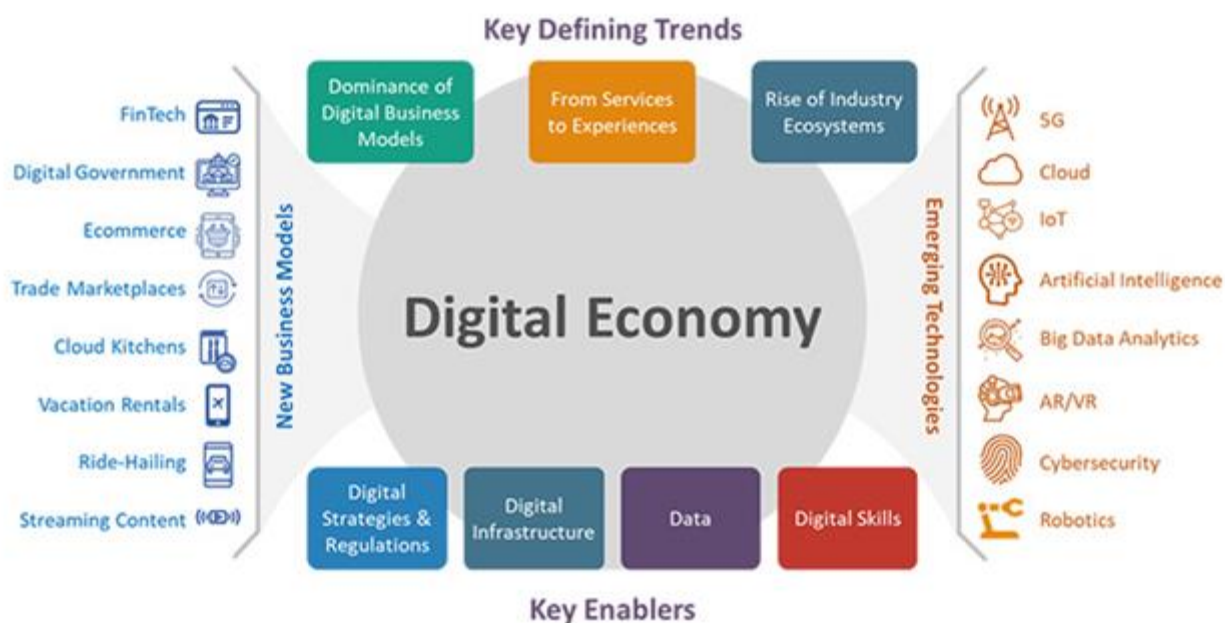


Рис. 1.1 – Структура цифрової моделі економіки [4]

Тим не менш, цифровізація економіки має першорядне значення для розкриття величезного потенціалу та сприяння сталому зростанню.

Розширення доступу до інформації та знань.

Цифровізація пропонує безпрецедентний доступ до інформації та знань, вирівнюючи правила гри для країн, що розвиваються. Забезпечуючи доступне та надійне підключення до Інтернету, країни можуть подолати інформаційний розрив та надати своїм громадянам доступ до освітніх ресурсів, тенденцій світового ринку та нових технологій.

Така демократизація знань дає можливість окремим особам, підприємцям та підприємствам приймати обґрунтовані рішення та відкриває нові можливості для інновацій.

Сприяння фінансовій доступності.

Країни третього світу часто борються з тим, що значна частина їхнього населення залишається без банківських послуг або недостатньо забезпечена банківськими послугами. Цифровізація пропонує рішення за допомогою мобільного банкінгу та цифрових платіжних систем, роблячи фінансові послуги доступними навіть для найвіддаленіших районів.

Ця фінансова доступність, що зростає, сприяє економічному зростанню, дозволяючи людям зберігати, інвестувати і брати участь в офіційній економічній діяльності, тим самим скорочуючи бідність і стимулюючи місцеву економіку.

Прискорення торгівлі та економічного зростання.

Цифровізація змінила міжнародну торгівлю, зруйнувавши географічні бар'єри. Більшість країн світу можуть брати участь в електронній комерції, виходячи на глобальні ринки зі своїми продуктами та послугами. Це не лише збільшує експортні можливості, а й залучає іноземні інвестиції. Використовуючи цифрові платформи, країни можуть брати участь у глобальних ланцюжках поставок та підвищити перспективи свого економічного зростання.

Поліпшення управління та державних послуг.

Цифровізація може значно покращити управління та державні. Ініціативи електронного уряду можуть спростити бюрократичні процеси, знизити корупцію та підвищити прозорість. Більше того, цифрові рішення можуть покращити надання державних послуг від охорони здоров'я та освіти до транспорту та комунальних послуг, забезпечуючи ефективний та справедливий доступ для всіх громадян.

Сприяння інноваціям та підприємництву.

Економіка, що процвітає, заохочує інновації та підприємництво. Стартапи та малі підприємства можуть використовувати цифрові платформи для охоплення ширшої аудиторії, доступу до фінансування та масштабування своєї діяльності. Це, у свою чергу, створює динамічну екосистему, яка стимулює економічну диверсифікацію та створення робочих місць, знижує рівень безробіття та сприяє соціально-економічному розвитку [7].

Незважаючи на численні переваги, цифровізація у країнах світу стикається з низкою проблем табл 1.1.

Таблиця 1.1. – Проблеми цифровізації у країнах світу

Область проблем	Сутність
Інфраструктура	Нерозвинена інфраструктура, особливо у сільській місцевості, ускладнює підключення до Інтернету та доступ до технологій.
Цифровий розрив	Розрив у освоєнні технологій між міськими та сільськими регіонами посилює існуючу соціально-економічну нерівність.
Цифрова безпека	Загрози кібербезпеки можуть перешкоджати прогресу та зменшити довіру до цифрових систем, що потребує проведення надійних заходів щодо захисту даних та конфіденційності.
Навички та грамотність	Відсутність цифрових навичок та грамотності може перешкоджати ефективному використанню цифрових інструментів та послуг.
Доступність	Високі витрати на технології доступу до Інтернету можуть обмежити широке поширення.

Джерело: складено автором на основі[39]

Перехід на цифрові технології - це не просто варіант, а необхідність для того, щоб економіки країни процвітати в глобальній економіці, що швидко розвивається. Інвестуючи в цифрову інфраструктуру, просуваючи цифрову грамотність та заохочуючи інновації, країни можуть розкрити свій величезний потенціал, боротися з питаннями бідності та досягнути цілей сталого розвитку.

Міжнародне співробітництво, партнерство з приватним сектором та державна підтримка мають вирішальне значення для сприяння цій цифровій трансформації. Важливо забезпечити, щоб жодна країна не залишилася позаду в

епоху цифрових технологій, і необхідно докласти зусиль для створення більш інклюзивного та взаємопов'язаного світу для всіх [12].

Ми живемо в швидкому світі, в якому технології можуть полегшити виконання більшості видів діяльності. Враховуючи такий великий наголос на цифрову економіку, все більш хвилюючі заголовки пропонують апокаліптичні та водночас захоплюючі сценарії.

Коли ми говоримо про цифрову економіку (ЦЕ), нам не варто розуміти під цим поняттям виключно використання ІКТ, хоча ЦЕ – це економіка, де цифрові комунікації здійснюються з допомогою інформаційних технологій. Водночас її також можна розглядати як ліквідацію тіньової економіки. Тому що, по-перше, всі транзакції реєструватимуться в електронному вигляді, а по-друге, вони будуть прозорі.

Крім того, використання нових ІТ-технологій у виробництві знижує собівартість продукції та послуг. Іншими словами, під терміном цифрова економіка можна розуміти різнобічний вплив цифрових технологій на моделі виробництва та споживання. Це описує рух товарів і послуг на ринку, взаєморозрахунки та інше.

Крім того, використання нових ІТ-технологій у виробництві знижує собівартість продукції та послуг. Іншими словами, ЦЕ являє собою визначення, що демонструє роль ІКТ на різні технології виробничого процесу.

До них відносяться:

- галузь електронної комерційної діяльності,
- сфера цифрового банкінгу
- галузь с/г,
- гірничодобувна сфера та інші.

Результати дослідження Світового банку «Цифрові дивіденди» показують, наскільки важливою є цифрова економіка для економіки країн з середнім рівнем розвитку. Зокрема, зростання доступу до Інтернету на 10% буде мати позитивний ефект на економічний рух таких країн. Це в свою чергу є стимулом збільшення доступу до інформації, розвитку онлайн-бізнесу, покращення освіти та здоров'я, а також сприяння інноваціям та підвищенню продуктивності.

Швидкість спричинить збільшення ВВП країни. У країнах з розвинутою економікою цей показник становить 1,21 відсотка, а в країнах, що розвиваються, – 1,38 відсотка. Це означає, що, якщо швидкість Інтернету подвоїться, ВВП збільшиться на 13-14% [1].

Швидке поширення цифрових технологій змінює багато видів економічної та соціальної діяльності. Поширення цифрових дивізій загрожує відставанням країн, що розвиваються, особливо слаборозвинених країн, у створенні безлічі нових можливостей.

Розумне використання нових технологій, розширення партнерських відносин та інтелектуальне лідерство потрібні для перевизначення майбутніх контурів стратегій цифрового розвитку та глобалізації.

Необхідно відповісти на питання про початок цифрової доби та про те, як боротися з цифровою проблемою. За відсутності відповідної статистики та емпіричних даних, щоб йти в ногу з темпами технічного прогресу, особи, які приймають рішення, намагаються проводити розумну політику, пов'язану з цифровою економікою.

Зокрема, як пріоритети в цифровій економіці, визначено [8]:

1. Буде прискорено взаємодію населення, бізнесу, державного управління, сфери послуг та забезпечено прозорість;
2. Постійно вирішується питання отримання достовірної, якісної та оперативної інформації;
3. Зростання якості та швидкості виробництва;
4. Замість «цифрового виробництва» з'являться нові види товарів та послуг;
5. Розмір тіньової економіки буде різко скорочено, а чорний ринок буде ліквідовано;
6. Рівень корупції знижується за рахунок максимального зниження прозорості та втручання людини у всі сфери управління, промислового виробництва;
7. Збільшується ВВП.

Загалом цифрова економіка також принесе на світовий ринок нові виклики та правила гри, а також низку можливостей. Світове становище країни багато в чому залежить від її здатності адаптуватися до нових умов.

Цифрова економіка приносить нові переваги, які дозволять скоротити розрив між багатими та бідними країнами. Країни, що розвиваються, мають можливість змінити свою економіку і зробити внесок у розвиток цифрової економіки. Хоча ці економіки характеризуються високою доданою вартістю і стикаються з багатьма перешкодами, багато країн, що розвиваються, не здатні адекватно задовольнити потреби цифрової економіки.

Нових технологій, з якими стикаються країни, що розвиваються, складної телекомунікаційної інфраструктури, низької комп'ютерної грамотності, а також багатьох культурних і соціально-економічних факторів недостатньо. З іншого боку, за наявності чіткої політики, чітких планів та цілей можна «пропустити» кілька кроків та ефективно відреагувати на вимоги глобального ринку.

Отже, ЦЕ являє собою елемент економічної системи, яка тісно пов'язана з ІКТ на різних етапах суспільної діяльності.

Процес цифрової трансформації складається з соціально-економічних процесів, в основі яких знаходяться ІКТ. До таких процесів належать наступні:

- навігаційні відкриття (БПЛА, а також використання штучного інтелекту під час створення систем керування для них);
- АСУ (керування процесами виробництва без втручання людини);
- менеджмент ресурсів (фріланс).

Отже, застосування ІКТ в економічному секторі має велике значення для зростання інновацій, для ефективності налагодження робочого процесу та процвітання економіки як такої. Використання ІКТ та трансформаційні ноу-хау цифрових методів напряду пов'язані із успіхом діяльності не лише компаній, а й держав на міжнародній арені.

1.2. Аналіз існуючих підходів до моделювання економічного розвитку країни

Вивченню питання цифровізації економіки країн присвячено досить багато наукових праць таких дослідників, як Антонюк Л., Ільницький Д., Лігоненко Л., Денісова О., які вивчають вплив інформаційно-комунікаційних технологій на людський капітал та формування компетентностей майбутнього [1]; Біла С., яка досліджує теоретичні та практичні аспекти розвитку Інтернет-економіки [2]; Деєва Н., що приділяє увагу механізмам збільшення інвестицій за допомогою емітентів в умовах економічної цифровізації [3]; Лазебник Л., який досліджує сутність, особливості та параметри цифрової економіки [4]; Піжук О., яка аналізує обмеження та можливості цифрової трансформації економіки України [5]; Побоченко Л., що вивчає питання діджиталізації економіки в процесі становлення інформаційного суспільства [6] та інших.

Також вивченню даного питання присвячено досить багато наукових праць закордонних дослідників. Brynjolfsson E. та McAfee A. досліджують вплив сучасних цифрових технологій на економічний розвиток і продуктивність праці, зокрема акцентують увагу на значних змінах у продуктивності праці та економічному зростанні завдяки поєднанню машинного навчання та автоматизації [14]. Chui M., Manyika J. та Miremadi M. аналізують, як штучний інтелект може сприяти інноваціям у компаніях та економіках, приділяючи особливу увагу моделюванню економічного впливу технологій ШІ [15].

Davenport T.H. та Kirby J. розглядають нові підходи до співпраці між людьми та машинами у робочому середовищі, що може мати великий вплив на економічний розвиток і моделювання таких змін [16]. Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N., Kiron D. та Buckley N. акцентують увагу на тому, що люди є ключовими факторами успішної цифрової трансформації, що впливає на економічний розвиток [17].

Загалом, закордонні дослідження підкреслюють, що моделювання економічного розвитку в умовах цифрової економіки вимагає комплексного підходу, який враховує вплив новітніх технологій на всі аспекти економічного життя. Це включає аналіз економічних показників, прогнозування тенденцій

розвитку, а також оцінку можливих ризиків і переваг, пов'язаних із впровадженням цифрових технологій.

Нормалізація даних є критичним етапом передобробки даних у контексті машинного навчання та моделювання економічного розвитку. Вона полягає у перетворенні даних до уніфікованої шкали, що дозволяє зменшити вплив масштабів різних показників на результати моделювання. Це підвищує точність моделей та сприяє більш коректному порівнянню даних.

Основними методами нормалізації є мінімакс нормалізація, Z-score нормалізація та нормалізація на основі ранжування. Мінімакс нормалізація перетворює дані таким чином, щоб вони знаходились у заданому діапазоні, зазвичай від 0 до 1. Цей метод корисний для даних з чітко визначеними межами. Z-score нормалізація перетворює дані таким чином, щоб вони мали середнє значення 0 та стандартне відхилення 1. Це дозволяє враховувати відхилення даних від середнього значення, що є важливим для моделей, чутливих до масштабів даних. Нормалізація на основі ранжування перетворює дані у ранги, які потім можна масштабувати до уніфікованого діапазону. Це корисно для обробки даних з аномаліями або екстремальними значеннями, що можуть викривити результати моделювання. Також застосовується Вох-Сох Трансформація (Vox-Cox Transformation).

Перетворення Вох-Сох – це статистичний метод, який включає перетворення цільової змінної так, щоб ваші дані відповідали нормальному розподілу. Цільова змінна - це змінна у аналітичній моделі, яку намагаються оцінити. Перетворення Вох-Сох допомагає підвищити прогнозуючу здатність аналітичної моделі, оскільки вона відсікає білий шум [6].

Локальна лінійна нормалізація (LocalLinearScaling).

Цей метод масштабує дані, виходячи з їх локальних значень, що дозволяє уникнути впливу глобальних аномалій.

Вибір методу нормалізації залежить від:

- Типу даних і їх розподілу.
- Наявності викидів у даних.

- Вимог до алгоритмів машинного навчання (деякі алгоритми працюють краще з певними типами нормалізації).

Нормалізація покращує роботу алгоритмів машинного навчання, зменшуючи вплив масштабу даних і роблячи процес оптимізації більш стабільним і швидким.

У дослідженнях цифрової економіки та моделюванні економічного розвитку широко використовуються різноманітні моделі машинного навчання. До них належать лінійна регресія, логістична регресія, дерева рішень, випадкові ліси, градієнтний бустинг, та нейронні мережі. Ці моделі дозволяють аналізувати великі обсяги даних та робити точні прогнози щодо економічних показників [14].

Лінійна регресія є базовою моделлю, що допомагає прогнозувати залежну змінну на основі даних однієї чи декількох незалежних. Модель будується шляхом знаходження найкращої лінії, яка мінімізує середню різницю між передбаченими та фактичними значеннями.

Логістична регресія використовується для прогнозування ймовірності настання події, яка має два можливі результати. Це корисно для бінарної класифікації, де необхідно визначити, чи належить об'єкт до певної категорії.

Дерева рішень – це модель, яка використовує дерево структурованих рішень для прогнозування значення змінної на основі значень вхідних змінних. Кожне розгалуження дерева представляє рішення, засноване на певній змінній, а кожний листок – кінцевий результат [15].

Випадкові ліси є ансамблевою моделлю, яка використовує множину дерев рішень для покращення точності прогнозування. Кожне дерево в ансамблі навчається на випадковій вибірці даних, а кінцевий прогноз визначається голосуванням всіх дерев.

Градієнтний бустинг також є ансамблевою моделлю, яка будується шляхом послідовного навчання дерев рішень, де кожне нове дерево намагається виправити помилки попереднього. Це дозволяє досягти високої точності прогнозування за рахунок зменшення похибок попередніх моделей [16].

Нейронні мережі є складними моделями, натхненними біологічними нейронними мережами. Вони складаються з численних шарів штучних нейронів, які взаємодіють між собою та навчаються розпізнавати складні закономірності у

даних. Особливу корисність моделі нейронних мереж показують при аналізі великих обсягів вхідних даних та допомагають знаходити складні патерни. [17].

Параметри, які використовуються для оцінки ефективності моделей машинного навчання, включають BIC, MSE, VIF, MAD, RMSE.

Bayesian Information Criterion – байєсів критерій інформації, який використовується для вибору моделі, де менше значення вказує на кращу модель з точки зору складності та точності. Це важливий параметр для оцінки моделей, які використовуються для аналізу та прогнозування економічних показників [17].

MSE (Mean Squared Error) – являє собою середнє квадратичне відхилення, яке використовується для оцінки точності моделі, обчислюючи середню суму квадратів різниць між передбаченими та фактичними значеннями. Менше значення MSE вказує на кращу модель [14].

VIF (Variance Inflation Factor) – коефіцієнт дисперсії, який використовується для виявлення мультиколінеарності між незалежними змінними в моделі регресії. Високе значення VIF вказує на наявність мультиколінеарності, що може вплинути на точність моделі. Низьке значення VIF свідчить про відсутність мультиколінеарності та підвищує надійність моделі [18].

MAD (Mean Absolute Deviation) – середнє абсолютне відхилення, яке показує середню абсолютну різницю між передбаченими та фактичними значеннями, даючи уявлення про точність прогнозу. Це параметр, який також використовується для оцінки моделі, причому менше значення MAD вказує на вищу точність [15].

RMSE (Root Mean Squared Error) – розраховується як корінь квадратний із середнього квадратичного відхилення, який також використовується для оцінки точності моделі, але враховує більш важливі великі відхилення, оскільки вони мають більший вплив на значення цього параметра. Менше значення RMSE вказує на кращу модель [16].

Ці параметри допомагають оцінювати ефективність та точність моделей машинного навчання, що використовуються для моделювання економічного розвитку в умовах цифрової економіки. Вони є ключовими для розуміння, наскільки добре модель може прогнозувати економічні показники та виявляти закономірності у великих обсягах даних.

Отже, не зважаючи на широкий спектр досліджень даної проблематики, що наразі охоплені науковцями, потребують вивчення проблеми вивчення впливу міри інформатизації країни на різні чинники, які демонструють розвиток її економічного сектору, створення прогнозних моделей, які сприятимуть аналізу прогнозувань змін, які відбуваються в економіці для України.

1.3. Постановка задач моделювання

Моделювання впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток може включати в себе різноманітну кількість параметрів, оскільки ЦЕ являє собою широкий спектр факторів, що тісно переплітаються під час ведення економічної діяльності з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Зважаючи на це, постає необхідність визначення правильного інструментарію для проведення економічно-математичного моделювання.

Для потреб дослідження запропоновано використати панельні дані, що дозволить більш точно та ефективно оцінювати складні процеси, що входять до складу цифровізації економіки. У таблиці 1.2. подана загальна постановка задачі дослідження.

Таблиця 1.2 – Постановка проблеми моделювання міри впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток

Елементи	Опис
Проблема	оцінювання впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток
Впливає на	економічну стійкість країни, рівень інвестицій, розвиток інноваційних галузей, залучення та збереження інвестиційного капіталу, цифровізацію та конкурентоспроможність економіки
Результатом чого є	розробка методики для оцінки впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток

Джерело: складено автором

Таблиця 1.2 – Постановка проблеми моделювання та прогнозування впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток (продовження)

Елементи	Опис
Переваги моделі	дозволяє враховувати широкий спектр параметрів, включаючи рівень цифрової інфраструктури, доступність та використання ІКТ у економіці, ступінь застосування цифрових технологій у виробництві та послугах, а також стійкість інформаційних систем до кібератак та інших загроз

Джерело: складено автором

РОЗДІЛ 2.

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ КРАЇНИ НА ЇЇ ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК

2.1. Опис вхідного масиву даних дослідження

Для проведення аналізу у якості статистичної інформації використано дані Світового банку[34] – значення валового внутрішнього продукту на душу населення як прогнозована змінна, експорт та імпорт послуг інформаційних та комунікаційних технологій, E-Government Development Index[35] для відображення рівня розвитку електронного уряду в країні, Global Innovation Index [36] для відображення рівня інноваційної діяльності в країні, Freedom on the Net [37] для відображення ступеня свободи Інтернету в країні, E-Participation Index [35] для відображення рівня залучення громадян до державного управління та процесів ухвалення рішень через використання інформаційно-комунікаційних технологій, Online Service Index[35] для відображення рівня доступності та якості онлайн сервісів у країні, Human Capital Index[35] для відображення рівня розвитку людського капіталу в країні, Telecommunication Infrastructure Index[35] для відображення рівня розвитку телекомунікаційної інфраструктури в країні. Варто зазначити, що для всіх обраних індексів чим більше значення, тим вищим є рівень розвитку відповідного аспекту. Опис показників наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Опис вхідного масиву даних

Показник	Назва у наборі даних	Економічний зміст	Шкала вимірювання	Граничні значення	Джерело
GDP per capita (current US\$)	GDP_pc_CUSD	Валовий внутрішній продукт на душу населення	в поточних доларах США	(0;+∞)	Світовий банк
ICT service exports (BoP, current US\$)	ITC_SE	Експорт послуг із інформаційних та комунікаційних технологій	в поточних доларах США	(0;+∞)	Світовий банк

Джерело: побудовано автором на основі [34, 35, 36, 37]

Таблиця 2.1 – Опис вхідного масиву даних (продовження)

Показник	Назва у наборі даних	Економічний зміст	Шкала вимірювання	Граничні значення	Джерело
E-Government Development Index	EGDI	Індекс розвитку електронного уряду	ум. од.	(0;1)	The United Nations e-Government Knowledgebase
Global Innovation Index	GII	Глобальний індекс інновацій	ум. од.	(0;100)	Global Innovation Index
Freedom on the Net	FN	Індекс свободи в Інтернеті	ум. од.	(0;100)	Freedom on the Net
Communications, computer, etc. (% of service exports, BoP)	CC_EXPORT	Доля послуг зв'язку, комп'ютерів тощо у загальному обсязі експорту послуг	%	(0;100)	Світовий банк
Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)	CC_IMPORT	Доля послуг зв'язку, комп'ютерів тощо у загальному обсязі імпорту послуг	%	(0;100)	Світовий банк
ICT service exports (% of service exports, BoP)	ITC_EXPORT	Доля експорту послуг із інформаційних та комунікаційних технологій у загальному обсязі експорту послуг	%	(0;100)	Світовий банк
E-Participation Index	EPI	Індекс електронної участі	ум. од.	(0;1)	The United Nations e-Government Knowledgebase
Online Service Index	OSI	Індекс онлайн сервісів	ум. од.	(0;1)	The United Nations e-Government Knowledgebase
Human Capital Index	HCI	Індекс людського капіталу	ум. од.	(0;1)	The United Nations e-Government Knowledgebase
Telecommunication Infrastructure Index	TII	Індекс телекомунікаційної інфраструктури	ум. од.	(0;1)	The United Nations e-Government Knowledgebase

Джерело: побудовано автором на основі [34, 35, 36, 37]

Для побудови моделей використовуємо мову програмування Python та редактор Visual Studio Code.

Python – це високорівнева мова програмування загального призначення. Його можна використовувати в різних сферах: для розробки веб та мобільних додатків, обробки даних, написання системних скриптів тощо.

Одна з головних причин популярності Python – це його багата екосистема. Ви можете вибирати з безлічі бібліотек та фреймворків, щоб спростити та прискорити процес написання коду. Такі фреймворки, як Django та Flask, використовуються у веб-розробці. Pandas, SciPy, NumPy та Matplotlib – найпопулярніші бібліотеки серед аналітиків даних. Крім того, існують бібліотеки та фреймворки для розробки мобільних додатків, машинного навчання, парсингу HTML та ще багатьох інших речей [40].

Visual Studio Code (VS Code) – це редактор коду, являє собою IDE (інтегроване середовище розробки) від Microsoft на безкоштовній основі, що можна використовувати для розробки сайтів і програм. VS Code підтримує розширення для роботи з різноманітними мовами програмування, включаючи Python. Програма є зручною у використанні та водночас потужним редактором коду, що доступний для Windows, Linux і macOS. Перевагою є потужна екосистема розширень для інших мов (Java, Python, PHP та інші) та середовищ виконання (.NET й Unity) [42].

Наразі Python разом із VisualStudioCode залишаються одними з найбільш поширеними та зручними інструментами для створення технологій МН завдяки своїй широкій підтримці, розвиненій спільноті користувачів та великому вибору бібліотек.

2.2. Практична реалізація первинного аналізу даних

Спочатку завантажуюмо список необхідних бібліотек (рис. 2.1).

```

import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import boxcox
from sklearn.model_selection import train_test_split
from statsmodels.regression.linear_model import OLS
from statsmodels.tools import add_constant
import statsmodels.api as sm
from statsmodels.stats.outliers_influence import variance_inflation_factor
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error
import numpy as np

```

Рис. 2.1 – Зовнішній вигляд списку необхідних бібліотек [розроблено автором]

Переконаємося, що наші дані підключені (рис. 2.2).

	GDP_pc_CUSD	ITC_SE	EGDI	GII	FN	CC_EXPORT	CC_IMPORT	\
0	12334.798245	1.443465e+09	0.63059	35.1	73	43.990491	39.296632	
1	12790.264140	1.634173e+09	0.69780	30.2	73	46.982317	31.973382	
2	11795.162745	2.240250e+09	0.73350	30.7	72	49.559229	32.482332	
3	8500.837939	1.992577e+09	0.82790	28.3	71	66.319340	54.130930	
4	13650.604629	2.770843e+09	0.81980	28.6	71	59.000016	40.184531	

	ITC_EXPORT	EPI	OSI	HCI	TII	Year	Country
0	10.775044	0.54901	0.55118	0.85710	0.48347	2014	Argentina
1	12.172874	0.62712	0.71014	0.88021	0.50306	2016	Argentina
2	14.601916	0.62360	0.75000	0.85790	0.59270	2018	Argentina
3	20.992750	0.85710	0.84710	0.91000	0.72650	2020	Argentina
4	19.127006	0.64770	0.80890	0.91730	0.73320	2022	Argentina

Рис. 2.2 – Демонстрація підключення даних [розроблено автором]

Наступним кроком будемо кореляційну матрицю.

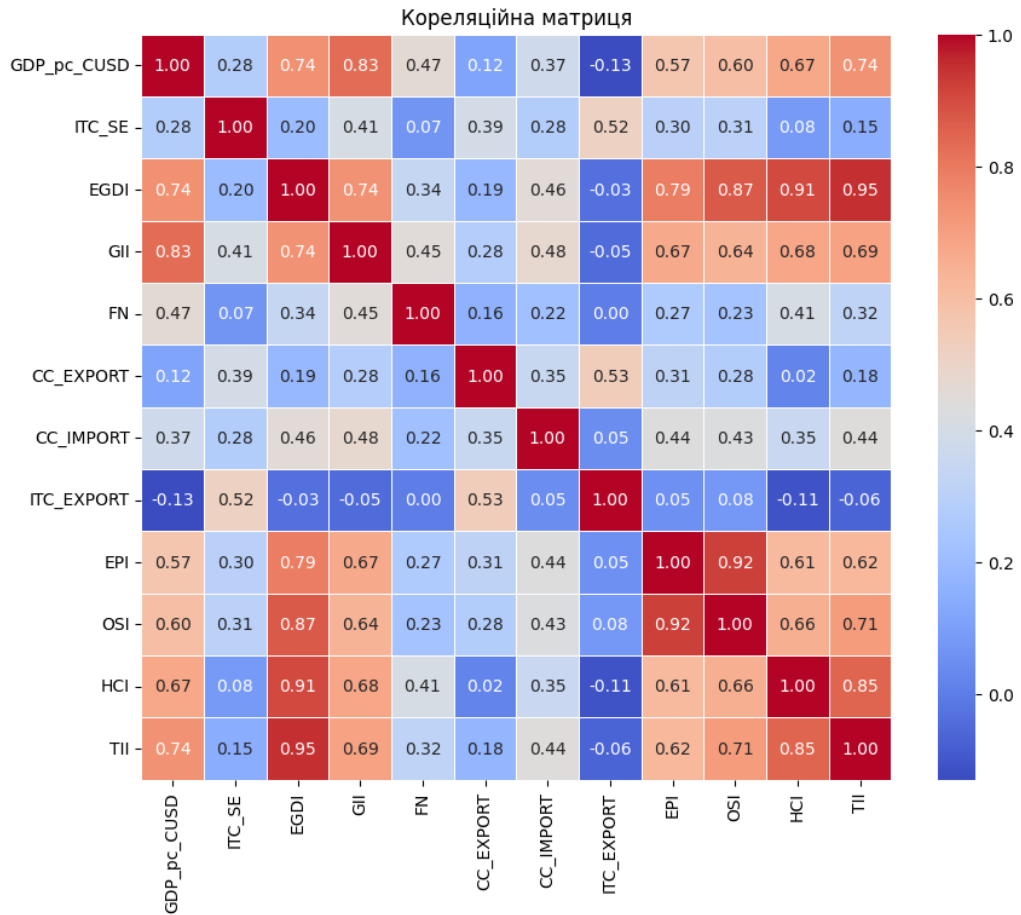


Рис. 2.3 – Кореляційна матриця показників [розроблено автором]

З нашою змінною GDP_pc_CUSD хороший зв'язок мають EGDI, GII, OSI, HCI, TII. Інші параметри мають незначний зв'язок. Однак, також можемо помітити, що змінна EGDI добре корелює з EPI, GII, OSI, HCI та TII, що може свідчити про наявність мультиколінеарності.

Побудуємо діаграми розподілу (рис. 2.4 – 2.15).

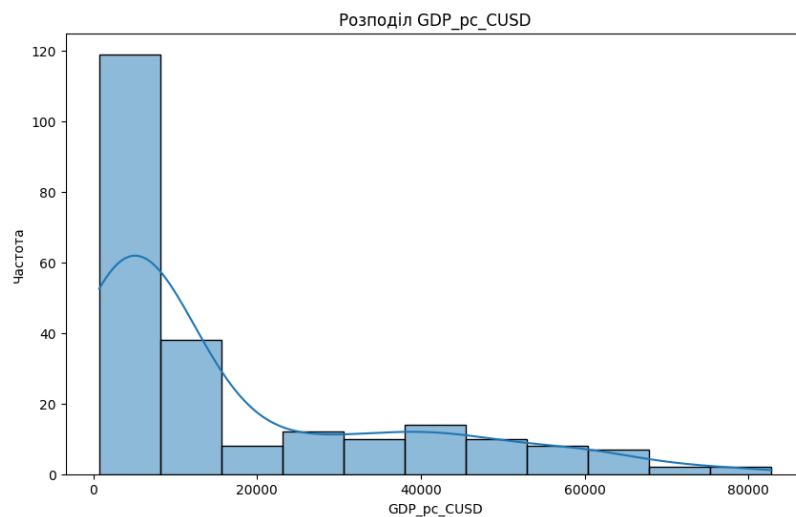


Рис. 2.4 – Діаграма розподілу показника GDR [розроблено автором]

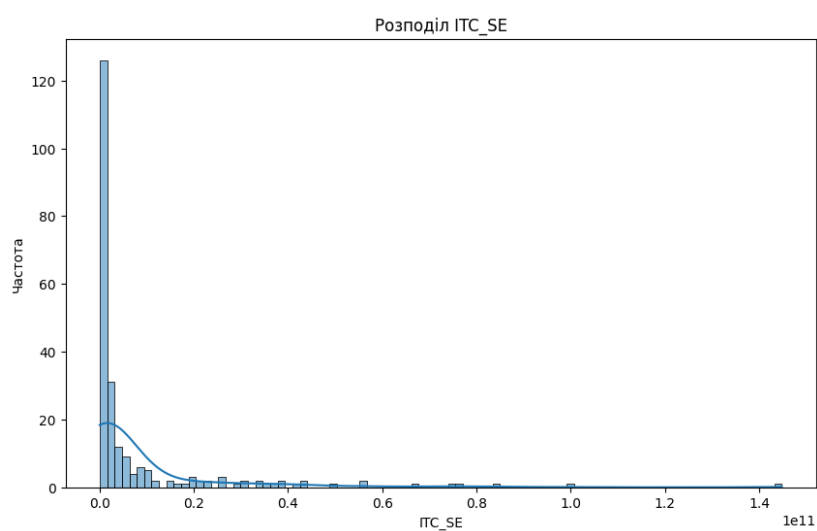


Рис. 2.5 - Діаграма розподілу показника ІТС [розроблено автором]

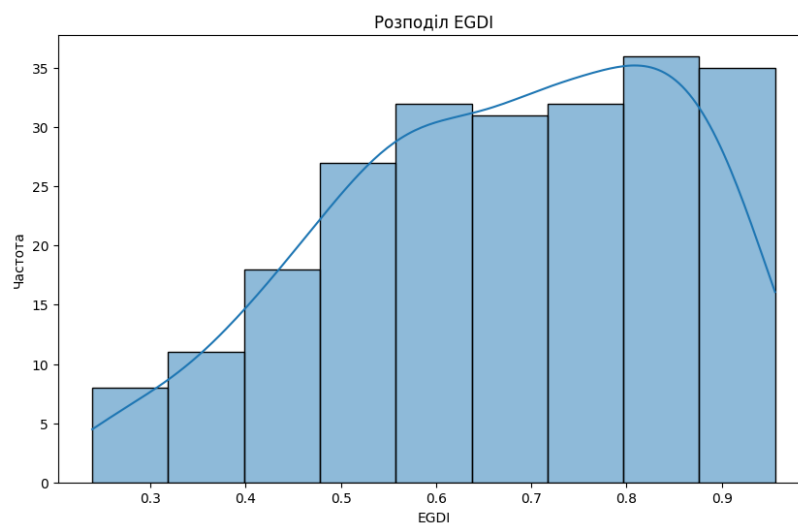


Рис. 2.6 - Діаграма розподілу показника EGD [розроблено автором]

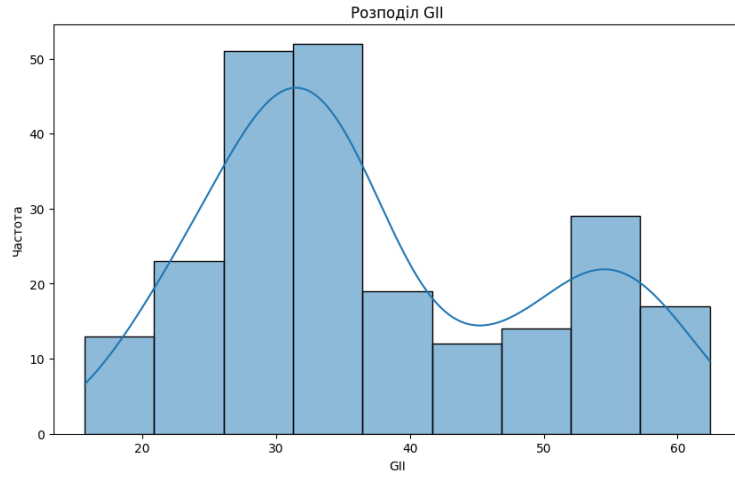


Рис. 2.7 - Діаграма розподілу показника GII [розроблено автором]

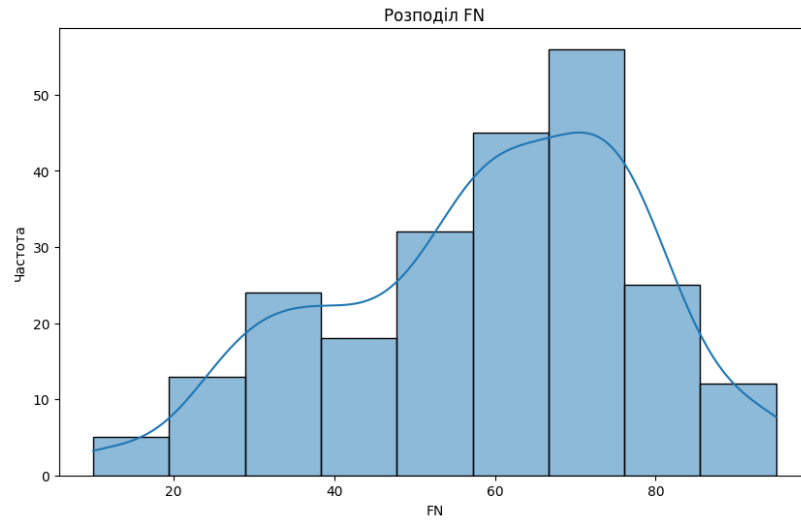


Рис. 2.8 - Діаграма розподілу показника FN [розроблено автором]

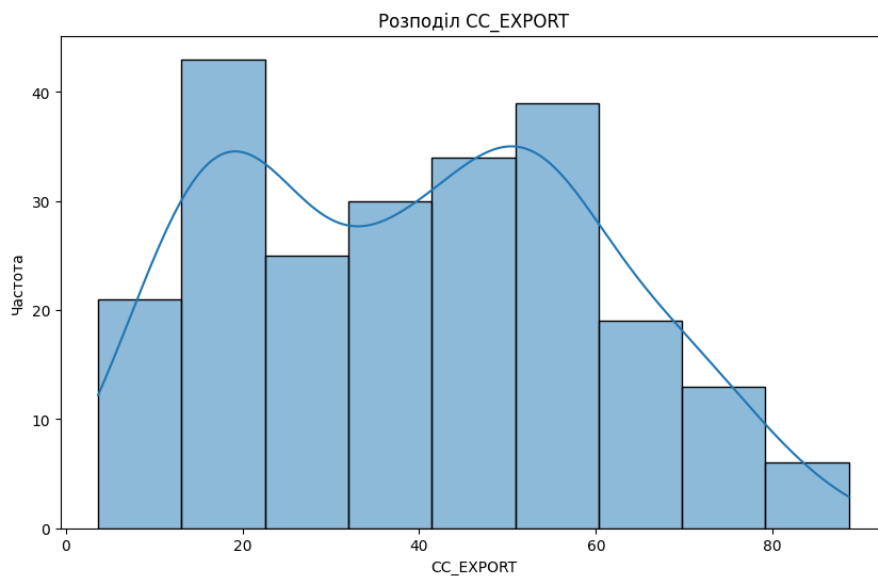


Рис. 2.9 - Діаграма розподілу показника CC_EXPORT [розроблено автором]

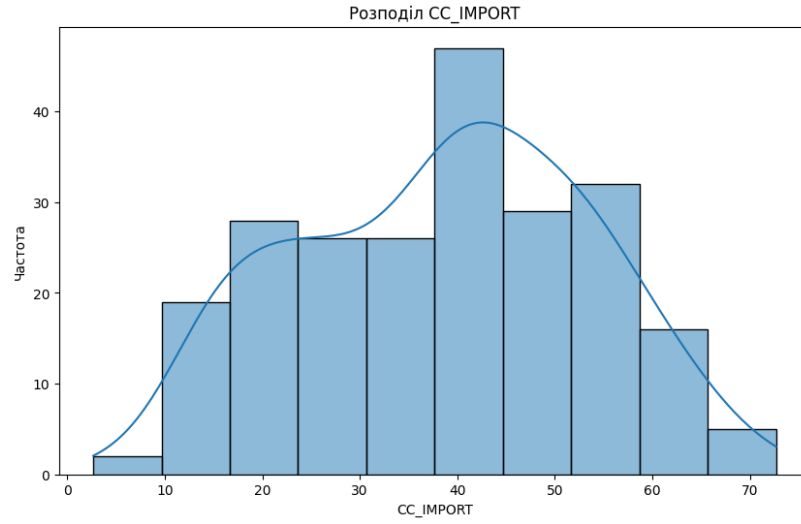


Рис. 2.10 - Діаграма розподілу показника СС_IMPORT [розроблено автором]

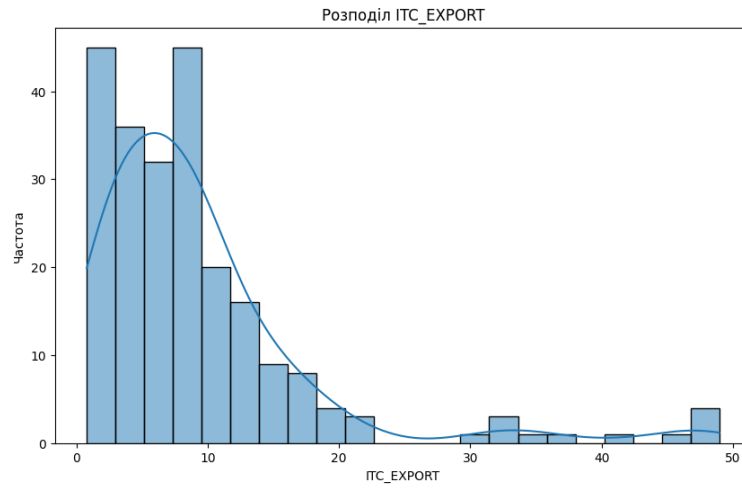


Рис. 2.11 - Діаграма розподілу СС_EXPORT [розроблено автором]

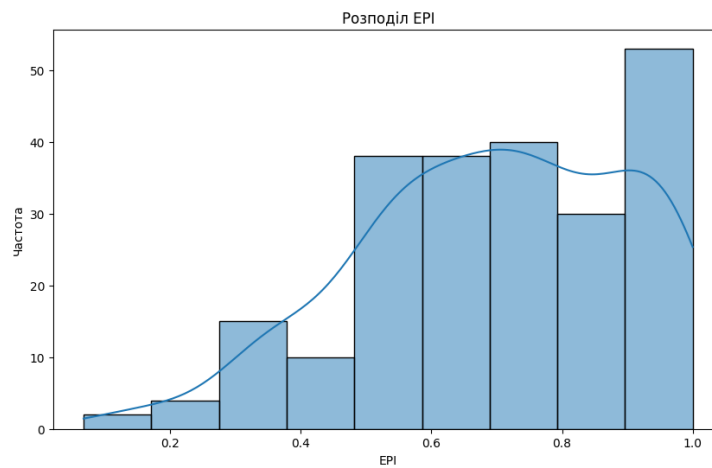


Рис. 2.12 - Діаграма розподілу показника EPI [розроблено автором за даними]

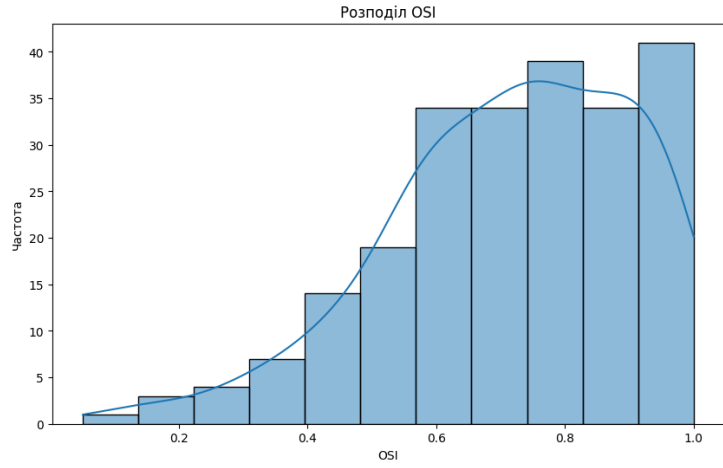


Рис. 2.13 - Діаграма розподілу показника OSI [розроблено автором]

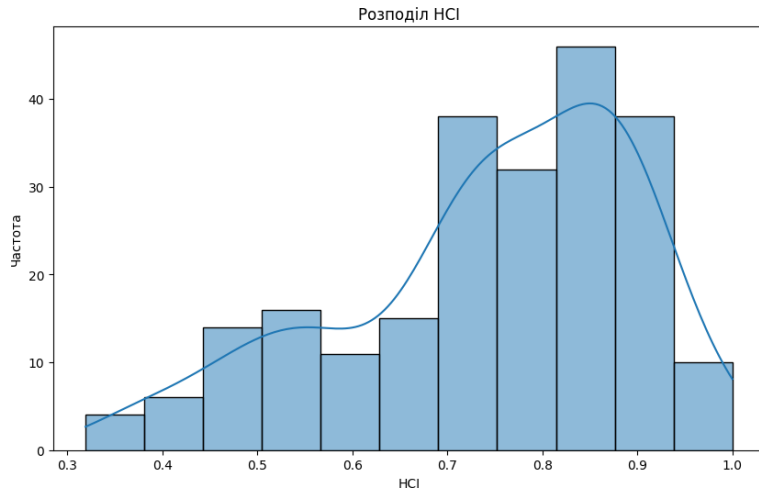


Рис. 2.14 - Діаграма розподілу показника HCI [розроблено автором]

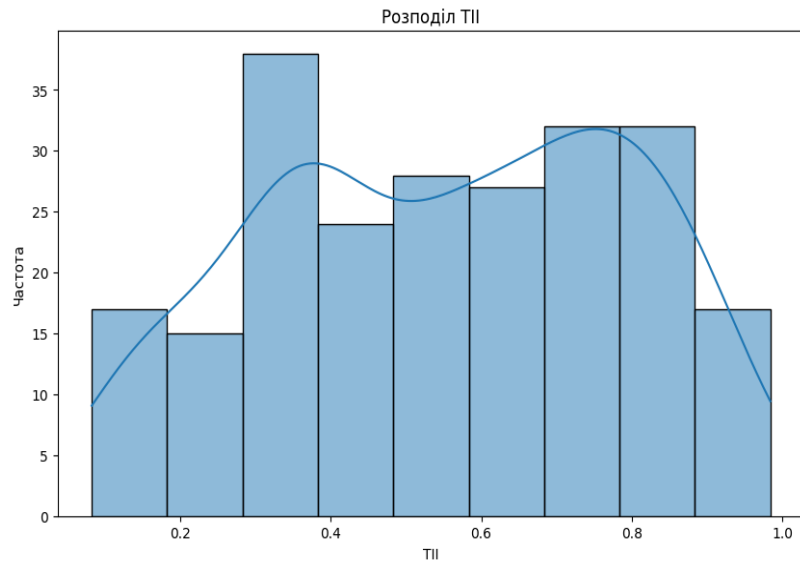


Рис. 2.15 - Діаграма розподілу показника ТП [розроблено автором]

Як бачимо, дані не відповідають нормальному закону розподілу, тому варто використати нормалізація Vox-Cox, оскільки вона є оптимальною для даних, де наявна різна асиметрія розподілу.

Далі виконаємо перевірка важливості і статистичної значущості змінних за значенням P-value. Значення за цим параметром має бути менше 0,05 (рис.2.16).

	Coefficient	P-value
const	4.567573	0.0000
ITC_SE	0.113047	0.0001
EGDI	6.039563	0.2321
GII	0.928403	0.0000
FN	0.000681	0.1425
CC_EXPORT	-0.033000	0.0000
CC_IMPORT	-0.000147	0.9578
ITC_EXPORT	-0.124395	0.0114
EPI	-1.179908	0.0065
OSI	0.005513	0.9977
HCI	0.003156	0.9988
TII	-0.077211	0.9536

Рис. 2.16 – Значення показників [розроблено автором]

Помітно, що є змінні, що мають значення більше 0,05, тому потрібно додатково провести аналіз щодо того, які змінні потрібно виключити.

Виконаємо перевірку на мультиколінеарність за допомогою VIF (VarianceInflationFactor), статистичного показника, що використовується для виявлення та оцінки мультиколінеарності між незалежними змінними в моделі регресії. Мультиколінеарність виникає, коли дві або більше незалежні змінні в моделі сильно корельовано між собою, що може призвести до ненадійних оцінок коефіцієнтів регресії.

Якщо значення показника VIF дорівнює 1, то мультиколінеарність відсутня; якщо знаходиться в межах від одного до 5, то спостерігається помірний рівень мультиколінеарності, який зазвичай вважається прийнятним; значення більше 5 вважається маркером наявності значної мультиколінеарності, яку варто усувати у моделі.

	feature	VIF
0	ITC_SE	483.347439
1	EGDI	3892.539913
2	GII	397.003979
3	FN	11.782814
4	CC_EXPORT	18.421132
5	CC_IMPORT	12.235555
6	ITC_EXPORT	15.915206
7	EPI	26.320082
8	OSI	395.274752
9	HCI	321.118587
10	TII	723.953790

Рис. 2.17 –Визначення рівня мультиколінеарності [розроблено автором]

Видно, що у моделі присутня мультиколінеарність, на що вказувала також кореляційна матриця.

Використаємо значення BIC, щоб визначити, які параметри потрібно виключити.

Моделі, для яких значення BIC є меншим, вважаються більш прийнятні, особливо в порівнянні з альтернативними. BIC враховує як складність моделі, так і її придатність до адекватного опису даних, що робить його важливим інструментом при виборі моделі (рис. 2.18).

```
R-squared: 0.9059
BIC: 192.4011
R-squared after excluding ['EGDI']: 0.9051
BIC after excluding ['EGDI']: 188.7183
R-squared after excluding ['TII']: 0.9059
BIC after excluding ['TII']: 187.1898
R-squared after excluding ['TII', 'OSI', 'HCI']: 0.9059
BIC after excluding ['TII', 'OSI', 'HCI']: 176.7866
```

Рис. 2.18 – BIC параметри моделі [розроблено автором]

Початкова модель має значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9059$ і BIC – 192,4011.

Виключимо змінну EGDI. Нова модель має значення $R^2 = 0,9051$ і BIC – 188,7183. Падіння коефіцієнта детермінації вказує на те, що необхідно залишити цю змінну для аналізу. Далі покроково виконає перебір змінних та визначимо

найкращий результат. Такою є модель, де виключили TII, OSI, HCI, коефіцієнта детермінації становить 0,9059 та BIC - 176,7866.

2.3. Практична реалізація побудови моделей машинного навчання

Після визначення важливих вхідних змінних приступаємо до кроку побудови моделей прогнозування.

У даному дослідженні використовуються наступні моделі машинного навчання:

- 1.Лінійна регресія (LinearRegression).
- 2.Випадковий ліс (RandomForestRegressor).
- 3.Модель ближчих сусідів (KNeighborsRegressor).
- 4.Модель опорних векторів (SVR).

Лінійна регресія є статистичним методом, який являє собою знаходження лінійної залежності між залежною і однією або декількома незалежними змінними. Використовується задач регресії з контрольованим навчанням для передбачення перервної змінної[43].

Математичні рівняння, за допомогою яких реалізуються методи лінійної регресії представлені на рисунку 2.19, де b_0 – це вплив неврахованих факторів, b_n - коефіцієнти для незалежної змінної n , x_n – значення незалежної змінної n .

Simple Linear Regression	$y = b_0 + b_1 x_1$
Multiple Linear Regression	$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$
Polynomial Linear Regression	$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_1^2 + \dots + b_n x_1^n$

Рис. 2.19 – Математична реалізація лінійної регресії [45]

Популярним алгоритмом контрольованого машинного навчання, що застосовується для задач регресії й класифікації в машинному навчанні є RandomForestRegressor. Являє собою класифікатор, що утворює будуює дерев рішень, попередньо поділяючи навчальний набір даних на різні за наповненням підмножини та обирає усереднені значення серед них для покращення загальної точності прогнозу. [44]

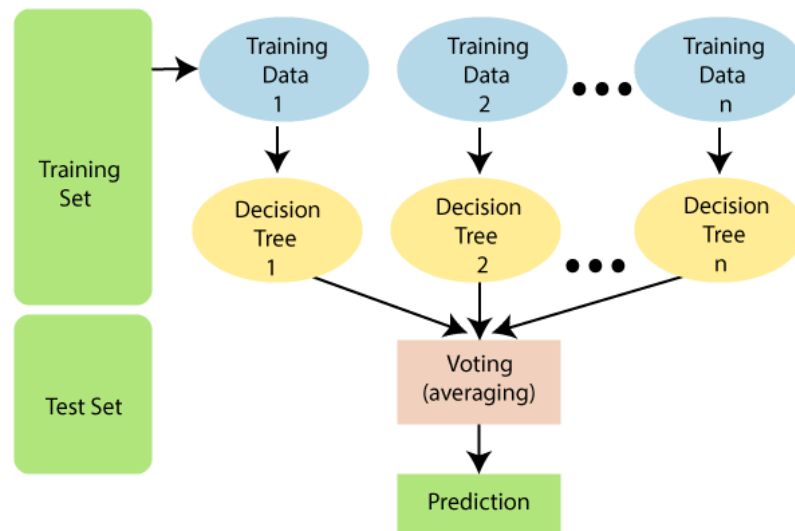


Рис. 2.20 – Принцип моделі випадкового лісу[44]

Модель ближчих сусідів є непараметричним алгоритмом контрольованого машинного навчання. Даний метод можна використовувати для регресії та класифікації, але в основному він використовується для задач класифікації. Перевагами методу є простота інтерпретації та низький час обчислення. Суть алгоритму представлена на рисунку 2.21[46].

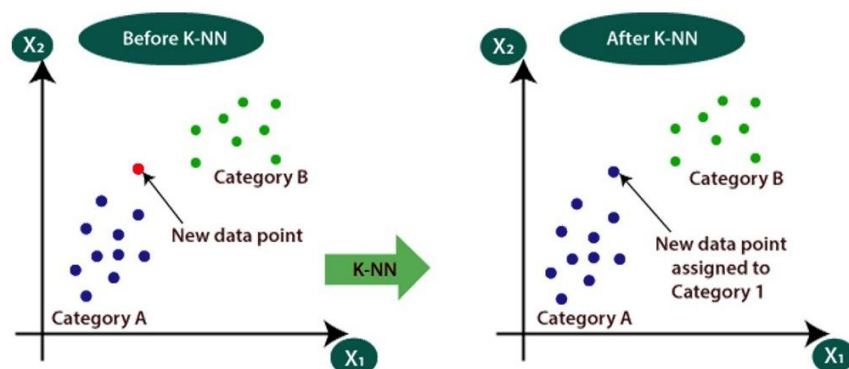


Рис. 2.21 – Концепція методу KNeighborsRegressor [46]

Алгоритм SVM створює найкращу лінію, яка розділяє n-вимірний простір на кластери, щоб можна було з легкістю помістити нову точку даних у правильну категорію при прогнозуванні. Ця межа рішення називається гіперплощиною. Крайні точки, що допомагають утворювати гіперплощину, мають назву опорні вектори, звідки і походить назва методу[47].

На рисунку 2.22 представлений приклад класифікації спостережень на два класи.

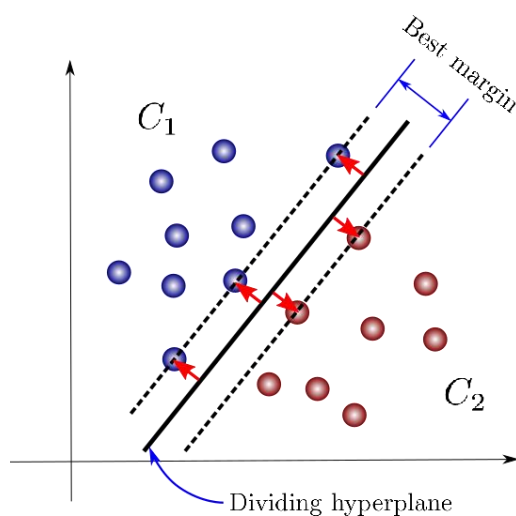


Рис. 2.22 – Модель SVM при утворенні двох класів[47]

Отже, всі ці моделі є потужними інструментами в машинному навчанні.

Перед навчанням виконаємо поділ на тестову та навчальну множину для уникнення перенавчання.

```
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
```

Рис. 2.23 – Поділ набору даних на тренувальну та тестову множини

У нашому випадку тестовий набір буде складати 20% від загальної кількості даних.

Далі представимо практичну реалізацію моделі та її перевірку (рис.2.24 - 2.27).

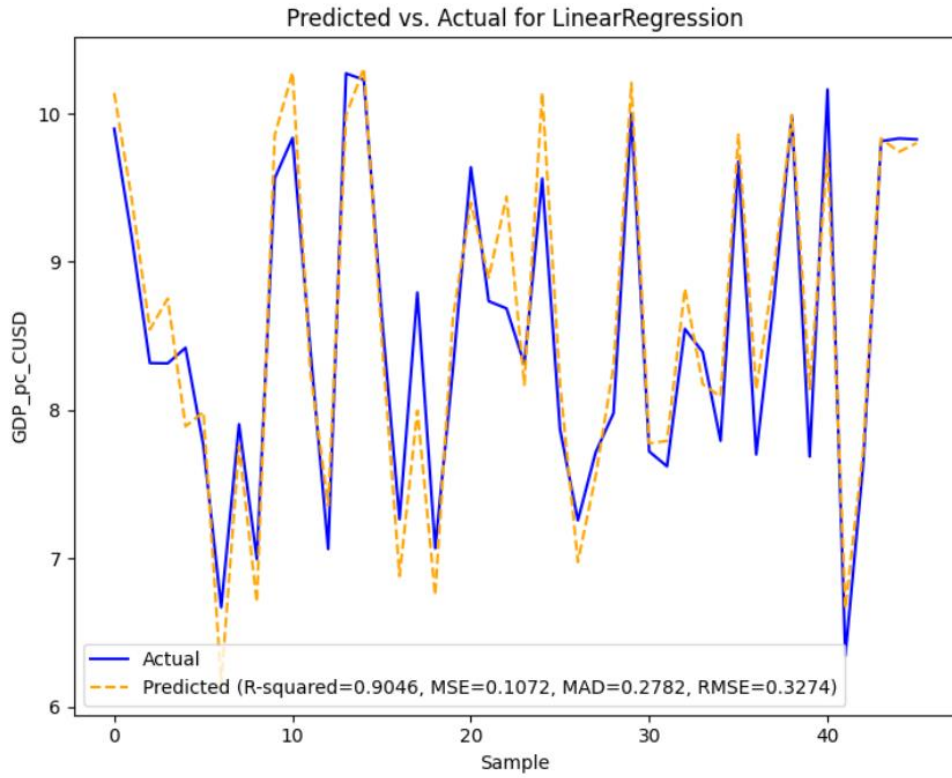


Рис. 2.24– Графік результатів моделі LinearRegression [розроблено автором]

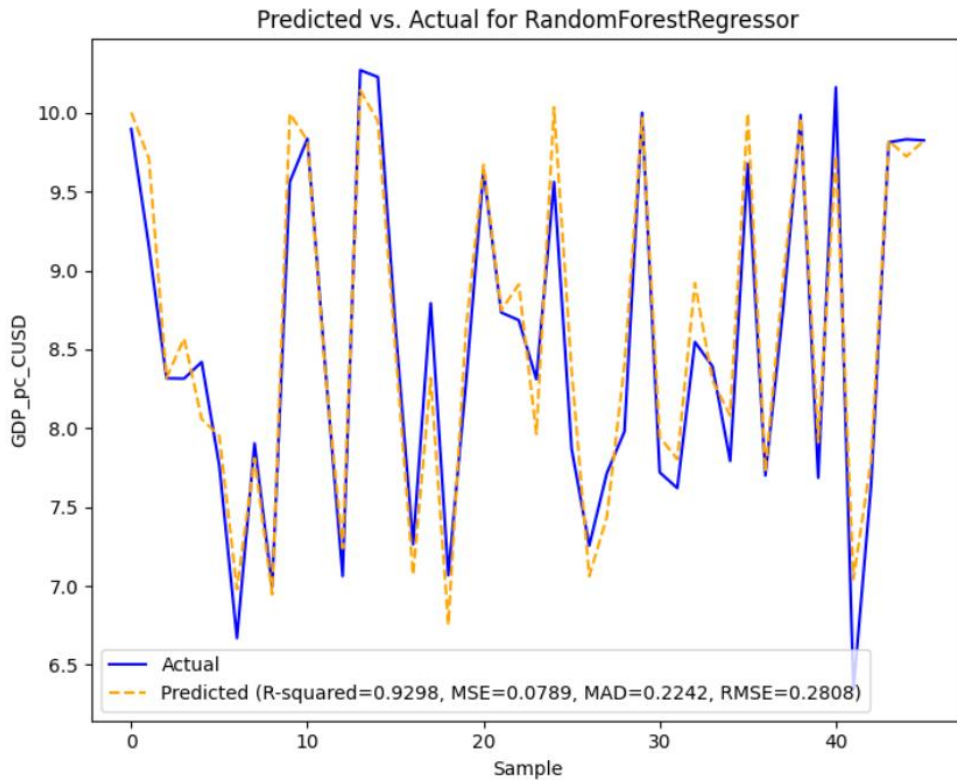


Рис. 2.25 – Графік результатів моделі RandomForestRegressor [розроблено автором]

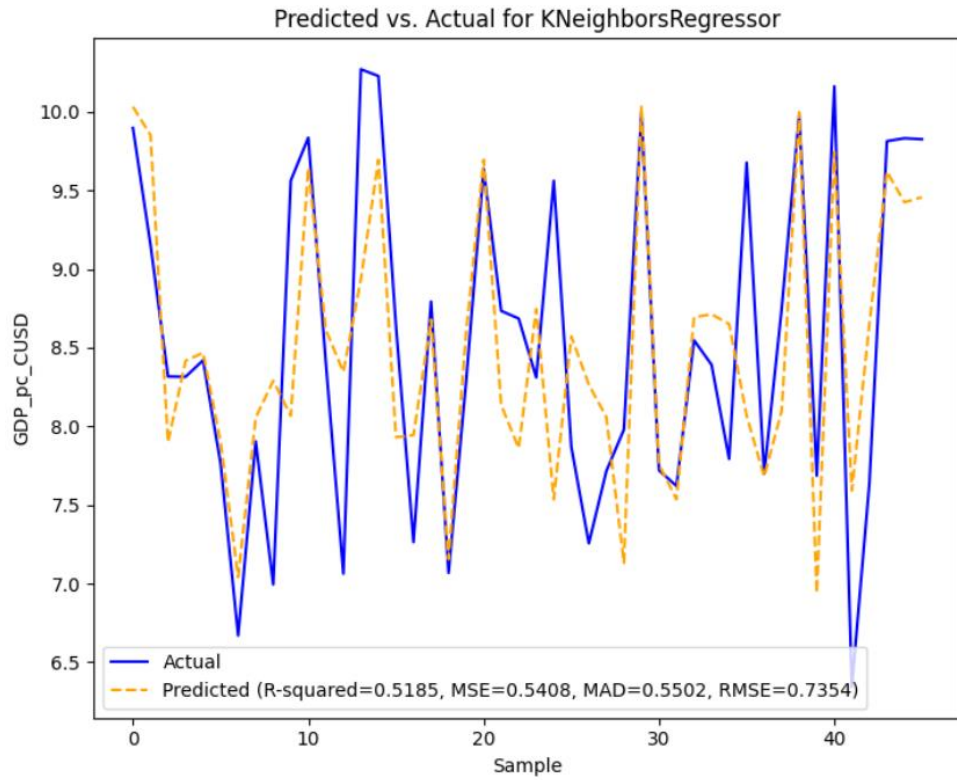


Рис. 2.26 – Графік результатів моделі KNeighborsRegressor [розроблено автором]

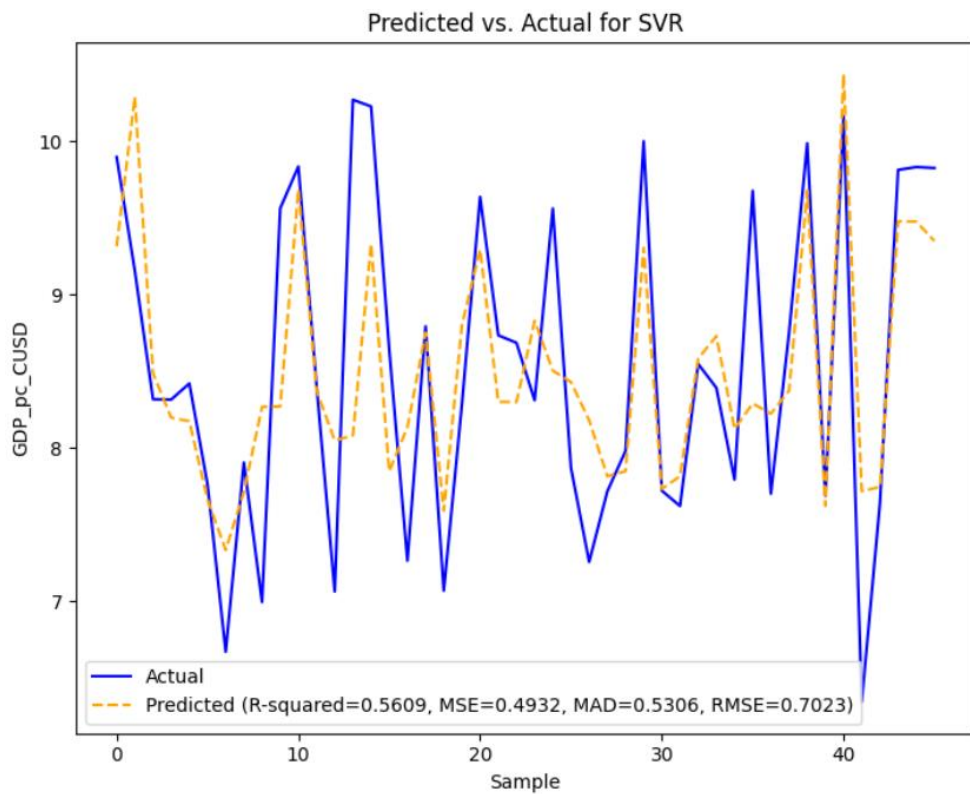


Рис. 2.27 – Графік результатів моделі SVR [розроблено автором]

РОЗДІЛ 3.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОБУДОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛЕЖНОСТІ ВПЛИВУ СТЕПЕНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇНИ

3.1. Перевірка якості побудованих моделей

Виконаємо оцінку моделей. Для цього порівняємо параметри Mean Squared Error, Mean Absolute Deviation, Root Mean Squared Error та побудуємо криву відповідності.

MSE обраховує середньоквадратичну відстань між фактичними і зпрогнозованими моделями значеннями. Чим нижче значення MSE, тим краще модель адаптується до даних.

MAD показує середню абсолютну відстань між фактичними і зпрогнозованими моделями значеннями. Він менш чутливий до великих відхилень, оскільки він не квадратичний.

RMSE є коренем з MSE і описує середньоквадратичне відхилення між фактичними і зпрогнозованими моделями значеннями. Він також вказує на похибку моделі, але в тих самих одиницях, що і вихідні дані.

Крива відповідності, також відома як графік прогнозованої проти спостережуваної величини, допомагає оцінити, наскільки добре модель описує фактичні дані.

Таблиця 3.1 – Оцінка параметрів якості прогнозованих моделей

	LinearRegression	RandomForestRegressor	KNeighborsRegressor	SVR
R-squared	0,9046	0,9298	0,5185	0,5609
MSE	0,1072	0,0789	0,5408	0,4932
MAD	0,2782	0,2242	0,5502	0,5306
RMSE	0,3274	0,2808	0,7354	0,7023

Джерело: розроблено автором.

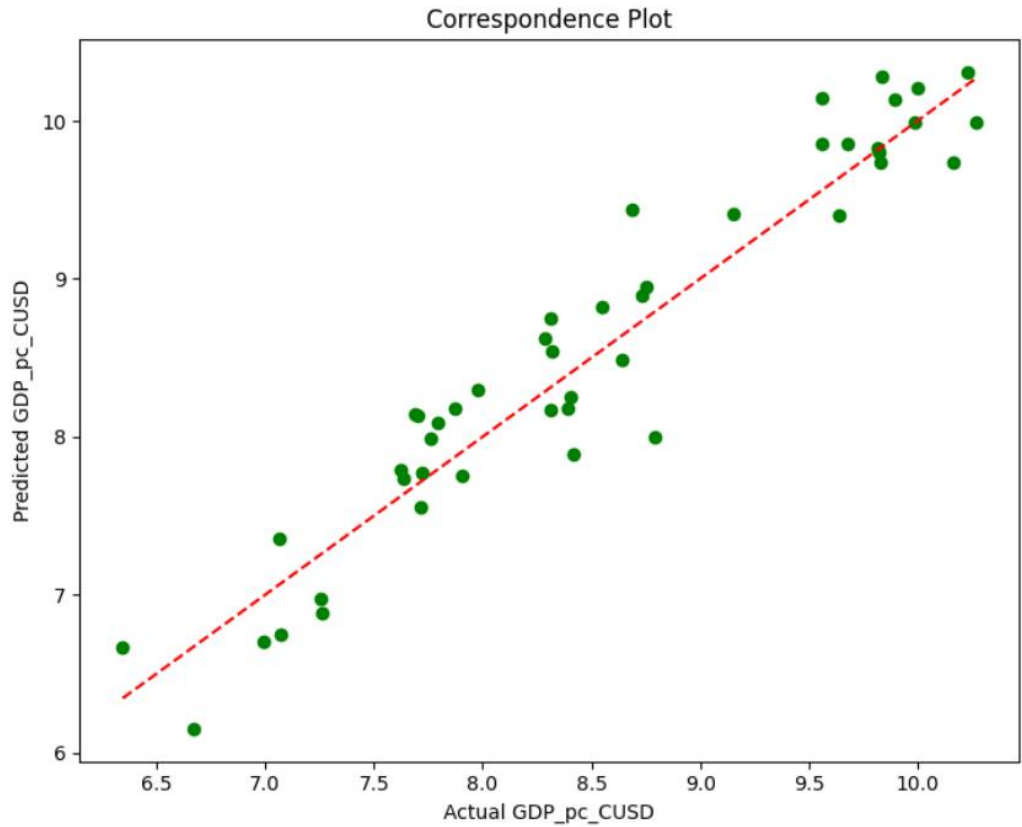


Рис. 3.1 - Крива відповідності для LinearRegression[розроблено автором]

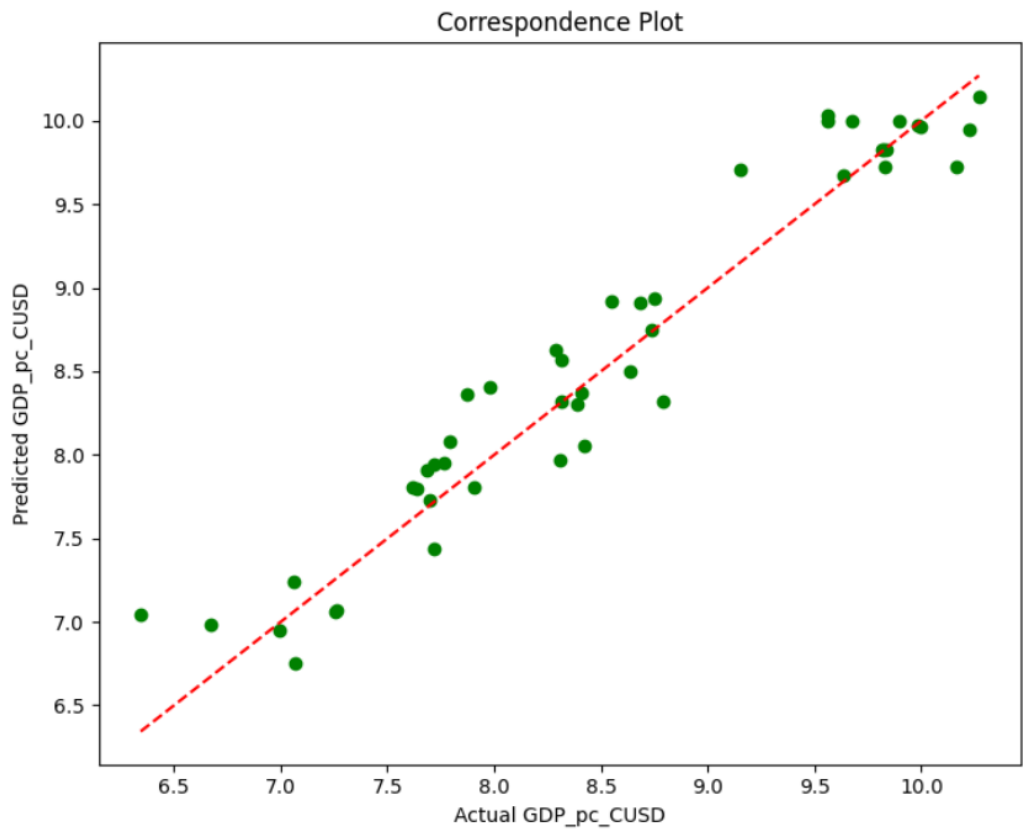


Рис. 3.2 - Крива відповідності для RandomForestRegressor[розроблено автором]

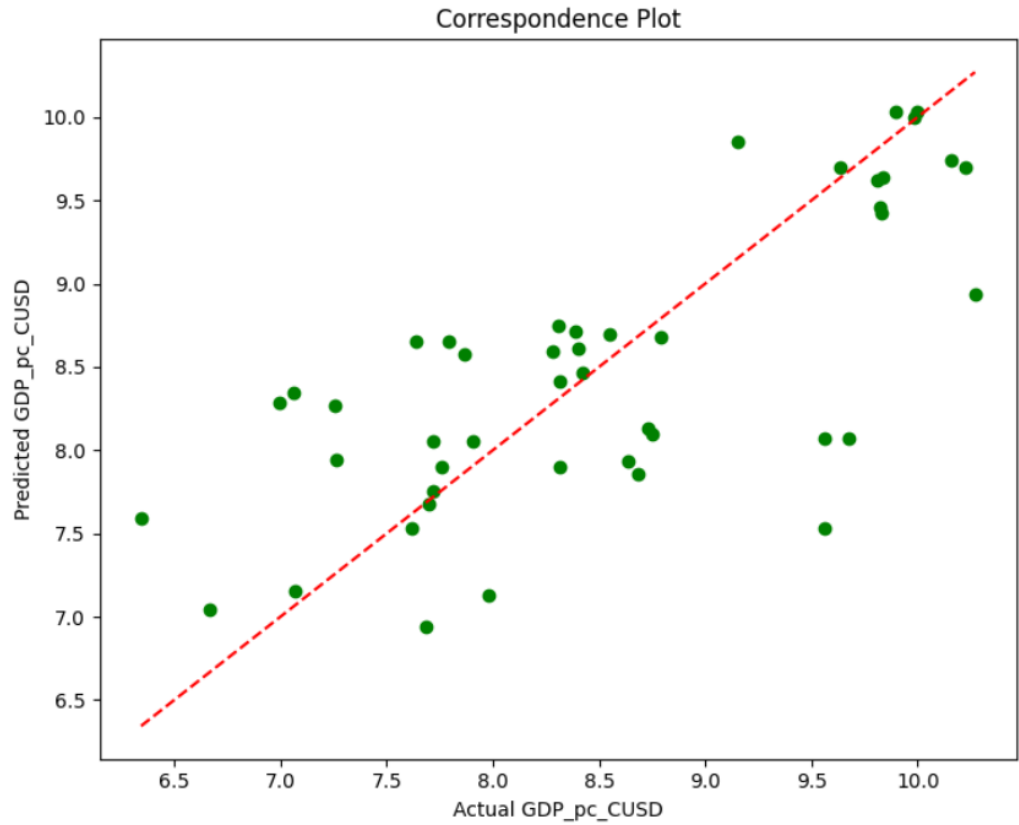


Рис. 3.3 - Крива відповідності для KNeighborsRegressor[розроблено автором]

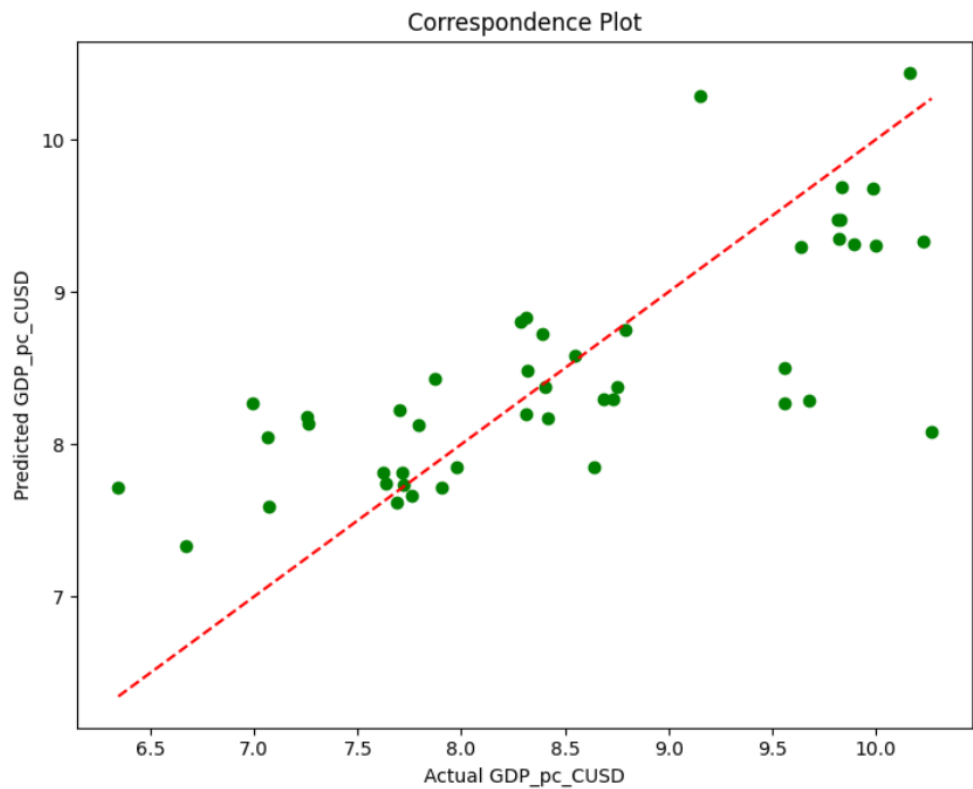


Рис. 3.4 - Крива відповідності для SVR[розроблено автором]

Як бачимо, найкращі результати показників, а також щільніший розподіл на кривій відповідності до червоної пунктирної лінії, що вказує на відповідність фактичного та прогнозованого значення внутрішнього валового продукту, має модель RandomForestRegressor та LinearRegression.

3.2. Реалізація прогнозування на основі побудованих моделей

Використаємо ці моделі для візуалізації значень для України.

Лінійна регресія (рис. 3.5).

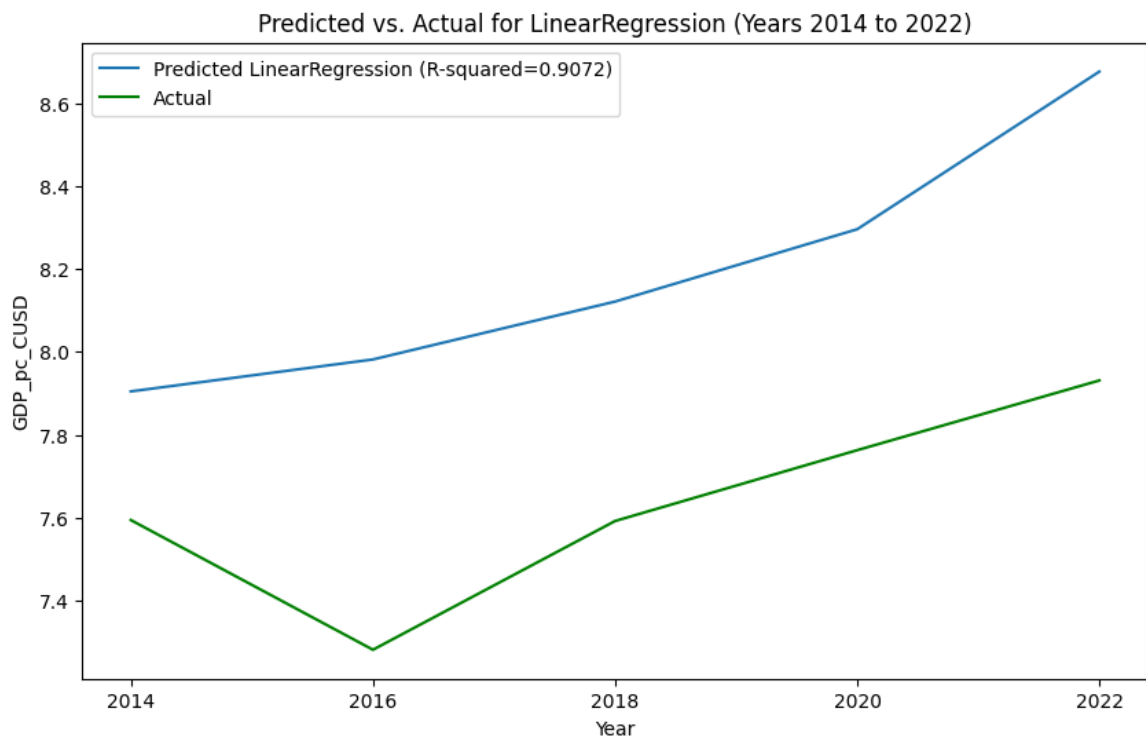


Рис. 3.5 – Графік результатів використання методу LinearRegression для України з 2014 по 2022 рік [розроблено автором]

Отримане рівняння має вигляд: $GDP_pc_CUSD = 4,558 + 0,113 * ITC_SE + 5,874 * EGDI + 0,928 * GII + 0,001 * FN - 0,033 * CC_EXPORT - 0,0001 * CC_IMPORT - 0,124 * ITC_EXPORT + -1,139 * EPI$

Також виведемо значення моделі випадковий ліс (рис. 3.6).

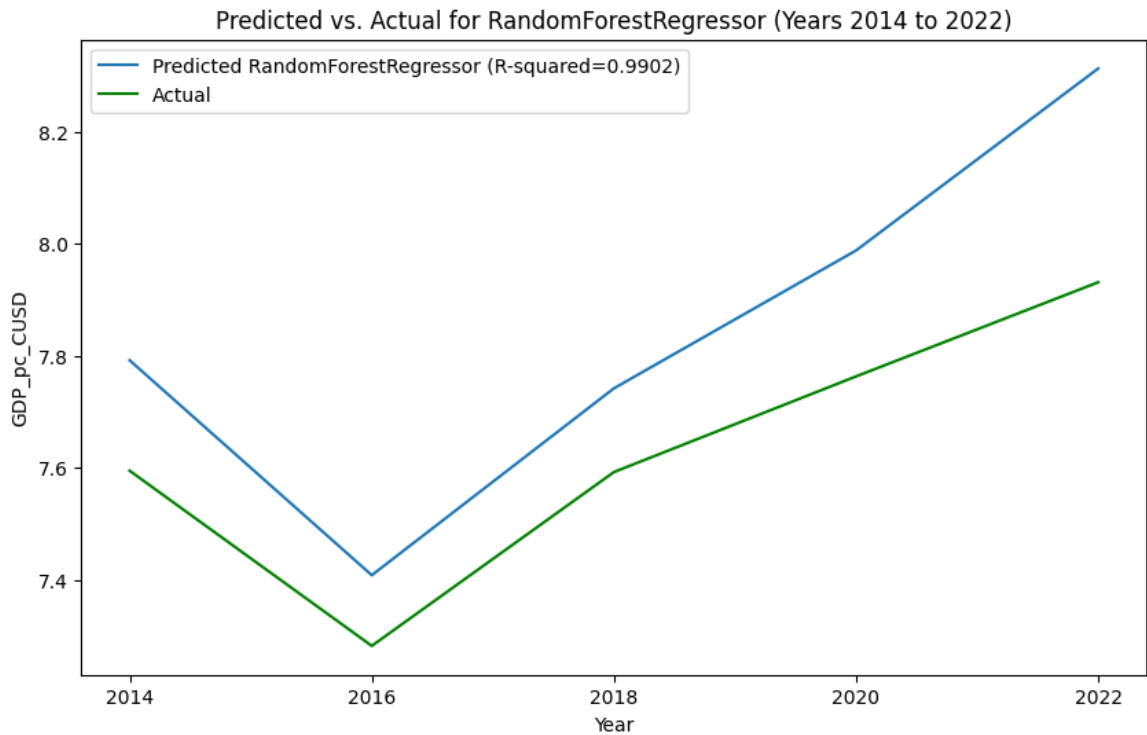


Рис. 3.6 – Графік результатів використання моделі RandomForestRegressor для України з 2014 по 2022 рік [розроблено автором]

Важливість показників для методу випадкового лісу представлені на рисунку 3.7.

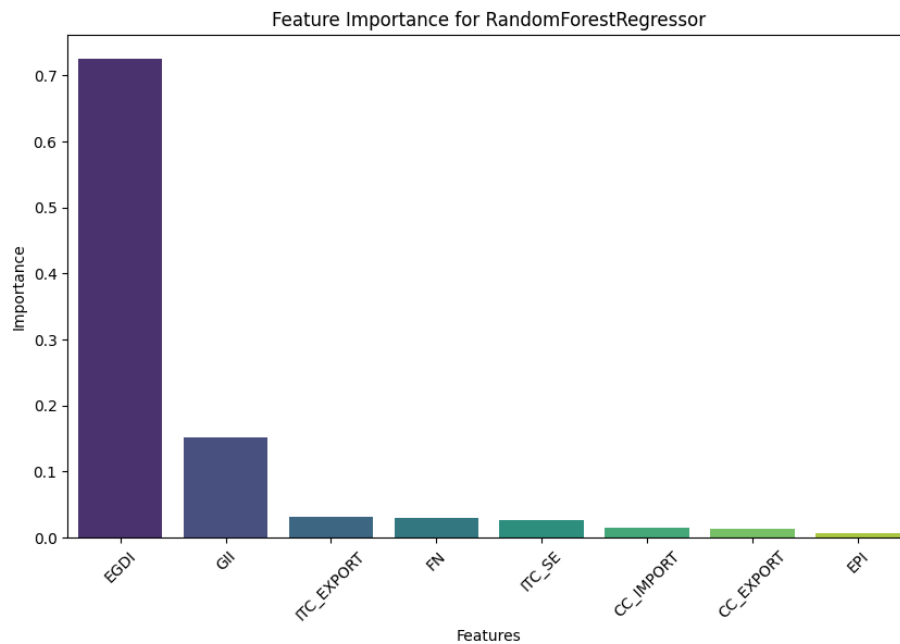


Рис. 3.7 – Виведення важливості показників для методу RandomForestRegressor [розроблено автором]

Найбільший вплив при лінійному прогнозуванні та для моделі випадкового лісу має E-Government Development Index, що свідчить про важливість розвитку електронного державного управління, особливо в умовах військового стану. Розвинута телекомунікаційна інфраструктура надає можливість швидко реагувати та приймати рішення в умовах екстрених ситуацій. Сюди можна віднести використання ІКТ для побудови безпечних ланцюгів постачання продукції, гуманітарних вантажів, ліків, евакуації людей, а також забезпечити збереження конфіденційної інформації під час масштабних кібератак. Також ефективне управління цифровою економікою дозволяє уряду зберегти належне функціонування фінансової системи, зокрема забезпечити постійний доступ до електронних платіжних інструментів та онлайн-торгівлі.

Наступним важливим показником є Global Innovation Index. Для успішного фінансового розвитку країни важливо підтримувати її інноваційну привабливість, що надає можливості залучати інвестиції в дослідження та розвиток нових технологій, що відіграють критичну роль за умов динамічного розвитку світового ринку. Економіка, що має високі показники інноваційної діяльності показує себе більш гнучкою та адаптивною до внутрішніх та зовнішніх змін, що виражається у можливості переорієнтації підприємств на нові умови функціонування та надає підґрунтя для швидкого відновлення після кризових явищ.

Наступним важливим показником для моделі випадкового лісу є ICT service exports, значущим він є і для лінійної регресії. Цей показник вказує на місце ІКТ послуг в експортній діяльності країни та реалізацію потенціалу у сфері цифрової економіки на міжнародну економіку.

Лінійною регресією також визначено, що E-Participation Index має вклад в значення ВВП на душу населення. Параметри Freedom on the Net, має незначний вплив.

У моделі випадкового лісу параметр Freedom on the Net вказаний як важливий для прогнозування. Свобода та доступність Інтернету в країні дозволяє громадянам отримувати інформацію через різноманітні електронні джерела та засоби комунікації, протидіяти пропаганді та дезінформації.

Змінні Communications, computer, etc., Communications, computer, etc в обох моделях вважаються такі, що мають незначний вплив.

Також у моделі лінійної регресії можемо помітити що є змінні з від'ємними коефіцієнтами, а саме відсоток послуг зв'язку, комп'ютерів тощо у загальному обсязі експорту послуг та у загальному обсязі імпорту послуг, доля експорту послуг із інформаційних та комунікаційних технологій у загальному обсязі експорту послуг й індекс електронної участі. Такі тенденції при прогнозуванні рівня економічного розвитку можна пояснити тим, що значні витрати на цифровізацію та кіберзахист призводять до зменшення залученості ресурсів до розвитку інших секторів економіки, що спричиняє зниження валового внутрішнього продукту за часів нестабільних періодів.

Отже, отримані результати моделювання свідчать про те, що моделі є адекватними та здатні виконувати об'єктивні прогнозування то моделювання впливу рівня цифровізації країни на її економічний розвиток.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було проведено всебічне дослідження впливу цифровізації на економічний розвиток країн. Основною метою дослідження було моделювання економічного розвитку в умовах цифрової економіки та аналіз ефективності цих підходів з урахуванням сучасних технологічних тенденцій.

Перш за все, було встановлено, що цифровізація економіки має значний вплив на всі аспекти економічного життя. Інформаційно-комунікаційні технології, такі як інтернет, мобільні комунікації, великі дані, штучний інтелект та блокчейн, створюють нові можливості для підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення якості життя. Водночас ці технології вимагають нових підходів до управління та регулювання економіки.

Дослідження показало, що моделювання економічного розвитку в умовах цифровізації вимагає використання складних моделей машинного навчання, які здатні обробляти великі обсяги даних та враховувати численні фактори. Використання моделей, таких як лінійна регресія, дерева рішень, випадкові ліси, дозволяє отримати більш точні прогнози щодо економічних показників.

Одним із важливих аспектів дослідження було вивчення методів нормалізації даних. Було встановлено, що нормалізація є критичним етапом передобробки даних, який забезпечує коректну роботу моделей машинного навчання. Використання метода Вох-Сох дозволяє зменшити вплив масштабів різних показників на результати моделювання та підвищити точність моделей.

Проведений аналіз існуючих підходів до моделювання економічного розвитку показав, що багато дослідників акцентують увагу на впливі цифрових технологій на економіку. Закордонні дослідники, такі як Brynjolfsson E., McAfee A., Chui M., Manyika J., Miremadi M., Davenport T.H., Kirby J., Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N., Kiron D. та Buckley N., наголошують на важливості комплексного підходу до моделювання, який враховує вплив новітніх технологій на всі аспекти економічного життя [14-17].

Одним з ключових висновків роботи є те, що успішна цифрова трансформація потребує не лише технічних рішень, але й ефективного управління

людським капіталом. Люди є ключовими факторами успішної цифрової трансформації, і їхня роль у процесі впровадження нових технологій є вирішальною.

Також було виявлено, що параметри, такі як MSE, MAD, VIF, RMSE, BIC, є ключовими для оцінки ефективності та точності моделей машинного навчання. Вони допомагають визначити, наскільки добре модель може прогнозувати економічні показники та виявляти закономірності у великих обсягах даних [14-18].

Цифровізація економіки має значний позитивний вплив на економічний розвиток країн, створюючи нові можливості для підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення якості життя. Моделювання економічного розвитку в умовах цифровізації вимагає використання складних моделей машинного навчання, які здатні обробляти великі обсяги даних та враховувати численні фактори. Нормалізація даних є критичним етапом передобробки даних, який забезпечує коректну роботу моделей машинного навчання. Успішна цифрова трансформація потребує не лише технічних рішень, але й ефективного управління людським капіталом. Люди є ключовими факторами успішної цифрової трансформації, і їхня роль у процесі впровадження нових технологій є вирішальною. Параметри, такі як MSE, MAD, RMSE, BIC та VIF, є ключовими для оцінки ефективності та точності моделей машинного навчання. Вони допомагають визначити, наскільки добре модель може прогнозувати економічні показники та виявляти закономірності у великих обсягах даних. Це підкреслюють важливість комплексного підходу до моделювання економічного розвитку в умовах цифрової економіки та необхідність подальших досліджень у цій галузі. Це дозволить більш точно прогнозувати економічні показники, виявляти нові можливості для розвитку та ефективно управляти процесами цифрової трансформації.

Роботу виконано в рамках НДР №0124U000544 «Кібербезпекові та цифрові трансформації економіки країни воєнного стану: боротьба із кіберзлочинами, корупцією та тіньовим сектором».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк Л.Л., Ільницький Д.О., Лігоненко Л.О., Денісова О.О. Цифрова економіка: Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на людський капітал та формування компетентностей майбутнього: монографія / Л. Л. Антонюк, Д. О. Ільницький, Л. О. Лігоненко, О. О. Денісова та ін.; за ред. Антонюк Л., Ільницького Д., Севастюк А. Київ: КНЕУ. - 2021. - 337 с.
2. Біла С.О. Цифрові технології в бізнесі та управлінні: світовий досвід / С.О. Біла // Теоретичні та практичні аспекти розвитку Інтернет-економіки: міждисциплінарний навчальний посібник. За науковою ред. к.е.н., доц. Татомир І.Л., к.е.н., доц. Квасній Л.Г. – Дрогобич: ПОСВІТ, 2021. – С. 156 – 180.
3. Біленко В. О. Особливості економіко-математичного моделювання сталого розвитку / В. О.Біленко // Економіка та держава. – 2018. – №4. – С.66–69.
4. Дєєва Н.Е., Делейчук В.В. Механізми залучення інвестицій емітентами в умовах розвитку цифрової економіки. Київ: Молодий вчений, 2018. - С. 670.
5. Диба М. І. Диджиталізація економіки: світовий досвід та можливості розвитку в Україні / М. І. Диба, Ю. О. Гернего // Фінанси України. - 2018. - № 7. - С. 50-63.
6. Коляденко С. В. Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2019. – № 6. - С. 107.
7. Лазебник Л. Л. Сутність, особливості та параметри цифрової економіки / Л. Л. Лазебник. // Економічний вісник. – 2020. – №1. – С. 22–29.
8. Ляшенко В.І. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: монографія / ред. В.І. Ляшенко, О.С. Вишневський. НАН України, Інститут економіки промисловості. – Київ. 2018. С. 252.
9. Піжук О.І. Цифрова трансформація економіки України: обмеження та можливості : монографія / Ольга Іванівна Піжук; Університет державної фіскальної служби України. – Ірпінь, 2020. – 504 с.
10. Пивоваров Ю. Навіщо Україні цифрова економіка / Ю. Пивоваров // [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <http://nv.ua/ukr/>.

11. Побоченко Л.М. Діджиталізація економіки в процесі становлення інформаційного суспільства/ Т.К. Ковбич, Л.М.Побоченко // Сучасні міжнародні відносини: актуальні проблеми теорії і практики – 2020: міжнародна науково-практична конференція, 17 квітня 2020 року: тези доп. – К., 2020.– С.123-127.

12. Фіщук В. Цифрова економіка – це реально / В. Фіщук [Електронний ресурс]. – 2024 – Режим доступу: <http://biz.nv.ua/ukr>.

13. Цифрова економіка. Про нові можливості для України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/opinion/kubiv/tsifrova-ekonomika-pro-novi-mozhливosti-dlja-ukrajini-2282520.html>.

Англомовні джерела

14. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. – New York: W.W. Norton & Company, 2014. – 306 p.

15. Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. The New Artificial Intelligence Frontier: How Companies Can Use AI to Innovate.–McKinsey & Company,2018.–212 p.

16. Davenport, T. H., & Kirby, J. Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI. – Harvard Business Review Press, 2018. – 256 p.

17. Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. The Technology Fallacy: How People Are the Real Key to Digital Transformation. – MIT Press, 2019. – 280 p.

18. McKinsey Global Institute. Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores. – McKinsey & Company, 2015. – 198 p.

19. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. – Harvard Business Review, 2015. – 176 p.

20. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution. – World Economic Forum, 2016. – 192 p.

21. Tapscott, D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. – McGraw-Hill, 2014. – 416 p.

22. Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. – Harvard Business Review Press, 2014. – 304 p.

23. World Bank. World Development Report 2016: Digital Dividends. – Washington, DC: World Bank, 2016. – 359 p.
24. OECD. OECD Digital Economy Outlook 2017. – OECD Publishing, 2017. – 240 p.
25. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. Race Against the Machine: How the Digital Revolution Is Accelerating Innovation ... – Digital Frontier Press, 2011. – 92 p.
26. Kahneman, D. Thinking, Fast and Slow. – Farrar, Straus and Giroux, 2011. – 499 p.
27. McAfee, A., & Brynjolfsson, E. Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future. – W.W. Norton & Company, 2017. – 464 p.
28. Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. Disruptive Technologies: Advances that Will Transform Life, Business, and the Global Economy. – McKinsey Global Institute, 2013. – 163 p.
29. Kaplan, J. Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know. – Oxford University Press, 2016. – 160 p.
30. Ford, M. Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. – Basic Books, 2015. – 352 p.
31. Susskind, R., & Susskind, D. The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts. – Oxford University Press, 2015. – 256 p.
32. Measuring digital development: Facts and figures 2022 // Committed to connecting the world. – 2024 – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx> (дата звернення: 10.05.2024).
33. Yao A. Trade war? No, the US and China are vying for technological supremacy, and the markets are catching on. – South China Morning Post, 6 Jun 2019. URL: <https://www.scmp.com/comment/opinion/article/3013064/tradewar-no-us-and-china-are-vying-technological-supremacy-and> (дата звернення: 10.05.2024).
34. World Bank Open Data - URL: <https://data.worldbank.org/> (дата звернення: 17.05.2024).

35. The United Nations e-Government Knowledgebase - URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center> (дата звернення: 17.05.2024).
36. Global Innovation Index - URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/ (дата звернення: 17.05.2024).
37. Freedom House - Freedom on the Net - URL: <https://freedomhouse.org/> (дата звернення: 17.05.2024).
38. Statista. Number of internet and social media users worldwide as of April 2024 - URL: <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/> (дата звернення: 17.05.2024).
39. Why Digitalization of the Economy is Crucial for Third World countries - URL: <https://www.linkedin.com/pulse/why-digitalization-economy-crucial-third-world-ghulam-dastgeer> (дата звернення: 10.05.2024).
40. Pavlo Pylypenko. Python App Development: In-Depth Guide for Product Owners - URL: <https://mobidev.biz/blog/python-app-development-guide> (дата звернення: 10.05.2024).
41. Codecademy Team. Normalization - URL: <https://www.codecademy.com/article/normalization> (дата звернення: 10.05.2024).
42. Visual Studio Code - Code Editing. Redefined - URL: <https://code.visualstudio.com/> (дата звернення: 10.05.2024).
43. What is linear regression - URL: <https://learneverythingai.com/what-is-linear-regression-in-2-minutes/> (дата звернення: 17.05.2024).
44. What is random forest algorithm - URL: <https://learneverythingai.com/what-is-random-forest-algorithm-in-2-minutes/> (дата звернення: 17.05.2024).
45. Subarna Lamsal. Multiple Linear Regression: Sklearn and Statsmodels - URL: <https://codeburst.io/multiple-linear-regression-sklearn-and-statsmodels-798750747755> (дата звернення: 17.05.2024).
46. What is the k-nearest neighbors - URL: <https://learneverythingai.com/what-is-the-k-nearest-neighbors-or-knn-in-2-minutes/> (дата звернення: 17.05.2024).
47. What is the support vector machinesvm - URL: <https://learneverythingai.com/what-is-the-support-vector-machinesvm-in-2minutes/> (дата звернення: 17.05.2024).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Лістинг коду моделі прогнозування глобального іноваційного індексу в країні в залежності від рівня її цифровізації

```
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import boxcox
from sklearn.model_selection import train_test_split
from statsmodels.regression.linear_model import OLS
from statsmodels.tools import add_constant
import statsmodels.api as sm
from statsmodels.stats.outliers_influence import variance_inflation_factor
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error
import numpy as np

# Завантаження даних з файлу
df = pd.read_excel("dataset.xlsx")

# Виведення перших рядків даних
print(df.head())

# Виключення колонки 'Year' та нечислових колонок
columns_to_exclude = ['Year']
numeric_df = df.select_dtypes(include=['number']).drop(columns=columns_to_exclude)

# Обчислення кореляційної матриці
correlation_matrix = numeric_df.corr()

# Візуалізація кореляційної матриці за допомогою Seaborn
plt.figure(figsize=(10, 8))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, cmap="coolwarm", fmt=".2f",
            linewidths=0.5)
plt.title("Кореляційна матриця")
plt.show()

# Візуалізація розподілу до нормалізації
for column in numeric_df.columns:
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    sns.histplot(numeric_df[column], kde=True)
```

```
plt.title(f"Розподіл {column}")
plt.xlabel(column)
plt.ylabel("Частота")
plt.show()

# Нормалізація даних
for column in numeric_df.columns:
    transformed_data, _ = boxcox(numeric_df[column])
    numeric_df[column] = transformed_data

# Візуалізація розподілу після нормалізації
for column in numeric_df.columns:
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    sns.histplot(numeric_df[column], kde=True)
    plt.title(f"Розподіл {column} після нормалізації")
    plt.xlabel(column)
    plt.ylabel("Частота")
    plt.show()

# Розділення даних на навчальні та тестові набори
X = numeric_df.drop(columns=['GDP_pc_CUSD'])
y = numeric_df['GDP_pc_CUSD']
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)

# Додавання константи до моделі
X_train_const = add_constant(X_train)

# Побудова моделі лінійної регресії з statsmodels
model = OLS(y_train, X_train_const).fit()

# Отримання коефіцієнтів та р-значень
coefficients = model.params
p_values = model.pvalues

# Округлення р-значень до 4 знаків після коми
p_values_rounded = p_values.round(4)

# Створення DataFrame з коефіцієнтами та р-значеннями
results_summary = pd.DataFrame({'Coefficient': coefficients, 'P-value':
p_values_rounded})

# Виведення таблиці
print(results_summary)

# Видалення константи зі списку стовпців
columns_without_const = X_train.columns

# Обчислення VIF для кожної незалежної змінної
vif_data = pd.DataFrame()
vif_data["feature"] = columns_without_const
```

```

vif_data["VIF"] = [variance_inflation_factor(X_train.values, i) for i in
range(X_train.shape[1])]

print(vif_data)

# Отримання значень R-squared та BIC
r_squared = model.rsquared
bic = model.bic

# Виведення значень R-squared та BIC
print(f"R-squared: {r_squared:.4f}")
print(f"BIC: {bic:.4f}")

# Функція для вибору параметрів для виключення з моделі
def exclude_variables(variables_to_exclude, X, y):
    X_excluded = X.drop(columns=variables_to_exclude)
    return X_excluded, y

# Вибір параметрів для виключення з моделі
variables_to_exclude = ['EGDI']
X_train_excluded, y_train_excluded = exclude_variables(variables_to_exclude, X_train,
y_train)
X_train_excluded_const = add_constant(X_train_excluded)

# Побудова моделі з виключеними параметрами та отримання результатів
model_excluded = OLS(y_train_excluded, X_train_excluded_const).fit()

# Отримання значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
r_squared_excluded = model_excluded.rsquared
bic_excluded = model_excluded.bic

# Виведення значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
print(f"R-squared after excluding {variables_to_exclude}: {r_squared_excluded:.4f}")
print(f"BIC after excluding {variables_to_exclude}: {bic_excluded:.4f}")

# Вибір параметрів для виключення з моделі
variables_to_exclude = ['TII']
X_train_excluded, y_train_excluded = exclude_variables(variables_to_exclude, X_train,
y_train)
X_train_excluded_const = add_constant(X_train_excluded)

# Побудова моделі з виключеними параметрами та отримання результатів
model_excluded = OLS(y_train_excluded, X_train_excluded_const).fit()

# Отримання значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
r_squared_excluded = model_excluded.rsquared
bic_excluded = model_excluded.bic

# Виведення значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
print(f"R-squared after excluding {variables_to_exclude}: {r_squared_excluded:.4f}")
print(f"BIC after excluding {variables_to_exclude}: {bic_excluded:.4f}")

```

```

# Вибір параметрів для виключення з моделі
variables_to_exclude = ['TII', 'OSI', 'HCI']
X_train_excluded, y_train_excluded = exclude_variables(variables_to_exclude, X_train,
y_train)
X_train_excluded_const = add_constant(X_train_excluded)

# Побудова моделі з виключеними параметрами та отримання результатів
model_excluded = OLS(y_train_excluded, X_train_excluded_const).fit()

# Отримання значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
r_squared_excluded = model_excluded.rsquared
bic_excluded = model_excluded.bic

# Виведення значень R-squared та BIC для моделі з виключеними параметрами
print(f"R-squared after excluding {variables_to_exclude}: {r_squared_excluded:.4f}")
print(f"BIC after excluding {variables_to_exclude}: {bic_excluded:.4f}")

# Створення та навчання моделей
models = [LinearRegression(), RandomForestRegressor(), KNeighborsRegressor(), SVR()]

for model in models:
    model.fit(X_train_excluded, y_train) # Навчання моделей

    y_train_pred = model.predict(X_train_excluded) # прогноз навчальної вибірки
    r2_train = r2_score(y_train, y_train_pred) # коеф детермінації для навчальної
вибірки

    y_test_pred = model.predict(X_test.drop(columns=variables_to_exclude))
    r2_test = r2_score(y_test, y_test_pred) # коеф детермінації для тестової вибірки

    # обрахунок додаткових метрик
    mse_train = mean_squared_error(y_train, y_train_pred)
    mse_test = mean_squared_error(y_test, y_test_pred)
    mad_train = mean_absolute_error(y_train, y_train_pred)
    mad_test = mean_absolute_error(y_test, y_test_pred)
    rmse_train = np.sqrt(mse_train)
    rmse_test = np.sqrt(mse_test)

    print(f"R-squared for {str(model).split('(')[0]} (Train): {r2_train:.4f}")
    print(f"R-squared for {str(model).split('(')[0]} (Test): {r2_test:.4f}")
    print(f"MSE for {str(model).split('(')[0]} (Train): {mse_train:.4f}")
    print(f"MSE for {str(model).split('(')[0]} (Test): {mse_test:.4f}")
    print(f"MAD for {str(model).split('(')[0]} (Train): {mad_train:.4f}")
    print(f"MAD for {str(model).split('(')[0]} (Test): {mad_test:.4f}")
    print(f"RMSE for {str(model).split('(')[0]} (Train): {rmse_train:.4f}")
    print(f"RMSE for {str(model).split('(')[0]} (Test): {rmse_test:.4f}")
    print("")

# обрахунок впливу параметрів
if isinstance(model, LinearRegression):

```

```

    coefs = model.coef_
    intercept = model.intercept_
    equation = f"{intercept:.3f} + " + ' + '.join(
        [f"{coef:.3f} * {feature}" for coef, feature in zip(coefs,
X_train_excluded.columns)])
    print(f"Equation for {str(model).split('(')[0]}: GDP_pc_CUSD = {equation}")

    elif isinstance(model, RandomForestRegressor):
        feature_importances = model.feature_importances_
        sorted_indices = np.argsort(feature_importances)[::-1] # Сортування індексів
важливості функцій у спадному порядку
        sorted_feature_importances = feature_importances[sorted_indices]
        sorted_columns = X_train_excluded.columns[sorted_indices]

        # Виведення важливості функцій для RandomForestRegressor
        print(f"Feature Importance for {str(model).split('(')[0]}:")
        for i, (column, importance) in enumerate(zip(sorted_columns,
sorted_feature_importances), 1):
            print(f"{i}. {column}: {importance:.4f}")

        # Візуалізація важливості функцій для RandomForestRegressor
        plt.figure(figsize=(10, 6))
        sns.barplot(x=sorted_columns, y=sorted_feature_importances,
hue=sorted_columns, palette="viridis", legend=False)
        plt.title(f'Feature Importance for {str(model).split("(")[0]}')
        plt.xlabel('Features')
        plt.ylabel('Importance')
        plt.xticks(rotation=45)
        plt.show()

    elif isinstance(model, KNeighborsRegressor):
        distances, indices =
model.kneighbors(X_test.drop(columns=variables_to_exclude))
        for i, sample_distances in enumerate(distances):
            print(f"Distances for sample {i}: {sample_distances}")

    elif isinstance(model, SVR):
        support_vectors_coefficients = model.dual_coef_
        print("Support Vectors Coefficients:")
        print(support_vectors_coefficients)

    # Візуалізація прогнозів та кривої відповідності
    plt.figure(figsize=(15, 6))

    # Графік прогнозів
    plt.subplot(1, 2, 1)
    plt.plot(y_test.values.ravel(), label='Actual', color='blue')
    plt.plot(y_test_pred, label=f'Predicted (R-squared={r2_test:.4f},
MSE={mse_test:.4f}, MAD={mad_test:.4f}, RMSE={rmse_test:.4f})', linestyle='--',
color='orange')
    plt.title(f'Predicted vs. Actual for {str(model).split("(")[0]}')

```

```

plt.xlabel('Sample')
plt.ylabel('GDP_pc_CUSD')
plt.legend()

# Крива відповідності
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(y_test, y_test_pred, 'o', color='green')
plt.plot([y_test.min(), y_test.max()], [y_test.min(), y_test.max()], color='red',
linestyle='--')
plt.title('Correspondence Plot')
plt.xlabel('Actual GDP_pc_CUSD')
plt.ylabel('Predicted GDP_pc_CUSD')

plt.tight_layout()
plt.show()

# Побудова та навчання моделей на всьому датасеті
for model in models:
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    model.fit(numeric_df.drop(columns=['GDP_pc_CUSD']), numeric_df['GDP_pc_CUSD']) #
Навчання моделі на всьому датасеті
    y_pred = model.predict(numeric_df.drop(columns=['GDP_pc_CUSD'])) # Прогноз для
всього датасету
    r2 = r2_score(numeric_df['GDP_pc_CUSD'], y_pred) # Коефіцієнт детермінації для
всього датасету
    # Графіки для України
    plt.plot(range(2014, 2019), y_pred[210:215],
              label=f'Predicted {str(model).split("(")[0]} (R-squared={r2:.4f})')
    plt.plot(range(2014, 2019), numeric_df['GDP_pc_CUSD'].iloc[210:215],
label='Actual', color='green')
    plt.title(f'Predicted vs. Actual for {str(model).split("(")[0]} (Years 2014 to
2022)')
    plt.xlabel('Year')
    plt.ylabel('GDP_pc_CUSD')
    plt.xticks(range(2014, 2019), ['2014', '2016', '2018', '2020', '2022'])
    plt.legend()
    plt.show()

```

Додаток Б

Таблиця В.1 -Вхідний масив даних

GDP_pc_CUSD	ITC_SE	EGDI	GII	FN	CC_EXPORT	CC_IMPORT	ITC_EXPORT	EPI	OSI	HCI	TI	Year	Country
12334,79 825	144346 4924	0,63 059	3 5, 1	7 3	43,9904 9075	39,2966 3237	10,7750 4374	0,54 901	0,55 118	0,85 71	0,48 347	20 14	Argentina
12790,26 414	163417 2701	0,69 78	3 0, 2	7 3	46,9823 1688	31,9733 8229	12,1728 7435	0,62 712	0,71 014	0,88 021	0,50 306	20 16	Argentina
11795,16 275	224024 9777	0,73 35	3 0, 7	7 2	49,5592 295	32,4823 316	14,6019 1598	0,62 36	0,75	0,85 79	0,59 27	20 18	Argentina
8500,837 939	199257 6764	0,82 79	2 8, 3	7 1	66,3193 4039	54,1309 2958	20,9927 5019	0,85 71	0,84 71	0,91	0,72 65	20 20	Argentina
13650,60 463	277084 3238	0,81 98	2 8, 6	7 1	59,0000 1608	40,1845 3114	19,1270 0614	0,64 77	0,80 89	0,91 73	0,73 32	20 22	Argentina
4017,229 914	129826 002	0,58 969	3 6, 1	7 2	27,3596 5614	10,3126 0555	8,01297 8335	0,52 941	0,61 417	0,76 6	0,38 89	20 14	Armenia
3679,952 347	173069 959,9	0,51 785	3 5, 1	7 0	26,2557 0244	11,9414 4343	10,3480 5599	0,52 542	0,42 754	0,73 377	0,39 225	20 16	Armenia
4391,923 27	235757 208,2	0,59 44	3 2, 8	7 3	26,0858 0902	12,5214 1824	10,7050 5426	0,56 74	0,56 25	0,75 47	0,46 6	20 18	Armenia
4505,867 742	328452 932,9	0,71 36	3 2, 6	7 5	48,3764 7123	20,9708 5703	29,8772 3077	0,75	0,7	0,78 72	0,65 36	20 20	Armenia
7018,051 504	711382 753,4	0,73 64	2 6, 6	7 4	23,9950 5312	12,7373 6227	16,4660 2774	0,57 95	0,72 21	0,79 45	0,69 25	20 22	Armenia
62558,24 388	240084 8354	0,91 034	5 5	8 3	24,0767 5937	28,4095 5421	4,00633 4489	0,94 117	0,92 913	0,99 78	0,80 405	20 14	Australia
49918,79 393	245414 3520	0,91 428	5 3, 1	7 9	21,3142 0449	27,1018 3563	4,24491 0519	0,98 305	0,97 826	1	0,76 459	20 16	Australia
57273,52 048	328878 4142	0,90 53	5 2	7 9	21,0884 3008	27,6255 0814	4,75425 1478	0,98 31	0,97 22	1	0,74 36	20 18	Australia
51868,24 756	354729 5097	0,94 32	4 8, 4	7 6	34,1409 653	52,4165 0865	7,19553 7204	0,96 43	0,94 71	1	0,88 25	20 20	Australia
65099,84 591	518007 8728	0,94 05	4 7, 1	7 6	39,4742 6956	36,6815 0724	10,0834 9593	0,98 86	0,93 8	1	0,88 36	20 22	Australia
7890,840 281	127119 000	0,54 72	2 9, 6	4 5	16,9091 1744	60,0149 3638	2,95820 892	0,43 137	0,43 307	0,74 8	0,46 049	20 14	Azerbaijan
3880,685 228	728380 00	0,62 741	2 9, 6	4 3	12,3585 2015	52,8922 6558	1,66742 5926	0,67 797	0,68 116	0,71 583	0,48 525	20 16	Azerbaijan
4739,794 312	789950 00	0,65 74	3 0, 2	4 0	17,3399 5122	41,3540 4305	1,68163 3882	0,67 98	0,72 92	0,73 69	0,50 62	20 18	Azerbaijan
4229,910 649	651550 00	0,71	2 7, 2	3 8	24,6156 158	66,0484 3773	2,48115 2456	0,69 05	0,70 59	0,77 13	0,65 28	20 20	Azerbaijan

GDP_pc_CUSD	ITC_S_E	EG_DI	G_II	F_N	CC_EX_PORT	CC_IM_PORT	ITC_E_EXPORT	EPI	OSI	HC_I	TII	Year	Country
7762,073 829	134796 000	0,69 37	2 1, 4	3 8	22,4948 3842	61,3723 0439	2,10437 7407	0,38 64	0,61 19	0,79 32	0,67 61	20 22	Azerbaijan
25464,76 01	651861 702,1	0,80 885	3 6, 3	2 6	25,2637 4581	15,4123 1885	7,60518 8035	0,82 352	0,93 7	0,78 4	0,70 55	20 14	Bahrain
22867,18 112	604521 276,6	0,77 335	3 5, 5	2 9	18,1446 6397	10,6067 591	5,49684 4091	0,74 576	0,82 609	0,71 777	0,77 62	20 16	Bahrain
25415,84 662	880851 063,8	0,81 16	3 1, 7	2 9	14,3163 2516	2,66340 5809	7,39252 7119	0,79 78	0,79 86	0,78 97	0,84 66	20 18	Bahrain
23433,18 724	907712 766	0,82 13	2 8, 4	2 9	18,7080 6714	7,30782 1042	7,81525 4975	0,77 38	0,78 82	0,84 39	0,83 19	20 20	Bahrain
30146,92 503	140957 4468	0,77 07	2 7, 9	2 9	24,4352 0059	17,6096 2656	9,79848 4008	0,44 32	0,75 23	0,81 54	0,74 44	20 22	Bahrain
1108,514 957	431349 776,4	0,27 572	2 4, 4	5 1	80,2831 9523	16,1240 2867	13,7690 6159	0,39 215	0,34 645	0,38 66	0,09 414	20 14	Bangladesh
1659,962 496	623380 901,3	0,37 995	2 2, 9	4 4	79,6261 0681	13,0636 3871	17,6065 2242	0,52 542	0,62 319	0,39 731	0,11 934	20 16	Bangladesh
1963,412 492	587843 450,2	0,48 62	2 3, 1	4 9	79,4240 5288	16,8403 04	10,7937 7495	0,80 34	0,78 47	0,47 63	0,19 76	20 18	Bangladesh
2233,305 901	405083 022,3	0,51 89	2 0, 4	4 2	83,3216 2394	23,5020 5217	6,72914 8955	0,57 14	0,61 18	0,57 31	0,37 17	20 20	Bangladesh
2688,305 501	720571 191,5	0,56 3	1 9, 7	4 3	75,0387 8974	14,7199 3895	8,71299 968	0,52 27	0,65 21	0,59	0,44 69	20 22	Bangladesh
12071,40 446	144645 5332	0,60 082	3 6, 3	7 0	66,3110 046	52,4362 5933	3,66210 4159	0,70 588	0,59 842	0,73 72	0,46 681	20 14	Brazil
8680,736 469	180375 6100	0,63 769	3 3, 2	6 8	64,9771 1844	60,5334 8032	5,45703 0849	0,72 881	0,73 188	0,67 867	0,50 25	20 16	Brazil
9121,020 995	261747 6710	0,73 27	3 3, 4	6 9	65,6118 9904	53,1311 0851	7,68841 7723	0,97 19	0,92 36	0,75 25	0,52 2	20 18	Brazil
6923,699 912	255174 1788	0,76 77	3 1, 9	6 3	69,2805 9615	64,7941 4699	9,27436 2427	0,90 48	0,87 06	0,78 03	0,65 22	20 20	Brazil
8917,674 911	467436 7954	0,79 1	3 2, 5	6 5	65,9050 0786	48,6382 3589	11,6014 4808	0,89 77	0,89 64	0,79 53	0,68 14	20 22	Brazil
1098,074 538	741197 13,68	0,29 986	2 8, 7	5 3	11,5451 8377	20,9316 7637	1,94498 6162	0,19 607	0,17 322	0,51 89	0,20 745	20 14	Cambodia
1281,105 971	738971 55,34	0,25 927	2 7, 9	4 8	8,81369 0104	15,0443 0942	1,83235 5261	0,06 78	0,05 072	0,47 847	0,24 862	20 16	Cambodia
1533,315 985	653762 30,22	0,37 53	2 6, 7	4 5	7,03492 2732	16,8766 0363	1,19929 1567	0,17 42	0,25	0,56 26	0,31 32	20 18	Cambodia
1577,911 74	828342 15,34	0,51 13	2 1, 5	4 3	22,9780 8107	19,4235 6447	4,68669 7497	0,41 67	0,45 29	0,53 44	0,54 66	20 20	Cambodia

GDP_pc_CUSD	ITC_S E	EG DI	G II	F N	CC_EX PORT	CC_IM PORT	ITC_E XPORT	EPI	OSI	HC I	TII	Ye ar	Country
1759,608 023	119449 686,1	0,50 56	2 0, 5	4 3	21,3768 8102	17,4819 8306	5,15328 1427	0,28 41	0,41 81	0,53 8	0,56 05	20 22	Cambodi a
50955,99 832	834948 9858	0,84 177	5 6, 1	8 5	51,4629 8742	37,9894 9362	8,99388 7235	0,82 352	0,91 338	0,89 52	0,71 676	20 14	Canada
42315,60 371	717816 9057	0,82 847	5 4, 7	8 4	49,2911 3066	37,8247 1472	8,20562 0379	0,91 525	0,95 652	0,85 717	0,67 173	20 16	Canada
46548,63 841	105399 41062	0,82 58	5 3	8 5	51,0720 1149	40,4853 6832	10,0062 6337	0,91 01	0,93 06	0,87 44	0,67 24	20 18	Canada
43562,43 583	145718 73679	0,84 2	5 2, 3	8 7	65,4311 6551	59,0995 4159	14,7894 3431	0,94 05	0,84 12	0,90 29	0,78 18	20 20	Canada
55522,44 569	164327 65492	0,85 11	5 0, 8	8 7	53,7089 3603	49,2417 8976	12,3770 0761	0,82 95	0,85 04	0,92 6	0,77 7	20 22	Canada
7636,074 34	201729 14776	0,54 501	4 6, 6	1 3	58,2955 1557	18,9398 3364	9,20546 0245	0,64 705	0,60 629	0,67 34	0,35 54	20 14	China
8094,390 167	254324 87660	0,60 713	5 0, 6	1 2	58,9754 7051	21,7215 3758	12,2034 6461	0,81 356	0,76 812	0,68 6	0,36 727	20 16	China
9905,406 383	300232 09195	0,68 11	5 3, 1	1 2	61,0598 2492	23,8944 4497	12,8542 2827	0,90 45	0,86 11	0,70 88	0,47 35	20 18	China
10408,71 955	389837 83527	0,79 48	5 3, 3	1 0	67,4661 9105	36,5131 6135	17,0321 6115	0,96 43	0,90 59	0,73 96	0,73 88	20 20	China
12720,21 632	556922 09102	0,81 19	5 5, 3	1 0	55,1163 9913	33,3565 4759	15,0946 7222	0,86 36	0,88 76	0,74 29	0,80 5	20 22	China
8167,472 842	600856 204,1	0,61 73	3 5, 5	7 0	31,1305 0918	36,8873 2013	7,04590 8032	0,88 235	0,78 74	0,73 48	0,32 971	20 14	Colombi a
5936,261 022	507097 099,1	0,62 371	3 4, 2	6 8	26,5978 7652	35,8279 0093	5,82495 1263	0,76 271	0,78 986	0,70 003	0,38 126	20 16	Colombi a
6782,037 92	577598 817,4	0,68 71	3 3, 8	6 9	28,4793 5321	33,4364 0937	5,38254 0881	0,92 13	0,88 19	0,73 82	0,44 12	20 18	Colombi a
5304,289 129	534428 741,2	0,71 64	3 0, 8	6 6	50,9398 0433	38,7814 8713	9,03565 4895	0,86 9	0,76 47	0,77 23	0,61 22	20 20	Colombi a
6624,165 393	110477 3575	0,72 61	2 9, 2	6 4	34,6103 4277	29,6802 862	8,19058 7763	0,71 59	0,74 18	0,78 67	0,64 98	20 22	Colombi a
6374,631 486	110543 419,1	0,50 529	2 7, 5	6 3	14,3406 9683	17,5514 9992	4,69939 985	0,49 019	0,48 031	0,70 37	0,33 184	20 14	Ecuador
6079,088 736	820101 43,63	0,56 254	2 7, 1	5 9	13,8523 1025	22,7487 6998	3,06520 3808	0,57 627	0,63 043	0,71 341	0,34 379	20 16	Ecuador
6321,349 401	592779 43,48	0,61 29	2 6, 8	6 0	9,91396 8869	21,1671 3849	1,82441 7597	0,67 42	0,72 92	0,73 95	0,36 99	20 18	Ecuador
5645,199 29	824857 92,09	0,70 15	2 4, 1	5 7	20,2011 0234	26,7849 2805	4,57285 1622	0,79 76	0,81 18	0,77 93	0,51 33	20 20	Ecuador

GDP_pc_CUSD	ITC_S_E	EG_DI	G_II	F_N	CC_EX_PORT	CC_IM_PORT	ITC_E_XPORT	EPI	OSI	HC_I	TII	Year	Country
6391,282 484	723458 63,01	0,68 89	2 0, 3	6 4	14,2331 9778	16,0187 3721	2,50618 1927	0,70 45	0,76 51	0,77 48	0,52 69	20 22	Ecuador
3196,861 381	101250 0000	0,51 293	3 0	4 0	21,2278 9712	25,5532 8896	4,62379 4388	0,54 901	0,59 055	0,59 12	0,35 705	20 14	Egypt
3331,612 461	890100 000	0,45 941	2 6	3 7	17,3261 7963	24,8524 8299	6,54196 6779	0,40 678	0,47 101	0,60 476	0,30 246	20 16	Egypt
2531,200 079	752400 000	0,48 8	2 7, 2	2 8	11,7491 1024	31,4117 0657	3,19169 2437	0,53 93	0,53 47	0,60 72	0,32 22	20 18	Egypt
3571,556 907	107310 0000	0,55 27	2 4, 2	2 6	20,2867 2597	30,3789 1916	7,12895 361	0,51 19	0,57 06	0,61 92	0,46 83	20 20	Egypt
4295,407 496	165540 0000	0,58 95	2, 7	2 7	21,7105 1617	24,5639 9451	5,24298 1336	0,35 23	0,57 3	0,63 75	0,55 79	20 22	Egypt
20261,06 673	646149 133,3	0,81 796	5 1, 5	9 2	39,0664 7506	38,4342 242	9,03754 6502	0,76 47	0,77 165	0,88 89	0,79 337	20 14	Estonia
18295,34 293	576274 433,6	0,83 344	5 1, 7	9 4	44,0767 4483	38,5217 0421	9,44370 8412	0,81 356	0,89 13	0,87 608	0,73 295	20 16	Estonia
23165,84 948	961384 280,8	0,84 86	5 0, 5	9 4	46,7942 4407	39,4287 4494	12,2095 0808	0,91 01	0,90 28	0,88 18	0,76 13	20 18	Estonia
23595,24 368	113286 2515	0,94 73	4 8, 3	9 4	62,9241 2583	65,8225 3425	17,3373 8513	1 1	0,99 41	0,92 66	0,92 12	20 20	Estonia
28247,09 599	244093 1860	0,93 93	5 0, 2	9 3	61,7846 2827	53,2390 8884	21,6279 1069	0,97 73	1 1	0,92 31	0,89 49	20 22	Estonia
43068,54 872	189265 77171	0,89 384	5 2, 2	8 0	54,0582 1959	54,6020 3725	6,93394 141	0,96 078	1 1	0,88 12	0,80 029	20 14	France
37062,53 357	181645 07205	0,84 559	5 4	7 5	55,1462 4569	57,1732 786	7,00750 0233	0,89 831	0,94 203	0,84 452	0,75 021	20 16	France
41557,85 486	220575 65506	0,87 9	5 4, 4	7 5	54,9851 9249	55,4737 0672	7,29468 7526	0,96 63	0,97 92	0,85 98	0,79 79	20 18	France
39179,74 426	208208 08851	0,87 18	5 3, 7	7 7	59,3019 7211	60,0255 9588	8,46547 8324	0,90 48	0,88 24	0,86 12	0,87 19	20 20	France
40886,25 327	255576 97535	0,88 32	5 5	7 6	48,8627 4322	55,9847 363	7,44213 9724	0,71 59	0,87 68	0,87 84	0,89 44	20 22	France
4739,276 913	563842 87,62	0,60 468	3 4, 5	7 4	8,46966 9345	19,5957 046	1,85255 6422	0,58 823	0,59 842	0,78 95	0,42 613	20 14	Georgia
4062,126 978	562270 63,75	0,61 079	3 3, 9	7 5	7,72103 1556	14,8695 0057	1,69714 6463	0,55 932	0,63 768	0,77 631	0,41 839	20 16	Georgia
4722,042 423	845553 01,81	0,68 93	3 5	7 5	5,85569 8717	13,7292 6821	1,88314 3583	0,62 36	0,69 44	0,83 33	0,54 03	20 18	Georgia
4255,742 993	113848 599,1	0,71 74	3 1, 8	7 6	19,5239 1028	23,4718 5754	7,20514 7928	0,64 29	0,58 82	0,87 17	0,69 23	20 20	Georgia
6674,956 96	597239 466,3	0,75 01	2 7, 9	7 8	15,4643 5479	16,2959 6086	10,4718 5738	0,53 41	0,61 11	0,89 84	0,74 09	20 22	Georgia
48023,86 998	213745 60758	0,78 64	5 6	8 3	53,0952 3982	44,3035 8632	7,04711 6133	0,70 588	0,66 929	0,88 62	0,80 377	20 14	Germany

GDP_pc_CUSD	ITC_S E	EG DI	G II	F N	CC_EX PORT	CC_IM PORT	ITC_E XPORT	EPI	OSI	HC I	TII	Ye ar	Country
42136,12 079	255530 73833	0,82 099	5 7, 9	8 1	56,0887 8902	48,8544 836	8,71641 8522	0,76 271	0,84 058	0,88 825	0,73 415	20 16	Germany
47939,27 829	335892 67292	0,87 65	5 8	8 1	57,6167 2383	49,5802 8062	9,41280 7154	0,92 13	0,93 06	0,90 36	0,79 52	20 18	Germany
46749,47 623	357969 10455	0,85 24	5 6, 5	8 0	60,7857 3071	57,9968 4714	10,7799 4736	0,75	0,73 53	0,93 62	0,88 56	20 20	Germany
48717,99 114	420961 76709	0,87 7	5 7, 2	7 7	55,3177 9722	47,2309 7759	9,81939 7353	0,72 73	0,79 05	0,94 46	0,89 57	20 22	Germany
14294,25 842	202583 8893	0,66 374	4 4, 6	7 6	50,6117 5638	62,7485 9464	8,13138 1971	0,45 098	0,55 905	0,86 68	0,56 536	20 14	Hungary
13104,69 955	192609 8802	0,67 455	4 4, 7	7 3	51,1522 6135	60,6013 5613	7,95405 2301	0,49 153	0,63 043	0,83 17	0,56 15	20 16	Hungary
16425,20 503	280807 7610	0,72 65	4 4, 9	7 1	50,7415 1605	58,3237 1764	9,37385 4484	0,70 79	0,73 61	0,83 64	0,60 71	20 18	Hungary
16125,60 941	288399 6017	0,77 45	4 1, 5	7 1	60,2168 2807	65,5924 0957	12,7107 1841	0,67 86	0,74 71	0,85 09	0,72 55	20 20	Hungary
18390,18 5	311580 7619	0,78 27	3 9, 8	6 9	51,4901 2067	55,9377 2414	10,1345 5608	0,51 14	0,74 65	0,83 45	0,76 71	20 22	Hungary
54576,74 481	220728 929	0,79 7	5 4, 1	9 4	25,3850 7437	39,0554 0674	5,12367 2978	0,49 019	0,61 417	0,91 78	0,85 906	20 14	Iceland
61987,92 636	278548 267,5	0,76 619	5 5, 6	9 4	18,8705 5602	36,5122 7392	5,15397 5747	0,66 102	0,62 319	0,89 401	0,78 137	20 16	Iceland
74452,18 907	380253 557,6	0,83 16	5 1, 2	9 4	13,6224 274	33,4785 9175	5,94686 214	0,68 54	0,72 92	0,93 65	0,82 92	20 18	Iceland
58848,41 812	347312 412,3	0,91 01	4 9, 2	9 5	41,3259 9707	52,5356 1174	13,8633 7387	0,77 38	0,79 41	0,95 25	0,98 38	20 20	Iceland
73466,77 867	486037 668,5	0,94 1	4 9, 5	9 5	23,5334 0874	41,7766 59	8,70448 9054	0,79 55	0,88 67	0,96 57	0,97 05	20 22	Iceland
1559,863 779	747928 69587	0,38 343	3 3, 7	5 8	68,3851 9099	49,0238 5617	47,5793 3017	0,62 745	0,54 33	0,46 98	0,13 723	20 14	India
1714,279 537	765414 97884	0,46 375	3 3, 6	5 9	70,0328 5168	48,8536 5036	47,3007 4995	0,76 271	0,74 638	0,50 189	0,14 298	20 16	India
1974,377 731	846554 34763	0,56 69	3 5, 2	5 7	63,5916 3625	49,0667 153	41,3042 8419	0,95 51	0,95 14	0,54 84	0,20 09	20 18	India
1913,219 733	994714 20011	0,59 64	3 5, 6	5 1	75,8523 1129	63,9714 8451	48,9656 8743	0,85 71	0,85 29	0,58 48	0,35 15	20 20	India
2410,888 021	1,4479 8E+11	0,58 83	3 6, 6	5 1	74,4534 4452	54,1939 1535	46,8040 6303	0,59 09	0,79 34	0,57 61	0,39 54	20 22	India
3476,624 854	113988 1728	0,44 874	3 1, 8	5 8	39,2260 2736	36,6697 9809	4,84418 5272	0,29 411	0,36 22	0,67 86	0,30 544	20 14	Indonesi a
3558,818 852	970374 887,1	0,44 784	2 9, 1	5 6	34,8561 2028	39,6946 7558	4,16049 5547	0,37 288	0,36 232	0,67 96	0,30 158	20 16	Indonesi a

GDP_pc_CUSD	ITC_S_E	EG_DI	G_II	F_N	CC_EX_PORT	CC_IM_PORT	ITC_E_XPORT	EPI	OSI	HC_I	TII	Year	Country
3902,661 676	122574 1464	0,52 58	2 9, 8	5 4	33,2232 4465	34,7624 5333	3,92779 6348	0,61 8	0,56 94	0,68 57	0,32 22	20 18	Indonesi a
3895,618 152	127584 0785	0,66 12	2 6, 5	4 9	55,8315 3732	54,4335 0712	8,49655 0364	0,75	0,68 24	0,73 42	0,56 69	20 20	Indonesi a
4787,999 308	237239 6832	0,71 6	2 7, 9	4 9	45,9604 0747	45,3102 326	10,2660 0931	0,71 59	0,76 44	0,74 38	0,63 97	20 22	Indonesi a
35565,72 138	991367 9523	0,75 93	4 5, 7	7 8	39,0115 7801	42,3517 4762	8,67327 1586	0,78 431	0,74 803	0,85 52	0,67 473	20 14	Italy
30960,73 151	862224 0337	0,77 636	4 7, 2	7 5	38,6897 7823	42,7536 0722	8,53880 7106	0,91 525	0,86 957	0,81 261	0,64 691	20 16	Italy
34622,16 967	940640 2689	0,82 09	4 6, 3	7 5	39,8727 4833	43,5950 0471	7,64081 7622	0,95 51	0,95 14	0,83 41	0,67 71	20 18	Italy
31922,91 916	884464 2204	0,82 31	4 5, 7	7 6	54,6252 3082	53,4394 7661	10,3627 8593	0,82 14	0,82 94	0,84 66	0,79 32	20 20	Italy
34776,42 323	983109 6806	0,83 75	4 6, 1	7 5	43,9489 2678	44,2754 7968	7,71363 438	0,72 73	0,86 59	0,86 06	0,78 6	20 22	Italy
38475,39 525	319863 4058	0,88 744	5 2, 4	7 8	58,9370 6764	60,7458 2952	1,95285 1459	0,96 078	0,94 488	0,86 21	0,85 533	20 14	Japan
39375,47 316	385866 7955	0,84 397	5 4, 5	7 8	56,5111 2429	63,1724 8963	2,19612 4098	0,98 305	0,87 681	0,82 738	0,82 771	20 16	Japan
39751,13 31	489246 5732	0,87 83	5 5, 5	7 5	56,3611 7915	63,5755 3381	2,51864 6966	0,98 31	0,95 14	0,84 28	0,84 06	20 18	Japan
40040,76 551	102104 27797	0,89 89	5 2, 7	7 5	69,8589 8198	72,6890 3423	6,23382 5318	0,98 81	0,90 59	0,86 84	0,92 23	20 20	Japan
34017,27 181	103401 08262	0,90 02	5 3, 6	7 7	69,1783 6564	70,3324 8505	6,10157 9088	1	0,90 94	0,87 65	0,91 47	20 22	Japan
12807,26 305	146557 354,6	0,72 827	3 2, 8	4 0	14,0633 8476	55,7336 3928	2,09293 3699	0,76 47	0,74 803	0,86 19	0,57 488	20 14	Kazakhst an
7714,841 844	124355 872	0,72 499	3 1, 5	3 7	14,3579 1055	55,0799 4105	2,04380 4133	0,59 322	0,76 812	0,84 01	0,56 677	20 16	Kazakhst an
9812,625 431	122458 318,8	0,75 97	3 1, 4	3 8	13,1217 4545	57,9380 2553	1,67294 7604	0,83 71	0,86 81	0,83 88	0,57 23	20 18	Kazakhst an
9121,636 409	144951 860,4	0,83 75	2 8, 6	3 2	18,8244 5367	60,0248 6811	2,78310 4595	0,88 1	0,92 35	0,88 66	0,70 24	20 20	Kazakhst an
11492,03 194	473523 400	0,86 28	2 4, 7	3 2	17,8997 8769	42,9573 4957	5,94285 6774	0,80 68	0,93 44	0,90 21	0,75 2	20 22	Kazakhst an
1489,919 721	755711 724,1	0,38 054	3 1, 9	7 2	35,7766 0665	40,0561 6534	15,0413 8714	0,64 705	0,42 519	0,55 52	0,16 12	20 14	Kenya
1562,076 619	451360 165,7	0,41 855	3 0, 4	7 1	34,2364 7901	50,3392 3703	10,8366 7285	0,52 542	0,55 797	0,51 688	0,18 081	20 16	Kenya

GDP_pc_CUSD	ITC_S_E	EG_DI	G_II	F_N	CC_EX_PORT	CC_IM_PORT	ITC_E_XPORT	EPI	OSI	HC_I	TII	Year	Country
1845,783 414	570245 522,3	0,45 41	3 1,1	6 8	29,3344 3451	48,8296 9167	10,4107 6303	0,53 37	0,62 5	0,54 72	0,19 01	20 18	Kenya
1936,250 755	567129 881,2	0,53 26	2 6,1	6 7	40,4347 3242	52,6681 683	15,5053 1048	0,59 52	0,67 65	0,58 12	0,34 02	20 20	Kenya
2099,301 938	104111 8247	0,55 89	2 2,8	6 8	33,7315 812	44,6487 7528	16,1655 317	0,57 95	0,68 21	0,56 41	0,43 05	20 22	Kenya
29252,93 124	299390 0000	0,94 623	5 5,3	6 7	48,3207 2263	49,9599 8	2,67545 886		0,97 637	0,92 73	0,93 503	20 14	Korea Rep
29280,44 032	371890 0000	0,89 149	5 7,1	6 4	50,6625 4189	47,6723 9573	3,92251 3767	0,96 61	0,94 203	0,87 947	0,85 296	20 16	Korea Rep
33447,15 628	661010 0000	0,90 1	5 6,6	6 4	51,6023 2452	48,6440 4958	6,37563 5987		0,97 92	0,87 43	0,84 96	20 18	Korea Rep
31721,29 891	815850 0000	0,95 6	5 6,1	6 6	56,7536 1652	59,6936 8671	9,10590 5752			0,89 97	0,96 84	20 20	Korea Rep
32422,57 449	117946 00000	0,95 29	5 7,8	6 7	50,7375 8843	56,8339 0003	9,06015 4708	0,94 32	0,98 26	0,90 87	0,96 74	20 22	Korea Rep
11045,58 012	276039 5963	0,61 152	4 5,6	5 8	32,9929 5884	37,4294 0127	6,56360 2901	0,52 941	0,67 716	0,71 19	0,44 546	20 14	Malaysia
9555,669 593	257593 2354	0,61 749	4 3,4	5 5	35,2324 3623	42,5923 9233	7,23565 668	0,67 797	0,71 739	0,69 534	0,43 975	20 16	Malaysia
11073,97 897	283264 7002	0,71 74	4 4,3	5 5	36,3339 5338	39,0962 351	7,04103 8894	0,88 76	0,88 89	0,69 87	0,56 47	20 18	Malaysia
10164,34 443	317814 1447	0,78 92	4 2,4	5 8	66,9402 9199	47,7406 0598	14,3449 0512	0,85 71	0,85 29	0,75 13	0,76 34	20 20	Malaysia
11993,18 761	362153 1878	0,77 4	3 8,7	5 9	58,0814 9823	47,1927 9096	11,4304 9184	0,68 18	0,76 3	0,76 45	0,79 45	20 22	Malaysia
11490,02 169	972445 637	0,57 33	3 3,6	6 1	18,6394 1996	30,1350 7459	3,11257 6302	0,60 784	0,66 141	0,74 45	0,31 393	20 14	Mexico
9152,737 223	895563 303	0,61 953	3 4,6	6 2	18,6863 2947	31,6976 6374	2,62708 7405	0,88 136	0,84 783	0,69 934	0,31 143	20 16	Mexico
10130,32 07	992574 227	0,68 18	3 5,3	6 0	18,2344 6403	32,3718 3788	2,50567 1318	0,94 38	0,92 36	0,70 44	0,41 73	20 18	Mexico
8894,890 65	974394 857	0,72 91	3 3,6	6 1	25,9818 1424	41,0873 2015	3,71164 9893	0,82 14	0,82 35	0,77 27	0,59 1	20 20	Mexico
11496,52 287	107720 9817	0,74 73	3 3,1	6 1	19,4787 0447	30,6686 9638	2,24070 0577	0,72 73	0,82 45	0,78 74	0,63	20 22	Mexico
3430,534 424	158825 3681	0,50 598	3 2,2	5 6	34,2983 9865	40,2745 1934	9,78202 986	0,80 392	0,69 291	0,49 01	0,33 499	20 14	Morocco
3132,952 148	144005 7103	0,51 858	3 2,3	5 6	39,5076 626	43,7312 1639	9,38745 1098	0,83 051	0,73 913	0,47 372	0,34 29	20 16	Morocco
3492,672 607	166656 1945	0,52 14	3 1,1	5 5	38,3300 6019	37,5074 2126	8,94380 4211	0,77 53	0,66 67	0,52 78	0,36 97	20 18	Morocco

GDP_pc_CUSD	ITC_SE	EGDI	GII	FN	CC_EXPORT	CC_IMPORT	ITC_EXPORT	EPI	OSI	HCI	TII	Year	Country
3258,269 043	183575 2481	0,57 29	2 9	5 2	53,2385 809	40,0058 4079	13,2384 3321	0,51 19	0,52 35	0,61 52	0,58	20 20	Morocco
3441,991 455	209758 2945	0,59 15	8, 8	5 1	41,9053 6329	31,0820 8056	9,54269 3467	0,27 27	0,47 21	0,63 5	0,66 76	20 22	Morocco
3200,952 799	536400 00	0,29 287	2 7, 8	6 7	32,0158 1896	35,2591 8602	2,69364 9406	0,33 333	0,30 708	0,38 11	0,19 045	20 14	Nigeria
2144,780 344	117652 171,3	0,32 91	2 3, 1	6 6	18,1946 8453	31,5501 7866	3,14271 7167	0,35 593	0,41 304	0,37 843	0,19 582	20 16	Nigeria
2125,834 491	230570 454,3	0,38 07	2, 4	6 3	15,7792 772	44,6928 4585	4,78582 8048	0,48 31	0,52 78	0,42 61	0,18 83	20 18	Nigeria
2074,613 747	163385 056,5	0,44 06	2 0, 1	6 0	16,9511 2346	38,6902 0554	4,09177 4139	0,48 81	0,51 76	0,45 07	0,35 34	20 20	Nigeria
2162,633 734	263157 226,2	0,45 25	1 6, 9	5 7	16,4627 3807	25,7650 6498	5,41030 5352	0,30 68	0,52 5	0,44 39	0,38 86	20 22	Nigeria
1303,185 37	811000 000	0,25 799	2 4	3 1	68,2138 5594	30,5929 6008	13,9418 9445	0,33 333	0,32 283	0,33 37	0,11 743	20 14	Pakistan
1468,822 082	873000 000	0,25 832	2, 6	3 1	69,2979 5566	40,1705 7711	17,2898 3003	0,37 288	0,32 609	0,31 898	0,12 989	20 16	Pakistan
1620,742 591	112700 0000	0,35 66	2 4, 1	2 7	75,2078 6666	46,6414 5132	18,9958 0137	0,5 0,5	0,54 86	0,36 82	0,15 29	20 18	Pakistan
1322,314 785	171600 0000	0,41 83	2, 3	2 6	77,6881 6058	46,1994 4736	31,8245 1266	0,52 38	0,62 94	0,38 18	0,24 37	20 20	Pakistan
1588,879 829	265100 0000	0,42 38	2 3	2 6	74,4856 6925	22,4604 8353	35,3746 8814	0,36 36	0,56 58	0,39 33	0,31 22	20 22	Pakistan
2935,928 598	347235 0163	0,47 681	2 9, 9	7 3	71,6697 429	25,2022 2845	13,6180 7867	0,56 862	0,48 031	0,70 51	0,24 508	20 14	Philippin es
3038,152 037	549316 7310	0,57 655	3 1, 8	7 4	75,9312 0428	28,0768 1939	17,6042 7134	0,59 322	0,66 667	0,68 389	0,37 909	20 16	Philippin es
3194,672 701	593997 4716	0,65 12	3 1, 6	6 9	70,5492 6703	28,1412 3365	15,4698 5943	0,93 82	0,88 19	0,71 71	0,35 47	20 18	Philippin es
3224,422 811	592969 7458	0,68 92	3 5, 2	6 4	88,6081 9415	43,1126 9545	18,6338 3864	0,75 0,75	0,72 94	0,75 44	0,58 38	20 20	Philippin es
3498,509 806	667309 6928	0,65 23	3 0, 7	6 5	82,4698 4377	42,2435 5917	16,2256 4056	0,48 86	0,63 03	0,76 29	0,56 38	20 22	Philippin es
14095,64 648	450362 0000	0,72 959	3 9, 1	4 0	47,8386 5538	42,2379 1521	6,85018 6229	0,68 627	0,70 866	0,83 88	0,64 13	20 14	Russia
8704,894 531	390372 0000	0,72 147	3 8, 5	3 5	47,7034 808	47,9960 6553	7,70821 9795	0,74 576	0,73 188	0,82 34	0,60 913	20 16	Russia
11287,35 449	526032 0000	0,79 69	3 7, 9	3 3	45,0324 1024	44,6760 7254	8,13708 5776	0,92 13	0,91 67	0,85 22	0,62 19	20 18	Russia
10194,44 141	593618 0000	0,82 44	3 5, 6	3 0	55,2943 3057	61,8905 6183	12,3772 6322	0,86 9	0,81 76	0,88 33	0,77 23	20 20	Russia

GDP_pc_CUSD	ITC_S E	EG DI	G II	F N	CC_EX PORT	CC_IM PORT	ITC_E XPORT	EPI	OSI	HC I	TII	Year	Country
15270,70 605	583135 0000	0,81 62	3 4, 3	2 3	54,3822 5577	47,8963 6432	11,9928 9806	0,60 23	0,73 68	0,90 65	0,80 53	20 22	Russia
724,7923 503	158710 43,75	0,35 888	2 9, 3	5 0	34,2873 7283	24,5320 1424	2,62250 2195	0,50 98	0,51 181	0,48 2	0,08 284	20 14	Rwanda
728,8696 189	185851 52,89	0,33 904	3 0	4 9	40,3667 0984	25,0539 276	2,35244 6717	0,49 153	0,45 652	0,45 219	0,10 84	20 16	Rwanda
768,9436 612	178915 02,17	0,45 9	2 6, 5	4 5	35,4490 261	19,5149 8462	1,95828 6505	0,75 84	0,72 22	0,48 15	0,17 33	20 18	Rwanda
773,7732 609	208098 38,89	0,47 89	2 5, 1	3 9	53,8922 6718	22,0919 9145	3,99080 9979	0,63 1	0,61 76	0,52 61	0,29 31	20 20	Rwanda
966,2320 714	263777 47,66	0,54 89	1 8, 7	3 7	25,9864 3067	14,8057 6005	2,99338 6516	0,63 64	0,79 35	0,53 22	0,32 09	20 22	Rwanda
23862,80 119	358560 000	0,69 001	4 1, 6	2 7	8,02730 2997	52,9460 7391	2,86474 8151	0,56 862	0,77 165	0,74 61	0,55 227	20 14	Saudi Arabia
19930,40 754	272826 666,7	0,68 224	3 7, 8	2 8	5,67718 4307	49,4898 8699	1,58136 4706	0,71 186	0,67 391	0,79 946	0,57 334	20 16	Saudi Arabia
24175,58 331	115896 4846	0,71 19	3 4, 3	2 7	9,05713 0068	56,4697 4384	5,64539 5638	0,71 35	0,79 17	0,81 01	0,53 39	20 18	Saudi Arabia
20398,06 099	136978 2774	0,79 91	3 0, 9	2 6	23,2796 2801	53,4944 1386	15,2469 3952	0,71 43	0,68 82	0,86 48	0,84 42	20 20	Saudi Arabia
30447,88 371	170879 0303	0,85 39	3 3, 4	2 4	9,95746 7148	46,1775 0694	4,92907 4624	0,69 32	0,82 2	0,86 62	0,87 35	20 22	Saudi Arabia
57564,80 231	796700 9984	0,90 762	5 9, 2	6 0	38,8727 9618	52,9768 3088	5,18088 3911	0,90 196	0,99 212	0,85 15	0,87 927	20 14	Singapore
56895,65 831	121407 43475	0,88 28	5 9, 2	5 9	42,9646 691	51,7702 7254	7,97874 2381	0,91 525	0,97 101	0,83 598	0,84 141	20 16	Singapore
66836,52 2	152441 91003	0,88 12	5 9, 8	5 9	41,7643 7948	49,6871 3103	7,34681 7147	0,96 63	0,98 61	0,85 57	0,80 19	20 18	Singapore
61273,99 166	195608 35664	0,91 5	5 6, 6	5 4	47,4075 7316	54,1511 3793	9,13660 4748	0,97 62	0,96 47	0,89 04	0,88 99	20 20	Singapore
82807,62 906	231876 93424	0,91 33	5 7, 3	5 4	44,8788 2286	51,8112 5317	7,96128 6473	0,97 73	0,96 2	0,90 21	0,87 58	20 22	Singapore
6965,137 897	557355 602,6	0,48 688	3 8, 2	7 4	20,6281 0242	34,6125 6784	3,24076 9327	0,33 333	0,38 582	0,72 82	0,34 662	20 14	South Africa
5735,066 787	559554 954,8	0,55 463	3 5, 8	7 5	24,5301 8457	41,4723 2143	3,73904 3863	0,55 932	0,55 797	0,72 526	0,38 065	20 16	South Africa
7067,724 165	638767 210,4	0,66 18	3 5, 1	7 5	26,4993 9869	37,7711 958	3,73914 206	0,84 83	0,83 33	0,72 91	0,42 31	20 18	South Africa
5753,066 494	711285 343,9	0,68 91	3 2, 7	7 0	42,0702 8185	51,8984 0449	8,22195 0758	0,75	0,74 71	0,73 71	0,58 32	20 20	South Africa

GDP_pc_CUSD	ITC_S E	EG DI	G II	F N	CC_EX PORT	CC_IM PORT	ITC_E XPORT	EPI	OSI	HC I	TII	Ye ar	Country
6766,481 254	943520 170,4	0,73 57	2 9, 8	7 3	39,9202 1484	39,0429 1069	7,48157 5581	0,59 09	0,74 87	0,77 33	0,68 5	20 22	South Africa
3885,623 616	747900 217,7	0,54 176	2 9	4 2	15,6971 8027	15,0798 9413	13,3435 4937	0,64 705	0,65 354	0,73 76	0,23 412	20 14	Sri Lanka
4107,829 775	858350 439	0,54 454	2 8, 9	5 6	13,9630 4304	14,2509 7406	12,0248 893	0,66 102	0,65 217	0,73 691	0,24 453	20 16	Sri Lanka
4360,584 735	994971 000	0,57 51	2 8, 7	5 3	13,5547 71	14,4720 1087	11,8814 4465	0,62 92	0,66 67	0,74 51	0,31 36	20 18	Sri Lanka
3852,389 091	994802 008,7	0,67 08	2 3, 8	5 2	34,3964 7055	18,3058 359	32,7736 3841	0,71 43	0,71 76	0,76 6	0,52 89	20 20	Sri Lanka
3354,383 408	109709 1809	0,62 85	2 4, 2	4 8	37,2168 2236	25,5661 7562	35,8254 8239	0,35 23	0,56 44	0,77 26	0,54 83	20 22	Sri Lanka
5822,377 783	527914 830,6	0,46 308	3 9, 3	3 8	20,7458 0468	36,6634 3721	1,01639 0057	0,54 901	0,44 094	0,66 4	0,28 428	20 14	Thailand
5854,463 908	522930 325,1	0,55 222	3 6, 5	3 4	19,5719 6004	39,7300 9153	0,81981 4701	0,59 322	0,55 072	0,69 418	0,41 175	20 16	Thailand
7124,558 81	602476 582,2	0,65 43	3 8	3 5	16,1423 7246	37,4667 7234	0,77765 3754	0,65 17	0,63 89	0,79 03	0,53 38	20 18	Thailand
7001,785 46	481686 351,3	0,75 65	3 6, 7	3 5	43,1285 3016	43,2991 0354	1,55396 8873	0,77 38	0,79 41	0,77 51	0,70 04	20 20	Thailand
6909,956 285	393281 075,2	0,76 6	3 4, 9	3 9	42,3612 2481	38,8008 9369	1,01098 0116	0,78 41	0,77 63	0,78 79	0,73 38	20 22	Thailand
4398,638 695	376514 939,5	0,53 895	3 2, 9	6 1	22,6929 9686	22,4889 9976	7,95381 0164	0,64 705	0,63 779	0,67 17	0,30 741	20 14	Tunisia
3796,109 6	322713 800,2	0,56 823	3 0, 6	6 2	28,7806 276	23,6608 5235	9,93265 5108	0,69 492	0,71 739	0,63 97	0,34 761	20 16	Tunisia
3577,175 342	264879 228,3	0,62 54	3 2, 9	6 2	55,4703 8686	23,1159 5702	3,60917 3509	0,79 78	0,80 56	0,66 4	0,40 66	20 18	Tunisia
3497,719 027	224686 873,1	0,65 26	3 1, 2	6 4	70,4210 2285	26,7594 5069	4,06298 6253	0,69 05	0,62 35	0,69 74	0,63 69	20 20	Tunisia
3747,419 391	431273 360	0,65 3	2 7, 9	6 1	56,8890 5788	21,8268 4702	4,98945 0769	0,54 55	0,60 31	0,69 11	0,66 46	20 22	Tunisia
12165,22 014	125900 0000	0,54 428	3 8, 2	4 5	12,7390 2505	44,4532 1186	1,99458 1835	0,49 019	0,55 905	0,71 33	0,36 048	20 14	Turkey
10970,04 589	105400 0000	0,58 995	3 9	3 9	13,9534 8837	42,5460 1821	2,25705 5977	0,62 712	0,60 145	0,79 096	0,37 745	20 16	Turkey
9568,836 19	143000 0000	0,71 12	3 7, 4	3 4	12,1871 893	41,3067 1634	2,40980 0981	0,85 96	0,88 89	0,81 48	0,42 98	20 18	Turkey
8638,739 133	211300 0000	0,77 18	3 4, 9	3 5	19,5722 0929	51,1262 7701	5,52519 4153	0,89 29	0,85 88	0,82 87	0,62 8	20 20	Turkey
10674,50 417	259600 0000	0,79 83	3 8, 1	3 2	10,9575 234	34,6200 48	2,87533 9204	0,78 41	0,86	0,87 22	0,66 26	20 22	Turkey

GDP_pc_CUSD	ITC_S_E	EG_DI	G_II	F_N	CC_EX_PORT	CC_IM_PORT	ITC_E_XPORT	EPI	OSI	HC_I	TII	Year	Country
897,5097 286	568762 98,79	0,25 926	3 1,1	6 6	45,2284 1211	46,7727 1837	2,60838 0216	0,13 725	0,14 96	0,52 71	0,10 108	20 14	Uganda
753,6844 055	399405 87,16	0,35 992	2 7,1	5 8	31,4895 7621	35,8797 5055	2,08541 779	0,49 153	0,5	0,46 684	0,11 293	20 16	Uganda
793,1280 822	523938 00	0,40 55	2 5,3	5 9	24,3635 548	29,7463 7649	2,28450 0176	0,62 36	0,56 94	0,49 06	0,15 66	20 18	Uganda
846,8811 992	147672 64,48	0,44 99	2 0,5	5 6	34,7156 954	44,9852 6525	1,34029 2901	0,57 14	0,58 24	0,53 95	0,22 78	20 20	Uganda
964,3958 695	400919 06,33	0,44 24	1 5,7	5 0	29,7784 3588	30,6482 4785	2,24772 7387	0,40 91	0,51 69	0,56 31	0,24 72	20 22	Uganda
3104,653 809	204200 0000	0,50 316	3 6,3	6 7	45,7336 7374	29,7767 3516	13,7194 3026	0,43 137	0,26 771	0,86 16	0,38 016	20 14	Ukraine
2187,727 539	231000 0000	0,60 756	3 5,7	6 2	47,5176 7352	28,4221 0887	18,5571 9794	0,74 576	0,58 696	0,83 895	0,39 677	20 16	Ukraine
3096,562 5	347300 0000	0,61 65	3 8,5	5 5	52,2543 5716	25,9793 1034	21,9310 4319	0,68 54	0,56 94	0,84 36	0,43 64	20 18	Ukraine
3751,737 305	518100 0000	0,71 19	3 6,3	6 1	64,0837 8309	34,4948 0473	33,2883 5775	0,80 95	0,68 24	0,85 91	0,59 42	20 20	Ukraine
4533,975 586	752100 0000	0,80 29	3 1	5 9	71,0614 9958	16,7996 2459	45,2581 5381	0,60 23	0,81 48	0,86 69	0,72 7	20 22	Ukraine
47439,61 659	301157 87957	0,86 948	6 2,4	7 6	47,0942 4289	44,3021 2374	7,52955 6829	0,96 078	0,89 763	0,85 74	0,85 34	20 14	United Kingdom
40985,23 514	290220 85752	0,91 928	6 1,9	7 7	49,1583 4971	45,2796 9886	7,77804 4527	1	1	0,94 018	0,81 766	20 16	United Kingdom
43203,81 411	343125 39854	0,89 99	6 0,1	7 7	52,1071 1096	47,9292 0077	7,90063 0614	0,98 31	0,97 92	0,92 0,92	0,80 04	20 18	United Kingdom
40217,00 901	375634 13375	0,93 58	5 9,8	7 8	59,2752 3143	68,9000 2636	9,42487 1119	0,97 62	0,95 88	0,92 92	0,91 95	20 20	United Kingdom
46125,25 575	436278 09449	0,91 38	5 9,7	7 9	56,6579 2494	52,3961 4084	8,63426 4175	0,95 45	0,88 59	0,93 69	0,91 86	20 22	United Kingdom
55123,84 979	386290 00000	0,87 483	6 0,1	8 1	46,1714 5499	42,6289 5961	5,10256 9183	0,92 156	0,94 488	0,93 9	0,74 059	20 14	USA
57866,74 493	431230 00000	0,84 201	6 1,4	8 2	47,8502 2274	43,9706 4842	5,50438 4565	0,89 831	0,92 754	0,88 155	0,71 696	20 16	USA
62823,30 944	492470 00000	0,87 69	5 9,8	7 8	48,0998 6771	43,1740 883	5,68970 9952	0,98 31	0,98 61	0,88 83	0,75 64	20 18	USA
63528,63 43	560720 00000	0,92 97	6 0,6	7 6	58,5829 4495	54,9437 9179	7,72027 895	1	0,94 71	0,92 39	0,91 82	20 20	USA
76329,58 227	662280 00000	0,91 51	6 1,8	7 6	54,9589 5138	43,9965 6097	7,13254 1331	0,90 91	0,93 04	0,92 76	0,88 74	20 22	USA

GDP_pc_CUSD	ITC_SE	EGDI	GII	FN	CC_EXPORT	CC_IMPORT	ITC_EXPORT	EPI	OSI	HCI	TII	Year	Country
1724,576 22	310823 61,41	0,23 893	2 5, 8	5 7	8,07944 9897	22,6296 0811	3,65302 4793	0,17 647	0,14 173	0,45 04	0,12 471	20 14	Zambia
1249,923 143	349241 41,28	0,35 069	1 9, 9	6 2	8,51732 797	16,6892 3678	3,94577 2429	0,35 593	0,36 957	0,56 434	0,11 815	20 16	Zambia
1475,199 883	299906 40,89	0,41 11	2 0, 7	5 8	7,51647 1021	17,7089 8604	3,14629 5639	0,39 89	0,47 92	0,56 89	0,18 53	20 18	Zambia
956,8317 29	230412 40,3	0,42 42	1 9, 4	5 9	8,41571 0559	21,8202 9623	4,14690 6282	0,30 95	0,25 88	0,67 45	0,33 94	20 20	Zambia
1456,901 57	256246 11,99	0,50 22	1 5, 8	5 8	3,67359 5945	14,6237 219	2,72916 8593	0,37 5	0,44 14	0,67 44	0,39 09	20 22	Zambia