

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Економічний факультет  
Кафедра економічної кібернетики та прикладної економіки

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
на тему:  
**«Інновації та соціально-економічний розвиток: аналіз  
взаємозв'язків»**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕП-61  
Спеціальності 051 Економіка  
Освітня програма «Прикладна економіка»  
Мельник Денис Юрійович

Керівник: Петрова А.Ю., к. ф.-м. н., доцент

Рецензент: \_\_\_\_\_

**Харків – 2024**

## Анотація

Мельник Д. Ю. **Інновації та соціально-економічний розвиток: аналіз взаємозв'язків.** (керівник: к.ф.-м.н, доцент Петрова А. Ю.).

Зроблено огляд визначення поняття інновацій та їх класифікацію. Розглянуто напрями впровадження інновацій в Україні та світі. Проаналізовано рейтингові показники інноваційного розвитку в Україні та світі. Зокрема, інноваційний індекс Європейського інноваційного табло, Індекс цифрової економіки та суспільства, Глобальний індекс стартап-екосистем та Глобальний індекс інновацій. Здійснено аналітичний огляд показників, які відображають соціально-економічний розвиток в Україні та світі: ВВП на душу населення, Індекс соціального прогресу та Індекс людського розвитку. Досліджено взаємозв'язок індексів інноваційного та соціально-економічного розвитку на основі сформованої вибірки країн світу за статистичними даними 2023 року. Застосовано методи кореляційно-регресійного аналізу та кластеризації.

**Ключові слова:** інновації, соціально-економічний розвиток, кореляція, регресія, кластеризація.

## Abstract

Melnyk D. Yu. **Innovation and socio-economic development: analysis of relationships.** (Scientific supervisor: Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor Petrova A. Yu.).

A review of the definition of the concept of innovation and its classification was conducted. The directions of innovation implementation in Ukraine and the world were considered. The rating indicators of innovative development in Ukraine and the world were analyzed. In particular, the innovation index of the European Innovation Scoreboard, the Digital Economy and Society Index, the Global Startup Ecosystem Index and the Global Innovation Index. An analytical review of indicators reflecting socio-economic development in Ukraine and the world was conducted: GDP per capita, Social Progress Index and Human Development Index. The relationship between the indices of innovative and socio-economic development was studied based on a formed sample of countries of the world according to statistical data for 2023. The methods of correlation-regression analysis and clustering were applied.

**Keywords:** innovation, socio-economic development, correlation, regression, clustering.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ ІННОВАЦІЙ, ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РЕЙТИНГОВІ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ .....	7
1.1. Поняття інновацій та їх класифікація .....	7
1.2. Впровадження інновацій в Україні та світі .....	9
1.3. Показники інноваційного розвитку в Україні та світі .....	12
1.4. Глобальний індекс інновацій .....	16
РОЗДІЛ 2. ПОКАЗНИКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД .....	21
2.1. Валовий внутрішній продукт .....	21
2.2. Індекс соціального прогресу .....	25
2.3. Індекс людського розвитку .....	28
РОЗДІЛ 3. ІННОВАЦІЇ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК: АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ .....	31
3.1. Аналіз досліджень та публікацій .....	31
3.2. Кореляційно-регресійний аналіз .....	33
3.3. Кластерний аналіз .....	43
ВИСНОВКИ .....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	54
ДОДАТКИ .....	60

## ВСТУП

В сучасному світі можемо знайти та виділити великий спектр чинників, які впливають на соціально-економічне зростання країни, регіону чи окремого підприємства. Серед цих чинників слід виділити інновації та технологічні розробки, які вважаються ключовими для економічного зростання та соціального прогресу. Оскільки, активна інноваційна політика, зокрема, здатна підвищувати ефективність виробництва, створювати робочі місця та загалом підвищувати рівень якості життя населення. Крім того, наприклад, в Україні зараз всі сфери життя та діяльності піддаються серйозним випробуванням. Відповідно виникає необхідність забезпечити виробничу, інформаційну та економічну безпеку, а це можливо використовуючи інновації. Таким чином, дослідження взаємозв'язків інновацій та показників соціально-економічного розвитку є актуальним питанням. Це в свою чергу допомагає країнам обрати як краще використати інноваційний потенціал та ресурси для досягнення сталого розвитку.

**Метою роботи** є аналіз взаємозв'язків інновацій та соціально-економічного розвитку для вибірки країн світу.

Поставлена мета передбачає виконання наступних завдань:

- 1) зробити огляд поняття «інновації» в історичному розрізі;
- 2) розглянути класифікацію інновацій за певними ознаками;
- 3) розглянути певні напрями впровадження інновацій в Україні та світі;
- 4) знайти та проаналізувати рейтингові показники інноваційного розвитку в Україні та світі;
- 5) зробити аналітичний огляд показників, які відображають соціально-економічний розвиток в Україні та світі;
- 6) зробити аналіз досліджень та публікацій, які присвячені питанню зв'язку інновацій та соціально-економічного розвитку;
- 7) визначитися з методами дослідження взаємозв'язку показників інноваційного та соціально-економічного розвитку;
- 8) зібрати статистичні дані та сформуванати вибірку країн для проведення розрахунків;

9) провести розрахунки, візуалізувати результати та зробити висновки.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає збагаченні наукової бази щодо ідентифікації взаємозв'язків між інноваційним та соціально-економічним розвитком для країн світу. Сформовано систему показників та індексів, які характеризують в країнах світу інноваційний розвиток (Глобальний індекс інновацій) та окремо визначають економічне зростання (ВВП на душу населення) та соціальний прогрес (Індекс соціального прогресу), а також Індекс людського розвитку, який поєднує в собі соціальну та економічну складову. Застосовано методи кореляційно-регресійного аналізу та кластеризації (ієрархічна та методом k-Means) для аналізу взаємозв'язків інноваційного та соціально-економічного розвитку.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає у тому, що отримані результати у роботі, ще раз підтверджують твердження щодо рушійної сили інновацій для соціально-економічного розвитку країн світу. Подібний аналіз та його результати дозволяють вивчати досвід передових країн в інноваційному та соціально-економічному розвитку.

**Апробація** результатів – подання матеріалів (тези) на LI Міжнародну науково-практичну конференцію «Scientific Research in the Age of Virtual Reality: Exploring New Frontiers», Монреаль (Канада), 18-20 грудня 2024 року. Форма участі: дистанційна.

**Структура та обсяг кваліфікаційної магістерської роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі роботи висвітлено теоретичні аспекти поняття інновацій, їх впровадження та рейтингові оцінки інноваційного розвитку.

У другому розділі представлено аналітичний огляд показників, які відображають соціально-економічний розвиток в Україні та світі: ВВП на душу населення, Індекс соціального прогресу та Індекс людського розвитку.

У третьому розділі роботи було досліджено взаємозв'язок інноваційного та соціально-економічного розвитку на основі сформованої вибірки країн світу,

використовуючи методи кореляційно-регресійного аналізу та кластеризацію за допомогою пакету Orange Data Mining.

Обсяг магістерської роботи – 59 сторінок, включає: 29 рисунків, 4 таблиці, 46 використаних джерел, 2 додатки.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ ІННОВАЦІЙ, ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РЕЙТИНГОВІ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

## 1.1. ПОНЯТТЯ ІННОВАЦІЙ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Розглянемо поняття інновацій в історичному розрізі, проаналізувавши основні етапи зародження та становлення. Перші зародки виникнення даного поняття датуються кінцем ХІХ ст., але використовувалися інші терміни, наприклад, «нововведення» чи «технічний прогрес». Вони символізували появу чогось нового виробничого та технічного характеру.

Поняття «інновації» пройшло певний історичний шлях в трактуванні. Міфи Стародавнього світу демонстрували щось унікальне та нове як акт божественної волі. Антична філософія та мудреці того часу вважали, що інновації є важливим аспектом розвитку людства та що вони можуть бути досягнуті через знання, мудрість та логічний аналіз. Так, наприклад, Платон вважав, що нові ідеї та речі це не випадковість, а результат мудрості та знання. Арістотель же вважав, що нові ідеї можуть бути розроблені шляхом аналізу існуючих знань та відкриттів, вивчаючи природи та користуючись логікою. Це пояснює важливість інновацій для розвитку людської цивілізації ще в античні часи. (Маслюківська, 2013)

Визначення нововведень, яке звільнено від теми творчості та філософсько-релігійної тематики, представляли меркантилістами. Далі індустріалізм призводить до того, що з'являється теорія інновацій як частинка класичної політичної економії. К. Маркс охарактеризував нововведення як головну діючу силу економічного прогресу. (Бажал, 1996)

Вливається термін «інновація» від вченого-економіста Йозефа Шумпетера (нім. Joseph Alois Schumpeter). В роботі «Теорія економічного розвитку» (1912) він уперше визначив термін даний термін та виділив 5 основних їх типів:

- продуктова;

- технологічна чи процесна;
- збутова;
- сировинна;
- організаційна. (Маслюківська, 2013)

Час йшов і поняття інновації поступово розвивалося і набуло особливого значення у різних сферах життя та діяльності суспільства, включаючи науку, медицину, технології, бізнес, мистецтво та культуру. Інновації відіграють ключову роль у прогресі сучасного суспільства, бо сприяють вдосконаленню існуючих технологій та створенню новаторських рішень для вирішення актуальних проблем. Вони можуть бути різноманітними, включаючи нові продукти, послуги, процеси, ринки та бізнес-моделі.

Інновації мають широкий перелік вже сучасних трактувань. Якщо узагальнити коротко, то інновації – це дійсно певна новизна чи зміна. Але якщо давати більш ширше визначення, то інновації – це певний набір нових ідей, які перевтілюються в товари чи послуги, процеси у системах управління. Крім того, інновації це завжди саме якісні зміни в економічному процесі, що сприяють його зростанню.

Основні ознаки інновацій: наявність науково-технічної новизни; здатність інновації до перетворення у нові технічно досконалі види промислової продукції, засоби і предмети праці, технології і організації виробництва; здатність до можливості отримання прибутку від інновації і/ або результатів її впровадження. (Євтушевський, 2006):

Три категорії інновацій виділяв Герхард Менш (Gerhard Mensch), а саме:

- базисні – мають невідомі раніше властивості або дуже простими властивостями;
- покращувальні — інновації, які здатні покращити базисні інновації;
- псевдоінновації — це нововведення, які здійснюють суттєвих змін ні продукції, ні процесу, демонструють неправдиву винахідливість. (П'ятницька, 2015).

Розглянемо класифікаційні ознаки та види інновацій, які їм відповідають.

За рівнем новизни інновації: радикальні (відкриття, винаходи, патенти); ординарні (ноу-хау, раціоналізаторські пропозиції).

За масштабом новизни інновацій: у світовому масштабі, в країні, в галузі, для підприємства.

За галуззю, де впроваджується інновація: інновації, створені (впроваджені) у сфері науки, у сфері освіти, у соціальній сфері, у матеріальному виробництві.

За частота застосування інновації можуть бути: разові або повторюються. (П'ятницька, 2015).

В результаті впровадження інновацій можна отримати наступні види ефекту: науково-технічний, соціальний, екологічний, економічний та інтегральний.

## **1.2. ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ**

В Україні та світі інновації активно впроваджуються, але звичайно відрізняються швидкістю руху. В Україні, зокрема, активно розвиваються сектори, пов'язані з технологіями, енергоефективністю, бізнесом, освітою та медициною, що направлено на забезпечення зростання економіки та підвищення якості життя.

Медична інформаційна система Helsi є найбільшою в Україні. Дана система стала інноваційним рішенням для покращення якості надання медичної допомоги та ефективність управління медичними установами в Україні різних форм власності. Вона створена для об'єднання медичних працівників, пацієнтів та установ, надаючи доступ до широкого спектру медичних даних та послуг. Пацієнти використовують дану систему для запису на прийом до лікаря, дізнатися інформацію про клініку чи фахівця, а лікарі для ведення електронної історій хвороби та створення звітності. (Дія, 2024)

*3D-технології.* 3D-технології, які активно впроваджуються в медицині, а якщо конкретніше 3D-друк, що показує нові можливості для медичної практики

лікарів. Це дає можливість для створення індивідуальних протез з високою точністю для пацієнта. (3D Tech ADDtive, 2024)

*Штучний інтелект.* Можливості штучного інтелекту дуже широкі, він увірвався до багатьох сфер життя та діяльності суспільства, бізнес не став виключенням і активно допомагає розвивати власну справу. Штучний інтелект (ШІ) – це тренд сучасного життя суспільства, оскільки, він задіяний скрізь та всюди, наприклад, чат бот, в гаджетах технологія розпізнавання обличчя, голосові асистенти, реклама в соціальних мережах і т. д.

Що він вмiє, це питання задає зараз ледь не кожен. І коли тобі озвучують всі переваги та можливості, то хочеться перейти до тестування. Це звичайно можливість писати текст, створювати зображення, відео та музику, керувати різними пристроями, проводити медичні операції, розслідувати злочини і т. д. Хоча результати відповідей штучного інтелекту можуть піддаватися критиці і не завжди є правдою. Оскільки, це генерації відповідей ШІ відбувається на попередньому навчанні. Особливо обережно треба його використовувати в питаннях порад щодо лікування та приймання препаратів.

Дані, представлені IBM Global AI Adoption Index (2022), говорять про те, що 35% компаній вже працюють зі штучним інтелектом (ШІ) у бізнесі, а поки досліджують можливості 42% опитаних компаній. (Смерека, 2023)

Вже станом в 2018 році бізнес до якого був інтегрований ШІ в оцінці вартості може сягати в 1,2 трлн доларів США, а вже 2022 році це значення суттєво зростає до 3,9 трлн доларів. За прогнозами до 2030 року грошова оцінка внеску ШІ в світову економіку може досягти 15,7 трлн доларів США. (Gartner, 2023)

Дослідження (Harvard Business Review, 2016) показує, що використання ШІ для продажу збільшує кількість потенційних клієнтів мінімум на 50%, а також зменшити витрати на 40-60%.

Розглянемо конкретні приклади використання штучного інтелекту (ШІ). Компанія Amazon застосовує ШІ в сфері логістики, а саме для управління ланцюжками постачання. Мережа супермаркетів «Сільпо» має касу

самообслуговування, яка працює на основі ШІ, що дозволяє сканувати товар та розраховуватися, використовуючи телефон. Компанія Megogo робить озвучування фільмів, серіалів та іншого відео контенту, використовуючи ШІ. (Смерека, 2023)

Які ще функції здатен виконувати штучний інтелект?

Комунікувати з клієнтами та обробляти їх запити. Наприклад, замінити операторів кол-центрів та менеджерів консультантів. Крім того, ШІ допомагає HR-спеціалістам компаній знаходити потрібну кандидатуру на вакантну посаду.

Робити рекомендації в контенті, який переглядає користувач, вже досить давно ці можливості використовують сервіси YouTube та Netflix. Сегментація цільової аудиторії для вивчення їх індивідуальних уподобань та сприйняття бренду, що може бути використано для вдосконалення роботи компаній.

Забезпечувати оптимізацію робочих процесів в різних сферах господарської діяльності з заміною людей на штучний інтелект. Наприклад, в аграрній галузі, компанія John Deere є виробником тракторів, який представили роботизований трактор зі 6-ма камерами, який використовує ШІ для виконання польових робіт та керування трактором. А також дотримання правил техніки безпеки на виробництві та виявлення небезпечних умов за рахунок аналізу даних отриманих від ШІ після аналізу робочої зони. Штучний інтелект для виконання контролю запасів на полицях магазинів чи на складах, перевіряти їх термін придатності тощо. Фінансова сфера також не залишається без штучного інтелекту, зокрема, для організації безпеки фінансових операцій та мінімізації ризиків шахрайства. (Смерека, 2023)

Робота (Haefner та ін., 2021) демонструє огляд штучного інтелекту та управління інноваціями. Автори демонструють структуру, яка афішує, якою мірою штучний інтелект може замінити людей в сфері управління інноваціями. Окреслюють, що важливо враховувати під час переходу до цифрової організації інновацій.

Штучний інтелект для освіти показав свою ефективність та активно використовується різними освітніми організаціями, зокрема для створення та

налаштування навчальних планів з урахуванням всіх потреб та побажань учнів чи студентів. Автори роботи (Guan та ін., 2020) аналізують публікації щодо використання штучного інтелекту в освіті де було проведено комп'ютерний контент аналіз даних. Робота покликана підвищити поінформованість про можливості та проблеми, пов'язані ШІ для педагогічної адаптації. Стаття (Tan, 2023) представляє використання штучного інтелекту як інновації в освіті в рамках цифрової трансформації навчального процесу.

### 1.3. ПОКАЗНИКИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Аналіз рейтингів країн за різними метриками (індексами) інноваційного розвитку дає можливість оцінити рівень активності та ефективності їх впровадження з урахуванням підтримки даного напрямку розвитку з боку держави та бізнесу. Відповідно це дозволяє в подальшому скорегувати свою діяльність в даній сфері новаторства, взявши за приклад досвід кращих представників даного напрямку.

*Індекс Європейського інноваційного табло (ЄІТ) – European Innovation Scoreboard.* Даний показник показав свою ефективність та має авторитет серед подібних показників, що застосовуються для оцінки науково-технічного та інноваційної діяльності та формування за ними рейтингу країн Європи. Загалом ЄІТ об'єднує 4 категорії індикаторів («Рамкові умови», «Інвестиції», «Інноваційна активність» та «Вплив» та метрики інновацій і їх 12, які в свою чергу включають 32 показники. ЄІТ включає певні показники, які використовуються для розрахунку іншої оцінки інноваційного розвитку в конкретній європейській країні і його назва Зведений Інноваційний Індекс (Summary Innovation Index). Його розрахунок проводиться як середнє арифметичне 4-х індикаторів індексу ЄІТ. (European Innovation Scoreboard, 2024)

Індекс має певну градацію значень, що дозволяє країні отримати певний статус за результатами своєї інноваційної діяльності. У 2023 році статус «Інноваційні лідери» отримали оцінку, бо їх показники вищі 125% від середнього

показника по ЄС і це такі країни як Швейцарія, Данія, Швеція, Фінляндія, Нідерланди, Бельгія (їх показники коливаються від 126% до 140%). Аналізуючи їх можна сказати наступне, що є наявний лідер (Швейцарія з показником, що дорівнює 140%) і який явно вище середнього серед країн ЄС (100%). Україна отримала статус «Повільного новатора» (оцінка нижче 70 % від середнього показника по ЄС), бо її показник 31%. Разом з Україною такий статус отримали ще ряд країн, зокрема, Румунія, Болгарія, Польща, Латвія та інші. (Писаренко & Куранда та ін., 2024)

На рис. 1.1 порівняння Зведеного Інноваційного Індексу та індикаторів в Україні за 2 роки (2022 та 2023 рр.). Таким чином, відмітимо, що саме значенні індексу не змінилися і залишається на рівні 31%. В 2023 році в порівнянні з 2022 роком збільшилися значення всіх метрик категорії «Вплив», а це і вплив на зайнятість, на продажі та екологічна стійкість.

Відсутні дані щодо інноваторів категорія «Інноваційна діяльність» та цифровізація категорія «Рамкові умови». Суттєво зменшився показник використання інформаційних технологій з 31,3% в 2022 році до 22,1% в 2023 році категорії «Інвестиції». Зменшення показників також фіксуємо в людських ресурсах в 2022 році це 36%, а в 2023 році – 34,9%.

Основні причини зменшення значень складових індексу та неможливість розрахунку деяких з них обумовлено війною в країні та напруженістю геополітичного характеру. Це все вплинуло на можливості реалізації наукової співпраці та мобільності між Україною та Європою, а також загалом інноваційний ландшафт Євросоюзу. Термінова потреба в інноваційних рішеннях виникла не тільки в середині України, але і в інших країнах Європи, що обумовлено руйнуваннями, що завдані повномасштабною війною в Україні.



Рис. 1.1. Значення індикаторів Індексу ЄІТ в Україні, 2022-2023 рр.

Джерело: (European Innovation Scoreboard, 2024)

Індекс цифрової економіки та суспільства (Digital Economy and Society Index – DESI). Даний індекс здійснює загальну оцінку ряду показників ефективності цифрових технологій в країнах Європи та характеризує стан цифрової економіки та суспільства. Розрахунки проводяться щорічно та публікуються Європейською комісією, оскільки даний індекс демонструє розвиток в сфері цифровізації та входить до Програми цифрового десятиліття ЄС до 2030 року. Основа даного індексу – це певні напрямки цифровізації в організація відповідної інфраструктури, яка буде безпечною та стійкою в роботі, у розвитку навичок, в бізнесі та наданні публічних послуг. DESI оцінюється за шкалою від 0 до 100 та є середнім арифметичним 4-х компонентів: 1) людський капітал; 2) підключення до мережі інтернету; 3) інтеграція цифрових технологій; 4) цифрові державні послуги.

Лідери за індексом DESI – Фінляндія, Данія, Нідерланди та Швеція. Якщо розглядати окремі компоненти, то там є свою варіація. Наприклад, за людським капіталом лідери Нідерланди та Фінляндія, а за підключенням до мережі інтернет –

Данія, Нідерланди та Іспанія. Компонента інтеграція цифрових технологій передбачає визначення частки підприємств, які активно застосовують цифрові технології і країни лідери по цій компоненті Фінляндія, Данія, Мальта і Швеція (їх доля підприємств понад 9%). Компонента цифрові державні послуги має своїх лідерів, а саме Естонія, Фінляндія, Мальта і Нідерланди.

DESI в Україні також розраховується і перелік показників, що будуть братися до уваги під час його розрахунку, порядок збору та обміну даними затверджені розпорядженням від 05 вересня 2023 року № 774-р Кабінету Міністрів України, з урахуванням особливостей Методології Євросоюзу. Це дозволить відслідковувати рівень розвитку цифрової економіки, а також порівнювати з цифровими економіками країн Європи. Включення України до даного рейтингу можливе, якщо необхідні статистичні дані будуть зібрані за вимогами Євросоюзу та передаватися вчасно для обробки Єврокомісії. Це все сприятиме включенню України до Єдиного цифрового ринку Європи. Саме тому даний індекс викликає цікавість в українських дослідників, зокрема, в роботі (Ліскевич та ін., 2024) представлено аналіз індексу DESI за 2023 рік. Автори зазначають, що отримані результати є вигідними при зближенні цифрової економіки України з європейською цифровою економікою.

*Глобальний індекс стартап-екосистем (Global Startup Ecosystem Index).* StartupBlink формує рейтинг екосистеми стартапів понад 100 країн і 1000 міст з 2017 року і як результат розрахунок Глобального індексу стартап-екосистем. Маючи власний дослідницький центр, StartupBlink співпрацює муніципалітетами та урядами по всьому світу. Їх карта містить інформацію щодо десятків тисяч зареєстрованих стартапів, коворкінгів і акселераторів, формуючи ефективну та працюючу вибірку інновацій серед країн світу. (StartupBlink, 2024)











Global Rank	Country	Total Score
1st	 United States	215.001
2nd	 United Kingdom	55.995
3rd	 Israel	51.557
4th	 Canada	38.254
5th	 Singapore	37.736
6th	 Sweden	27.024
7th	 Germany	25.830
8th	 France	24.894
9th	 The Netherlands	24.462
10th	 Switzerland	24.081

Рис. 1.2. Топ-10 країн лідерів за Global Startup Ecosystem Index, 2024

Джерело: (StartupBlink, 2024)

В рейтингу 2024 року Україна займає 46-те місце в світі і значення за Global Startup Ecosystem Index дорівнює 4,909, а в 2023 році Україна посіла 49 місце, що свідчить про покращення позицій в 2024 році. Також в 2024 році вона потрапила до топ-10 країн Східної Європи та посіла 9 місце. Крім того, до топ-1000 міст за глобальним індексом стартап-екосистем потрапили 6 міст України: Київ (75 місце), Львів (397 місце), Харків (599 місце), Одеса (682 місце), Тернопіль (962 місце) та Дніпро (969 місце).

#### 1.4. ГЛОБАЛЬНИЙ ІНДЕКС ІННОВАЦІЙ

Розрахунки Глобального індексу інновацій (Global Innovation Index, GII) проводять щороку, починаючи 2007 року та публікується Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (World Intellectual Property Organization, WIPO). Він характеризує інноваційні можливості країн та їхні досягнення в цьому напрямку. Індекс включає декілька показників, а саме інноваційна сила, результативність, політика та середовище. В 2023 році до рейтингу включено 132 країни відповідно до рівня інноваційної діяльності по 80 показниках по 7 напрямках. Структура GII показана на рис. 1.3.

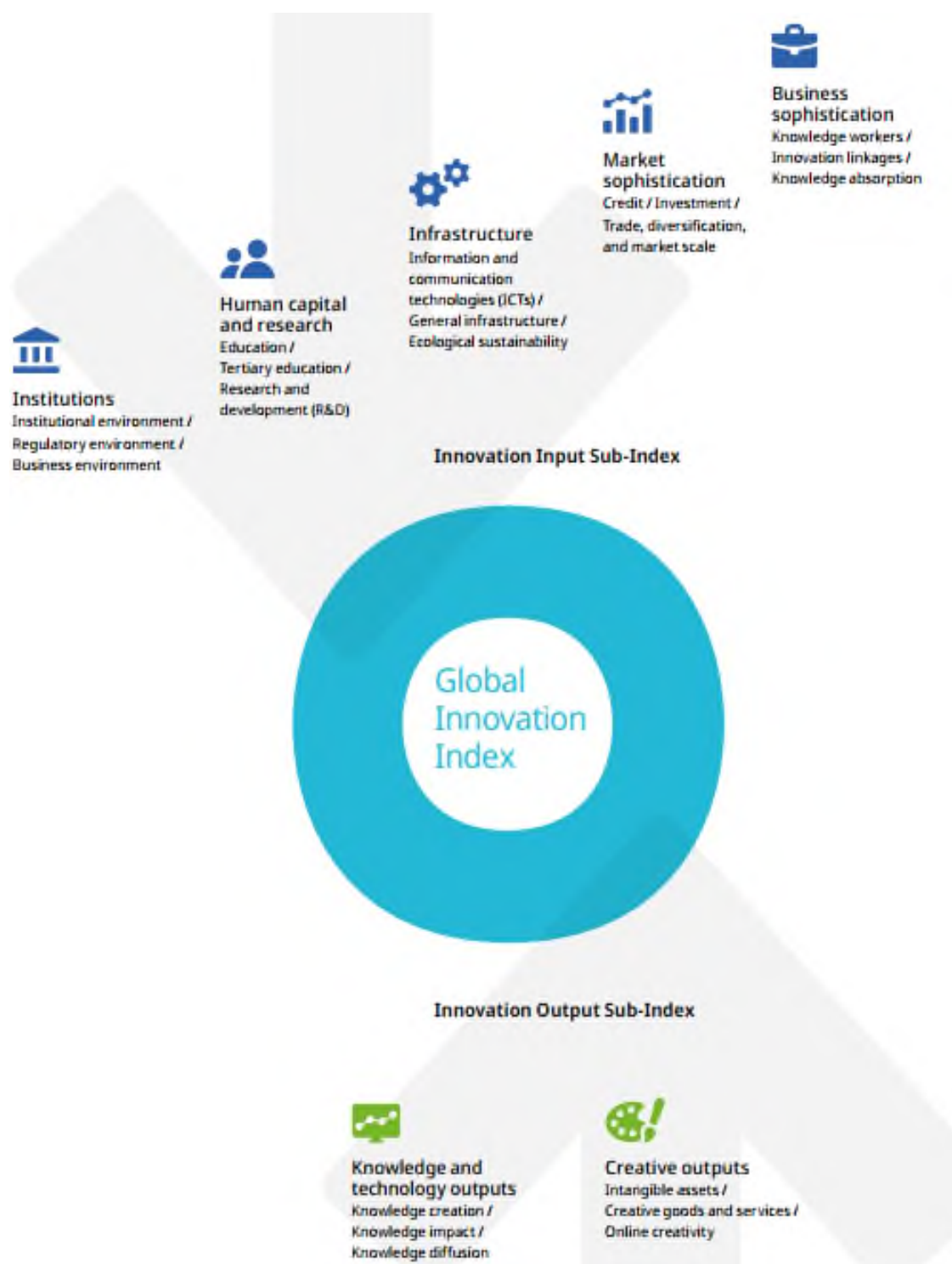


Рис.1.3. Структура Global Innovation Index

Джерело: (WIPO, 2024)

Лідером в рейтинговій таблиці ГІІ вже 13 років є Швейцарія (67,6), а далі Швеція, США, Велика Британія, Сінгапур саме в 2023 році входить в топ-5 лідерів (в 2022 році займав 7-ме місце, але входив в топ-10), а замикає 10 ку лідерів Корея (58,6). На рис. 1.4. представлено топ-10 країн рейтингу Глобального індексу інновацій.

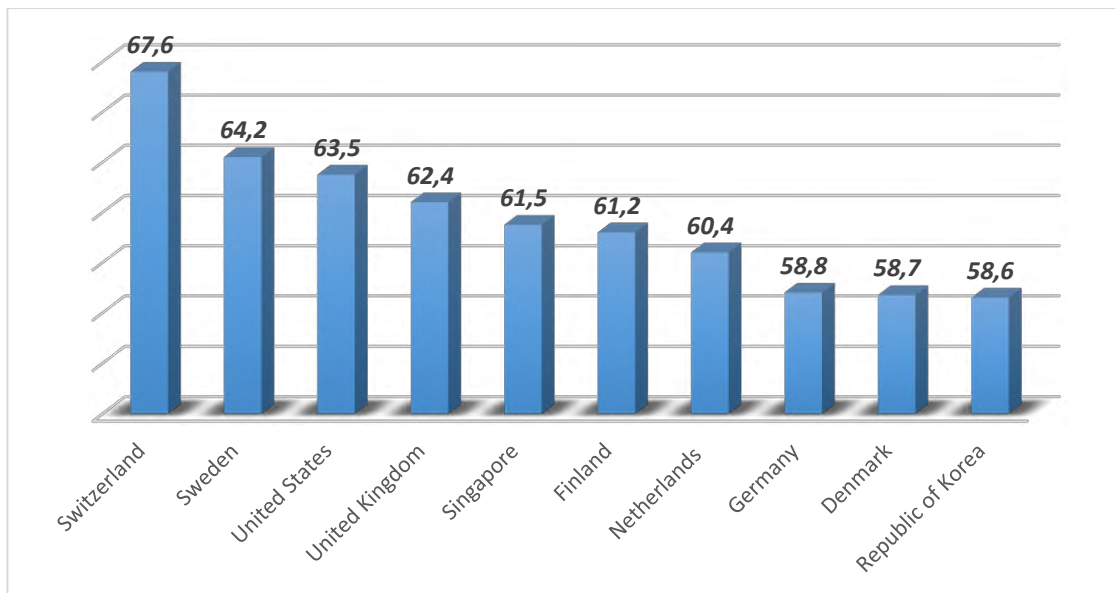


Рис. 1.4. Топ-10 країн рейтингу Глобального індексу інновацій

Джерело: побудовано автором за даними (WIPO, 2024)

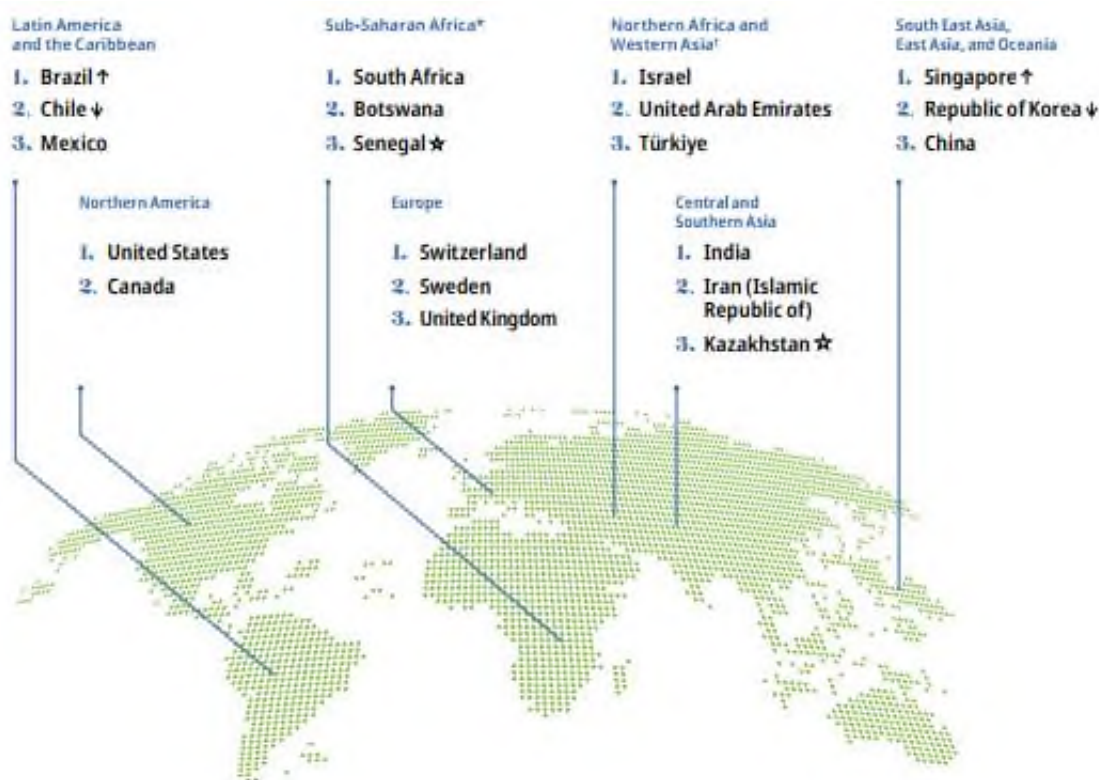


Рис. 1.5. Топ-3 інноваційні економіки за регіонами

Джерело: (WIPO, 2024)

На рис. 1.5. представлено лідерів інновацій за регіонами. Більшість лідерів рейтингу, що входять в топ-10 є країнами Європи або Північної Америки.

На рис. 1.6. показано лідерів інновацій в конкретній групі країн, що класифіковані за рівнем доходу на душу населення (формує Світовий банк). Таким чином, країни з високим рівнем доходу мають є лідерами за значенням індексу інновацій. Україна з доходом нижче середнього, але в своїй групі країн посідає 3 місце за індексом інновацій, що є вперше.

High-income	Upper middle-income	Lower middle-income	Low-income
1. Switzerland	1. China	1. India	1. Rwanda
2. Sweden ↑	2. Malaysia ↑	2. Viet Nam	2. Madagascar
3. United States ↓	3. Bulgaria ↓	3. Ukraine ☆	3. Togo ☆

Рис. 1.6. Топ-3 інноваційні економіки за рівнем доходу країн

Джерело: (WIPO, 2024)

Загалом Україна підвищила свій рейтинг в 2023 році в порівнянні з 2022, перейшовши з 57 місця на 55, навіть незважаючи на повномасштабну війну в країні. Високі оцінки були отримані за ступінь розвитку української освіти, інформаційно-комунікаційних технологій, інтелектуальний рівень людського капіталу. Але низькі за стан інституційного поля, довіру до бізнесу, стан інфраструктури, але це зрозуміло в умовах війни. Розглянемо більш детально динаміку зміни ГПІ за ці 2 роки, відповідні значення за напрямками показано на рис. 1.7.

Таким чином, відзначимо, що інноваційні результати переважають інноваційні ресурси, це пояснюється тим, що Україна характеризується високим рейтингом, а саме показником отримання прав на об'єкти інтелектуальної власності та тих, що мають відношення інформаційних комп'ютерних систем (збільшення витрат на комп'ютерне та програмне забезпечення, створення мобільних додатків та експорт ІКТ послуг).

Зниження рангу України також за показниками, що мають відношення до інноваційної діяльності саме бізнесу, зокрема, їх продуктивність праці, кількість отриманих сертифікатів ISO 9001 та інших дозволів (сертифікатів) тощо.

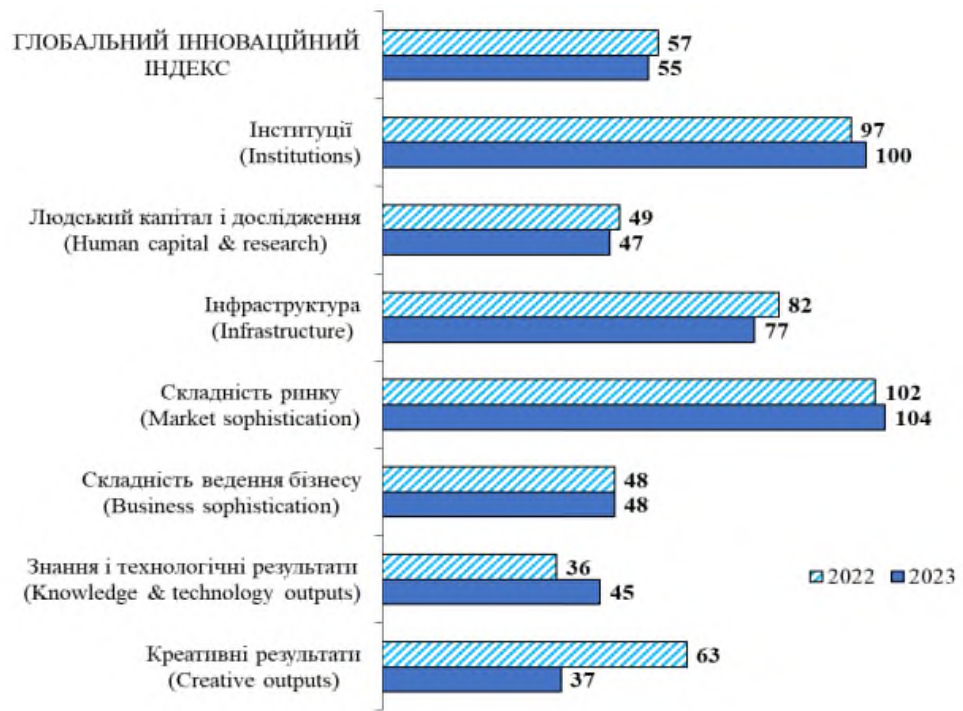


Рис. 1.7. Рейтинг за 7 блоками показників ГІІ України у 2022 та 2023 роках

Джерело: (WIPO, 2024)

## РОЗДІЛ 2. ПОКАЗНИКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 2.1. ВАЛОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ПРОДУКТ

Валовий внутрішній продукт є основним індикатором, що вимірює рівень економічного розвитку країн світу. Зростання показника реального ВВП є ознакою того, що економіка працює ефективно. Також ВВП демонструє стан економіки країни, що дозволяє порівнювати країни між собою, враховувати досвід інших.

Стале зростання економіки, якого прагнуть країни світу, досягається, зокрема, через даний показник. Оскільки він надає можливість планувати, виконувати функцію контролю та розширити економічну політику за для забезпечення заходів, що будуть направлені на сталий економічний розвиток країни.

ВВП як показник демонструє єдність зв'язаних функцій та подій, що описують економічний процес, виробництво товарів і надання послуг та їх кінцевого використання, розподіл доходів. Даний показник це результати економічної діяльності суб'єктів господарювання (підприємства, організації та установи), що виробляють товари та надають послуги. Крім того, ВВП узагальнює цю діяльність і демонструє результат для економіки країни в цілому. (Лозинська, 2011)

ВВП належить до категорії показників національної теорії виробництва. Він представляється грошовою одиницею кінцевої продукції та наданих послуг, які зробила економіка країни. Також особливе місце в розрахунках займає ВВП на душу населення, що враховує також кількість населення країни. А це вважається можливістю для співставлення економік декількох країн. (Elnure, 2021)

Дослідження показника ВВП з різних сторін є актуальним питанням серед науковців. Зокрема, його динаміка за певні періоди (щомісячні, щоквартальні,

річні дані), структура, методи розрахунку, що представляють різні міжнародні організації та статистики, прогнози, порівняння даних конкретних країн, вплив факторів зовнішнього та внутрішнього середовища і т. д.

Крім того, досліджуючи даний показник визначаються напрямки вирішення проблем функціонування економіки країни, пропонуються можливості для підвищення темпів приросту враховуючи досвід інших країн, зокрема, передових.

Golinelli & Parigi (2014) дане дослідження пропонує застосовувати спеціальні мостові моделі, які передбачають використання щомісячних даних світового ВВП для розрахунку квартальних показників, так би мовити короткострокове прогнозування. Вибірка даних включає дані країн, що розвиваються та розвинених країн. Подальше з'єднання всіх рівнянь формує світову модель мосту (WBM).

В роботі (Elnure, 2021) представлено динамічну модель на прикладі економіки Азербайджану, де характеризує вплив на ВВП обсягу інвестицій і ціни на нафту. Хоча існує великий спектр чинників від яких залежить ВВП, але в цій роботі саме вони були обрані як незалежні змінні. Побудована динамічна модель продемонструвала хороші та адекватні результати.

Для прогнозування світового ВВП науковцями використовуються різні методи, зокрема, машинне навчання, яке в свою чергу також набрало популярності та показує свою ефективність в роботі з даними різних об'ємів. Таким чином, в роботі (Dwarakanath & Shivakumara, 2022) застосовуються цей апарат для прогнозування та розрахунків щорічного зростання. Їх розрахунки є дозволяють переглядати рівень ВВП в різних країнах, а також бачити границі прогнозу від найгірших до найкращих.

Серед вітчизняних робіт відзначимо, (Хаєцька & Вертелецький, 2018), де зроблено аналіз динаміки ВВП для України та інших країн, що дозволяє виявити проблемні місця та запропонувати дієві кроки для їх подолання.

В роботі (Томашевська & Смиковчук, 2018) реалізовано компаративний аналіз динаміки ВВП України та провідних країн світу. А також виявлено ряд

чинників, які мають суттєвий вплив на значення показника в Україні, зокрема, дисбаланс серед макроекономічних показників, військовий конфлікт на Сході, велика частка тіньової економіки.

Дослідження (Наукова & Гончарук, 2020) присвячене прогнозуванню економічного розвитку України, зокрема, таких показників як ВВП, чисельність зайнятого населення і загальна чисельність населення. Побудовано системно-динамічну модель яка характеризує взаємозв'язки між макроекономічними показниками та рівнем ВВП в Україні. Представлено пропозиції щодо підвищення активності економічного зростання.

Стаття (Луняк & Столетова, 2023) присвячена порівняльному аналізу динаміки ВВП України та групи країн Європи, де виявлено тенденцію до зростання показника у всіх досліджуваних країнах. Хоча в Україні зростання є невеликим, бо є ряд причин цьому. Зокрема, війна, ріст обсягу зовнішнього боргу, велика доля тіньової економіки, зниження оцінки інвестиційної привабливості підприємств і т. д.

Проведемо аналітичний огляд ВВП на душу населення у світі. На рис. 2.1 показано загальну тенденцію зміни значення ВВП на душ населення в часі (1960-2023 роки). Як бачимо присутній зростаючий тренд з певними коливаннями.

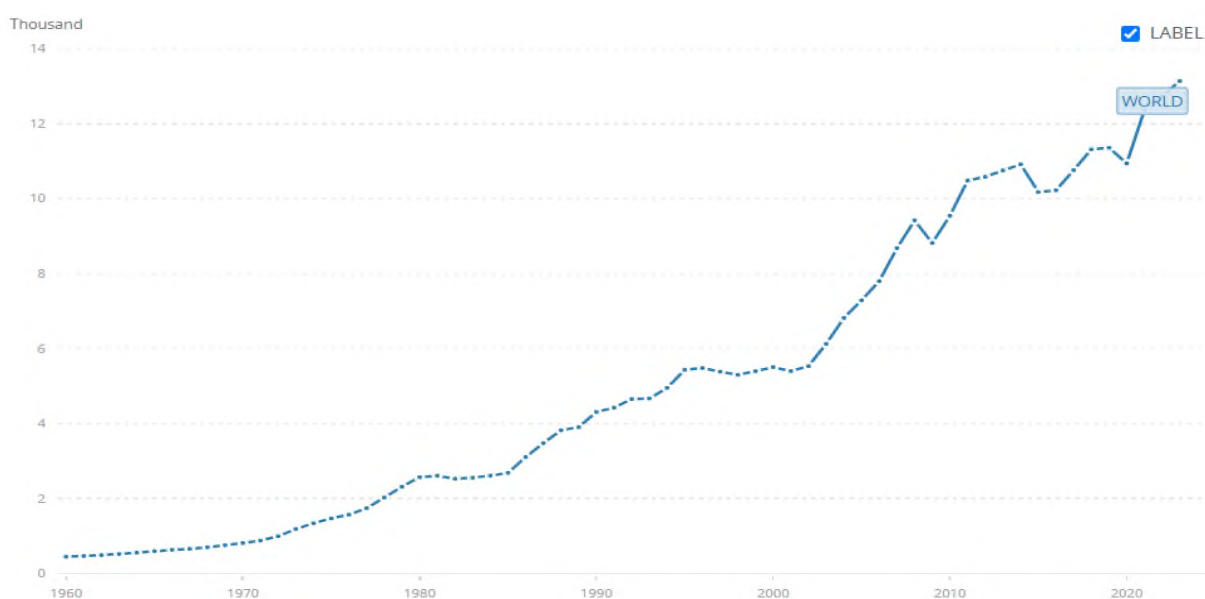


Рис. 2.1. Динаміка ВВП на душу населення у світі, 1960-2023 рр.

Джерело: (World Bank, 2024)

Показана на рис. 2.2. картограма відображає статистичні дані ВВП на душу населення (current US\$) для країн світу, де відповідний колір характеризує числове значення показника (інтервали показані в легенді). Це дозволяє легко порівнювати і аналізувати різні країни за обраним показником в даному випадку це ВВП на душу населення.

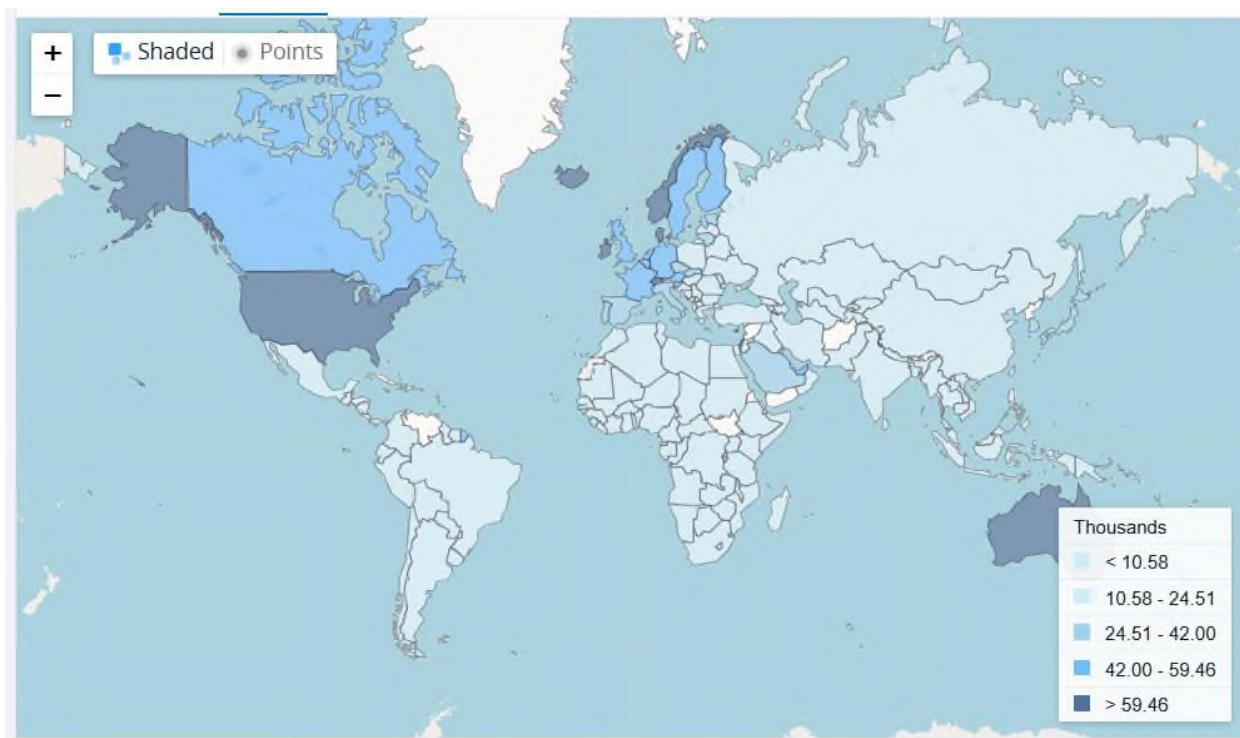


Рис. 2.2. Картограма за показником ВВП на душу населення, 2023

Джерело: (World Bank, 2024)

*ВВП на душу населення в Україні.* Динаміка ВВП на душу населення в Україні характеризується трендом до зростання за досліджуваний період, але є суттєві коливання (рис. 2.3). Якщо проаналізувати часовий ряд з акцентом на роки та співставити з подіями в країні, то можна зробити висновок про вплив чинників, що мають політичну природу. Таким чином, суттєве скорочення рівня ВВП спостерігаємо в 2009 році та 2015 році, а ось 202 рік хоч і був непростим для економіки країни і є зменшення значення, але такого «глибокого» падіння не було. З 2015 по 2021 спостерігаємо збільшення рівня ВВП на душу населення, повільними темпами, але це ріст. Це період до повномасштабної війни.

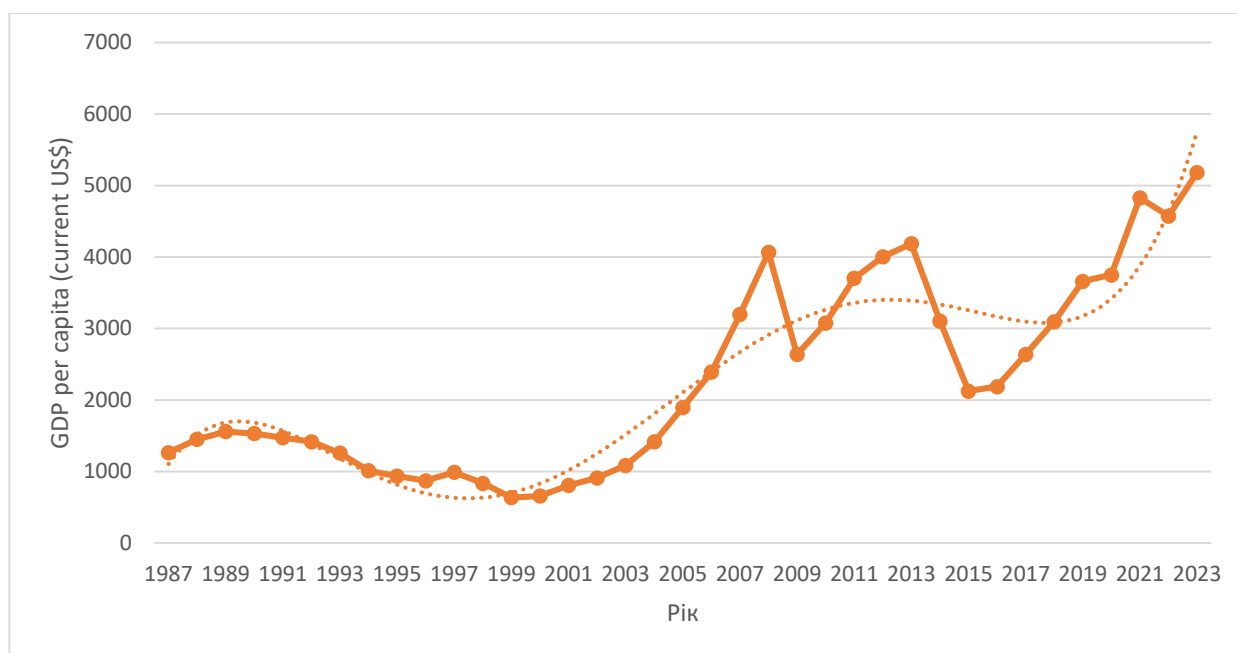


Рис. 2.3. Динаміка ВВП на душу населення в Україні, 1987-2023 рр.

Джерело: побудовано автором (World Bank, 2024)

Проаналізуємо динаміку ВВП на душу населення України до повномасштабного вторгнення та під час (рис. 2.3). 2020 та 2021 рік це роки також не прості для України як і всього світу, оскільки це роки пандемії COVID-19, яка охопила всі сфери життя та діяльності всіх країн світу. Саме тому актуальним питанням та перспективним напрямком є дослідження наслідків COVID-19 на економіку країни. В 2022 році виникає ще один фактор, що відображається на економіці країни і це початок повномасштабної війни. Хоча в же під час в 2023 році є невеликий ріст ВВП на душу населення.

## 2.2. ІНДЕКС СОЦІАЛЬНОГО ПРОГРЕСУ

Індекс соціального прогресу (Social Progress Index, SPI) демонструє рівень забезпеченості країнами соціальних та екологічних потреб населення за 53 індикаторами, що сформовані в групи на основі за 12 компонент у трьох напрямках: 1) базові людські потреби (харчування, доступ до води, електроенергії, санітарія, особиста безпека), 2) основи благополуччя (здоров'я та медичні послуги, доступ до знань, інформації та комунікацій, екологія); 3) можливості для людей (основні права, персональна свобода та свобода вибору,

інклюзія, рівність та можливості розвитку). Даний індекс розраховується в межах від 0 до 100 та публікується кожного року. (Social Progress Imperative, 2024)

Світове значення SPI за 2023 рік оцінено на рівні 63,44. Його динаміка з 2011 року по 2023 рік показана на рис. 2.4. Можемо спостерігати постійну тенденцію до його росту з 58,34 в 2011 році до 63,75 в 2022 році, але в 2023 році відбулося падіння значення показника до рівня 63,44. Це ймовірно пояснюється багатьма факторами, зокрема, як наслідок COVID-19, повномасштабною війною в Україні, що відобразилася на інших країнах також.



Рис. 2.4. Динаміка Індексу соціального прогресу в світі, 2022-2023 рр.

Джерело: (Social Progress Imperative, 2024)

Картограма (рис. 2.5) демонструє для кожної країни значення Індексу соціального прогресу з розподілом на 6 рівнів (Tier). Такий спосіб візуалізації допоможе візуально зрозуміти, які країни мають схожий рівень соціального прогресу, які більший чи менший порівняно з іншими, а також оцінити їх географічну приналежність з можливістю подальшої оцінки впливу цього чинника на соціальний прогрес країн.

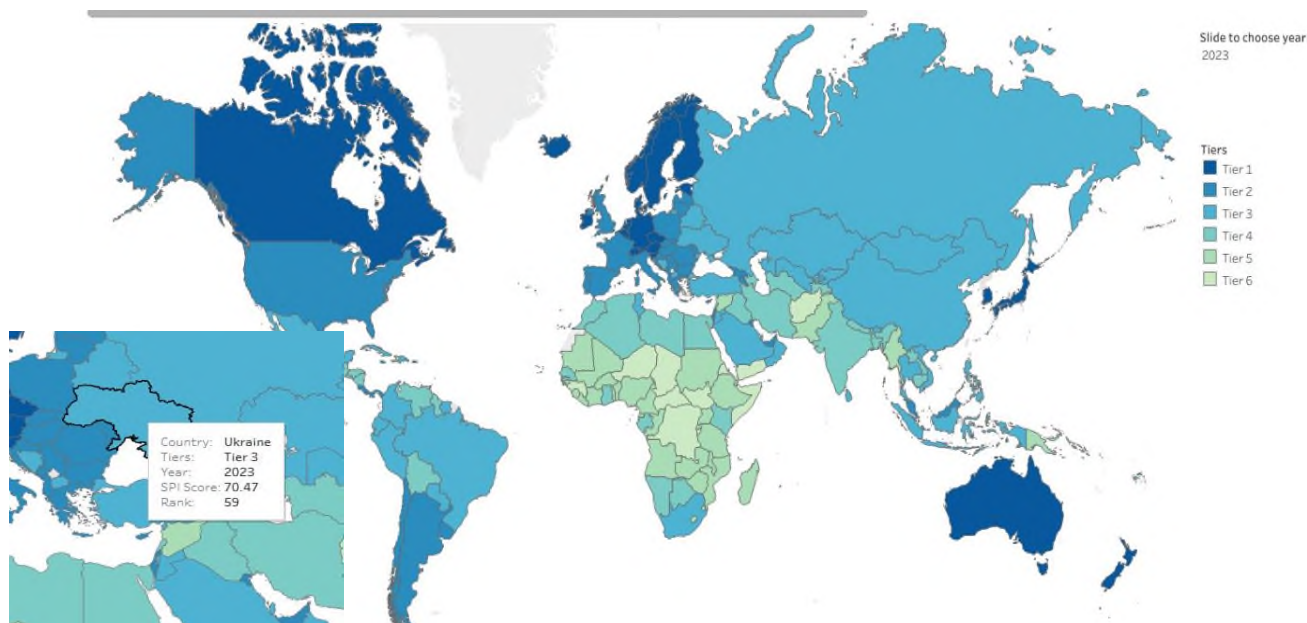


Рис. 2.5. Картограма за Індексом соціального прогресу, 2023

Джерело: (Social Progress Imperative, 2024)

Оскільки, на сайті Social Progress Imperative картограма має інтерактивні елементи з можливістю відображення зведених даних по країні, то на рис. 2.5 наведено приклад України.

Індекс соціального прогресу для конкретної країни можна переглянути на дашборді. На рис. 2,6. Його показано для України, де виведено основні показники щодо значення самого індексу супутніх статистичних характеристик тощо.

### Scorecards



Рис. 2.6. Дашборд Індексу соціального прогресу для України

Джерело: (Social Progress Imperative, 2024)

Україна має високе місце у рейтингу країн за індексом соціального прогресу. В 2023 році  $SPI=70,47$ , а місце в рейтингу 59 (зі 170 країн).

Такі високі рейтинги обумовлені, зокрема, допомогою в зайнятості вразливих категорій населення, високий рівень середньої освіти, загальнодоступний мобільний зв'язок, низький рівень смертності від забрудненої

води та жахливих санітарно-гігієнічних умов, рівні права для чоловіків та жінок в різних сферах життя та діяльності. Крім того, населення в країні забезпечено базовими потребами, наприклад, в питній воді чи продуктах харчування. Хоча є проблемні місця високий рівень смертності від забрудненості повітря, низькі показники по забезпеченню особистої безпеки, корупція, недосконалість системи правосуддя тощо. (Урядовий портал, 2024)

### **2.3. ІНДЕКС ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ**

Індекс людського розвитку (Human Development Index, HDI) є частиною Програми розвитку ООН (UNDP) і з 1990 року розраховується та публікується в щорічних звітах для кожної країни. HDI, з одного боку, став альтернативою ВВП, як показник демонстрації рівня розвитку. Хоча він не включає екологічну складову, яка є важливою компонентою, але має свої переваги та недоліки.

Відповідно є критика, оскільки, з роками втрачено початкову ідею його цінності та масштабності. HDI орієнтований тільки на національній ефективності та рейтингах, але не бере до уваги розвиток з глобальної точки зору. Саме тому є певні пропозиції щодо його модифікації, які представлені, зокрема, в роботі (Sagar & Najam, 1998).

Індекс людського розвитку поєднує в собі дві сторони розвитку населення країни, а саме економічну та соціальну. Оскільки, включає три показники, а саме: очікувана тривалість життя, показники сфери освіти (рівень грамотності та тривалість навчання), рівень життя визначається як ВНД на душу населення.

Особливим напрямком досліджень є аналіз взаємозв'язків індексу людського розвитку з певними явищами та процесами. Ось декілька робіт, які це демонструють. Зокрема, вплив на економічне зростання.

В роботі (Gulcemal, 2020) досліджено взаємозв'язок людського розвитку та економічного зростання, де в якості показників були обрані HDI та ВВП відповідно для країн, що розвиваються. Виявлено, що людський розвиток сприяє економічному зростанню, позитивний та значний характер зв'язку.

А в статті (Alijanzadeh et al., 2016) досліджено зв'язок між індексом людського розвитку та рівнем дитячої смертності. З основних результатів зазначимо, що значна кореляція фіксується між соціально-економічними факторами, які належать до категорії людського розвитку та ризиками випадкової смертності у світі. Також автори зазначають, що HDI кращим індикатором для відображення несправедливості в охороні здоров'я. Якщо показники HDI будуть покращуватися, зокрема, рівень освіти, то це сприятиме довголіттю та зниженню показників дитячої смертності.

Метою дослідження (Mirahmadizadeh et al., 2022) є аналіз взаємозв'язків, використовуючи поняття кореляції, між індексом людського розвитку (його компонентами) та епідеміологічними показниками COVID-19. Таким чином, визначено зв'язки різного напрямку (позитивна та негативна) кореляція між сформованих спектром показників. Відзначено, що індекс людського розвитку та його складові можуть впливати на епідеміологічні показники COVID-19.

Аналітичний огляд індексу людського розвитку в світі. Відповідно до значення HDI країни в рейтингу поділено на групи за рівнем людського розвитку, де виділяють: дуже високий (very high), високий (high), середній (medium), низький (low).

До рейтингу 2023 року включено 193 країни, де лідер Швейцарія (HDI=0,967), а останнє місце займає Сомалі (HDI=0,380).

На рис. 2.7 представлено п'ятірки лідерів в кожній групі країн за рівнем людського розвитку.

Індекс людського розвитку в Україні за даними 2023 року дорівнює 0,734, що відносить до країн з високим рівнем людського розвитку, а в рейтингу займає 100 місце зі 193 країн. Загалом за період 1990-2023 рік значення індексу для України зросло з 0,731 до 0,734. Хоча за прогнозами фахівців стійкість зберігається, але COVID-19 та повномасштабної війни ще чекають на Україну. Оскільки, невідомі остаточні наслідки повномасштабного вторгнення та людському розвитку. Але вже зараз є розуміння, що ситуація складна для

пом'якшення та забезпечення для України шляху сталого розвитку потрібно буде діяти та підтримувати населення країни. (UNDP, 2024)



Рис. 2.7. Топ-5 країн за індексом людського розвитку з розподілом за групами людського розвитку

Джерело: побудовано автором за даними (UNDP, 2024)

## РОЗДІЛ 3. ІННОВАЦІЇ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК: АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ

### 3.1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Вивчення питання взаємозв'язків інноваційного та соціально-економічного розвитку є популярним в наукових колах. Розглянемо більш детально деякі публікації щодо вивчення цього питання.

В статті Cameron G. (1996). представлено емпіричне дослідження зв'язку інновацій та економічного росту. В якості показників інновацій обрано витрати на НДДКР, патенти та кількість інновацій, а також ефект переливу технологій між фірмами, галузями та країнами. Автором представлено 3 основні висновки: 1) інновації здійснюють значний внесок в зростання; 2) існують значні перетоки між країнами, фірмами, галузями, але найменше це помітно серед досліджень, що фінансуються державою; 3) фіксується локалізація перетоків, бо внутрішні інновації не дають можливості отримувати великі прибутки іноземним економікам в порівнянні з іншими вітчизняними фірмами.

В дослідженні (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004) представлені результати щодо поступового аналізу зв'язку інновацій та економічного зростання в цілому та периферійних регіонах Європейського Союзу. А тому спочатку визначено позитивний зв'язок між інвестиціями у дослідження та розробки приватного, державного й сектору вищої освіти та інноваціями, де в якості кількісного показника обрано кількість патентних заявок на млн населення. Хоча існування і сила даного зв'язку залежить від соціально-економічних характеристик регіону, що відображається на його здатності перетворювати інвестиції в дослідження та розробки в інновації, а їх в свою чергу направляти на економічне зростання.

Нові дослідження, наприклад, (Jinghao Ma et al., 2024) демонструє як створення національних центральних міст відображається на економічному зростанні Китаю, враховуючи механізм технологічних інновацій та регіональні

відмінності. Використано систему показників, зокрема, значення ВВП на душу населення і було визначено, що економічне зростання стимулюють національні центральні міста і здебільшого в східному регіоні країни, а інновації підсилюють цей ефект.

В дослідженні (Pradhan et al., 2020) розглядається вплив на економічне зростання підприємництва та інновацій в країнах Європи. Зокрема, як спрацювала стратегія “Європа 2020” для підвищення конкурентоспроможності регіону і де основна ідея була в рушійній силі інновацій для економічного зростання регіону.

Робота (Капінус, 2015) висвітлює роль інновацій для соціально-економічного розвитку в Україні, де визначено реалізація програм направлених на соціально-економічний розвиток країни має будуватися на основі інноваційних складових.

Стаття (Смесова та ін., 2020) присвячена саме аналізу стану та тенденцій розвитку та впровадження інновацій в світі, а також в Україні. Визначено основні сфери, де інновації активно впроваджуються, зокрема, лідерів в інновація. Проаналізовано добірку економічних та інституційних умов, які створено в цих країнах. Для України визначено проблемні місця, які заважають інноваційному розвитку, а також заявлено інструменти, які здатні активізувати цей розвиток.

Банківський сектор є важливим сегментом економіки будь якої країни, зокрема, ефективна, надійна та працююча банківська система сприяє сталому розвитку економіки. В свою чергу, модернізація та сучасні технології сприяють розвитку фінансового ринку, що зазначається в роботі (Таргоній, 2023). Відповідно інноваційний напрямок сприятиме підвищенню ефективності роботи банків, зокрема, збільшення кількості клієнтів за рахунок покращенням якості та більшій швидкості надання банківських послуг.

Робота (Sutrisno et al., 2023) присвячена визначенню ролі інформаційних технологій у стимулюванні інновацій та розвитку підприємництва. Отримано результати, які показують, що сучасну цифрову епоху підприємцям необхідно ефективно використовувати інформаційні технології для прискорення

виробництва продуктів, підвищення операційної ефективності, розширення масштабів охоплення ринку, стимулювання бізнес-інновацій та покращення якості обслуговування клієнтів.

### 3.2. КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Потужним інструментом в статистиці та економіці є кореляційно-регресійний аналіз. Його основне завдання полягає у виявленні та моделюванні взаємозв'язків в сформованій системі змінних, а також розрахунків прогнозу. Даний вид аналізу передбачає два етапи. (Руська, 2012)

Перший, це кореляційний аналіз, що включає розрахунки коефіцієнтів кореляції ( $r$ ) між змінними з використанням різних інструментів. Значення цих коефіцієнтів допомагають ідентифікувати та аналізувати взаємозв'язки між змінними, надаючи змогу визначити, які з них мають зв'язок, а точніше його ступінь тісноти та напрямок. Їх значення знаходяться від  $-1$  (ідеальний обернений зв'язок) до  $+1$  (ідеальний прямиий зв'язок), а якщо  $0$  – відсутність зв'язку. Для оцінки ступеню тісноти існують різні варіанти шкали кореляції. Далі на основі цих коефіцієнтів формується матриця кореляції, що представляє собою певну таблицю, де відображені розраховані коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між обраними змінними. Значення по основній діагоналі матриці завжди дорівнюють  $1$ , оскільки це кореляція змінної між собою. (гурянова

Другий етап передбачає побудову лінійної моделі регресії (однофакторної (простої) моделі або багатфакторної (множинної)), а також нелінійної, якщо залежність краще описується саме таким видом моделей. На дному етапі важливим показником є коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ), який оцінює частку (долю) варіації залежної змінної, що пояснюється моделлю. Його значення знаходяться в діапазоні від  $0$  до  $1$  (чим ближче до  $1$ , тим побудована модель описує залежність і правильно обрані чинники, що впливають на залежну змінну). (Руська, 2012)

Для реалізації кореляційно-регресійного аналізу сформовано вибірку з 123 країн світу, що відрізняються рівнем доходу, географічною приналежністю

та рівнем соціального прогресу. Зібрано статистичні дані (WIPO, 2024), (World Bank, 2024) та (Social Progress Imperative, 2024) за 2023 рік за показниками:

- 1) Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index – GII);
- 2) ВВП на душу населення в поточних доларах США (GDP per capita);
- 3) Індекс соціального прогресу (Social Progress Index – SPI).

Статистичні дані, що були сформовані та будуть використані для подальших розрахунків представлено в Додатку А.

В MS Excel за допомогою пакету Регресія (Аналіз даних) розраховано матрицю кореляції між обраними трьома змінними (GII, GDP та SPI. Відповідно до значень коефіцієнтів кореляції зв'язок між ними прямий, оскільки всі  $r > 0$ . (табл. 3.1.). Таким чином, може зробити висновок про значення змінних змінюються водному напрямку, а саме зростання однієї призводить до збільшення іншої. А оскільки коефіцієнт кореляції між GII та GDP становить 0,82, що свідчить про сильний зв'язок між ними, а також таку саму ступінь зв'язку спостерігаємо між GII та SPI ( $r = 0,87$ ), між GDP та SPI значення трохи менше, але ступінь зв'язку оцінюємо як сильну ( $r = 0,74$ ).

Таблиця 3.1

### Кореляційна матриця

Змінні	<i>Global Innovation Index</i>	<i>GDP per capita</i>	<i>Social Progress Index</i>
<i>Global Innovation Index</i>	<b>1</b>	<b>0,82</b>	<b>0,87</b>
<i>GDP per capita</i>	<b>0,82</b>	<b>1</b>	<b>0,74</b>
<i>Social Progress Index</i>	<b>0,87</b>	<b>0,74</b>	<b>1</b>

Джерело: розраховано автором

Проведено декомпозицію вибірки з 123 країн за різним рівнем доходу, а саме: високий дохід (High income), вище середнього (Upper middle income), нижче середнього (Lower middle income), низький (Low income). Розраховано коефіцієнти кореляції засобами MS Excel в сформованих групах країн між індексом інновацій та ВВП на душу населення, а також їх опис представлено в табл. 3.2.

### Кореляція між ГІ та ВВП на душу населення в групах країн за рівнем доходу

Країни за рівнем доходу	Кількість країн	Значення коефіцієнта кореляції	Напрямок та ступінь тісноти зв'язку
High income	48	0,678	Прямий, сильний
Upper middle income	36	0,414	Прямий, слабкий
Lower middle income	29	0,602	Прямий, помірний
Low income	10	0,283	Прямий, слабкий
Вся вибірка	123	0,82	Прямий, сильний

Джерело: розраховано автором

На діаграмі (рис. 3.1) показано співвідношення показників економічного розвитку (GDP per capita) та індексу інновацій (Global Innovation Index) з розподілом за рівнем доходу. Спостерігаємо, що зі зміною рівня доходу в країнах від низького до високого змінюються відповідно показники інноваційного та економічного розвитку, їх значення зростає.

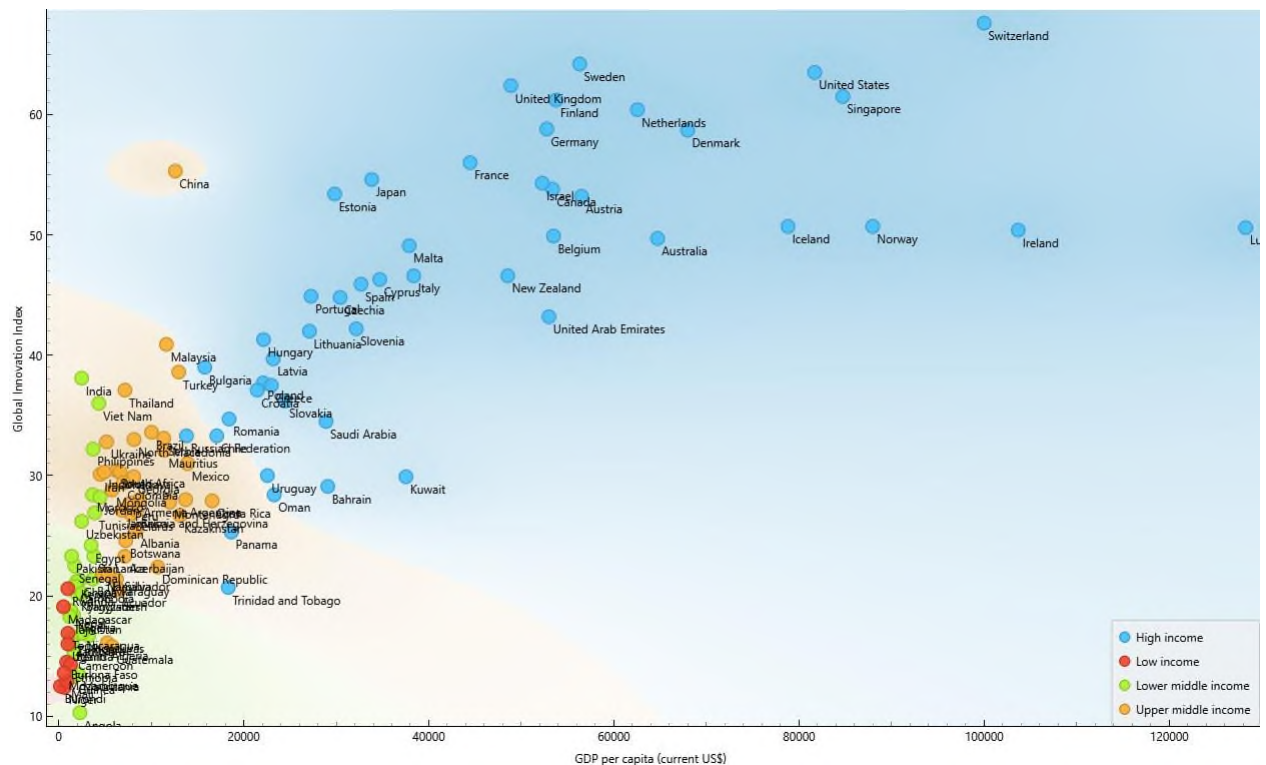


Рис. 3.1. Візуалізація зв'язку між ГІ та ВВП на душу населення з розподілом країн за рівнем доходу, 2023

Джерело: побудовано автором в Orange Data Mining

Таким чином, графічний аналіз (рис. 3.1.) показ, що для країн низьким рівнем доходу (Low income) характерний низький рівень інноваційного та економічного розвитку. Далі зі зростанням значення ВВП та індексу інновацій розташовуються вибірки країн з рівнем доходу нижче та вище середнього. Рухаючись далі потрапляємо в зону країн з високим рівнем доходу, де значні значення ВВП на душу населення супроводжуються високими значеннями Глобального індексу інновацій.

Використовуючи інструменти та функції MS Excel розраховано коефіцієнти кореляції в сформованих групах країн за рівнем доходу (їх 4) між індексом інновацій та індексом соціального прогресу, їх числові значення та опис показано в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

### Кореляція між GII та SPI в групах країн за рівнем доходу

Країни за рівнем доходу	Кількість країн	Значення коефіцієнта кореляції	Напрямок та ступінь тісноти зв'язку
High income	48	0,799	Прямий, сильний
Upper middle income	36	0,338	Прямий, слабкий
Lower middle income	29	0,709	Прямий, сильний
Low income	10	0,759	Прямий, сильний
Вся вибірка	123	0,87	Прямий, сильний

*Джерело: розраховано автором*

На діаграмі (рис. 3.2) показано співвідношення показників соціального розвитку (Social Progress Index) та індексу інновацій (Global Innovation Index) з розподілом за рівнем доходу, яка є якісною ознакою, що в даному випадку доповнює взаємозв'язок економічною складовою. Відмітимо наступну загальну тенденцію, що у вибірці зростання рівня інноваційного розвитку супроводжується ростом соціального прогресу, але з умовою розподілу країн за рівнем доходу не спостерігаємо поступовий перехід від низького до високого. Присутня певна варіація, наприклад, країни, що входять до групи High income, але при цьому мають середні по вибірці показники інноваційного та соціального розвитку. Або інша ситуація, наприклад, Китай входить до групи Upper middle

income, але має досить високе значення індексу соціального прогресу та інновацій.

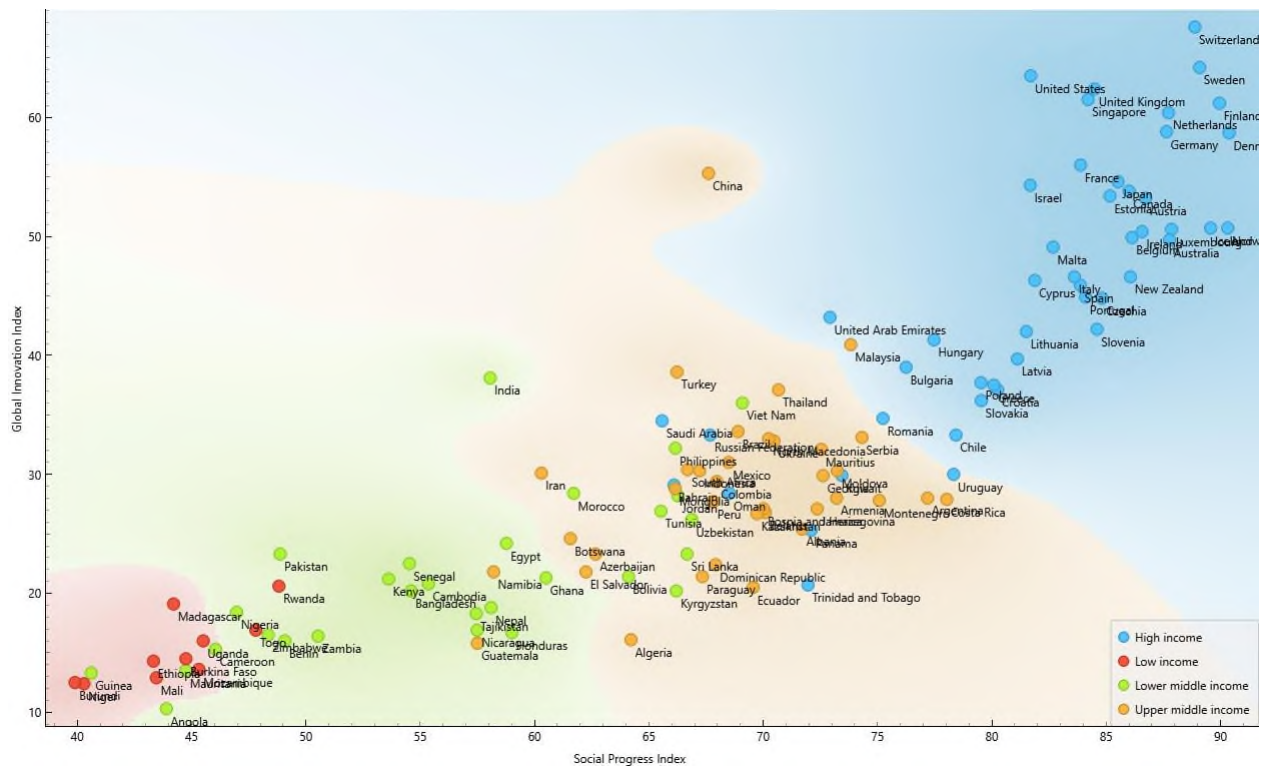


Рис. 3.2. Візуалізація зв'язку між ГІІ та SPI з розподілом країн за рівнем доходу, 2023

Джерело: побудовано автором в Orange Data Mining

Проведемо попарний регресійний аналіз зв'язку між змінними, тобто окремо індекс інновацій та економічний розвиток (як показник значення ВВП на душу населення). Друга пара – це індекс інновацій та соціального прогресу.

*Інновації та економічний розвиток: регресійний аналіз.* Перейдемо до експериментів з побудови регресійних моделей, які можуть найкраще описати взаємозв'язок між обраними показниками для вибірки країн світу.

Проведемо графічний аналіз співвідношення показників економічного розвитку (GDP per capita) та індексу інновацій (Global Innovation Index), що показано на рис. 3.3.

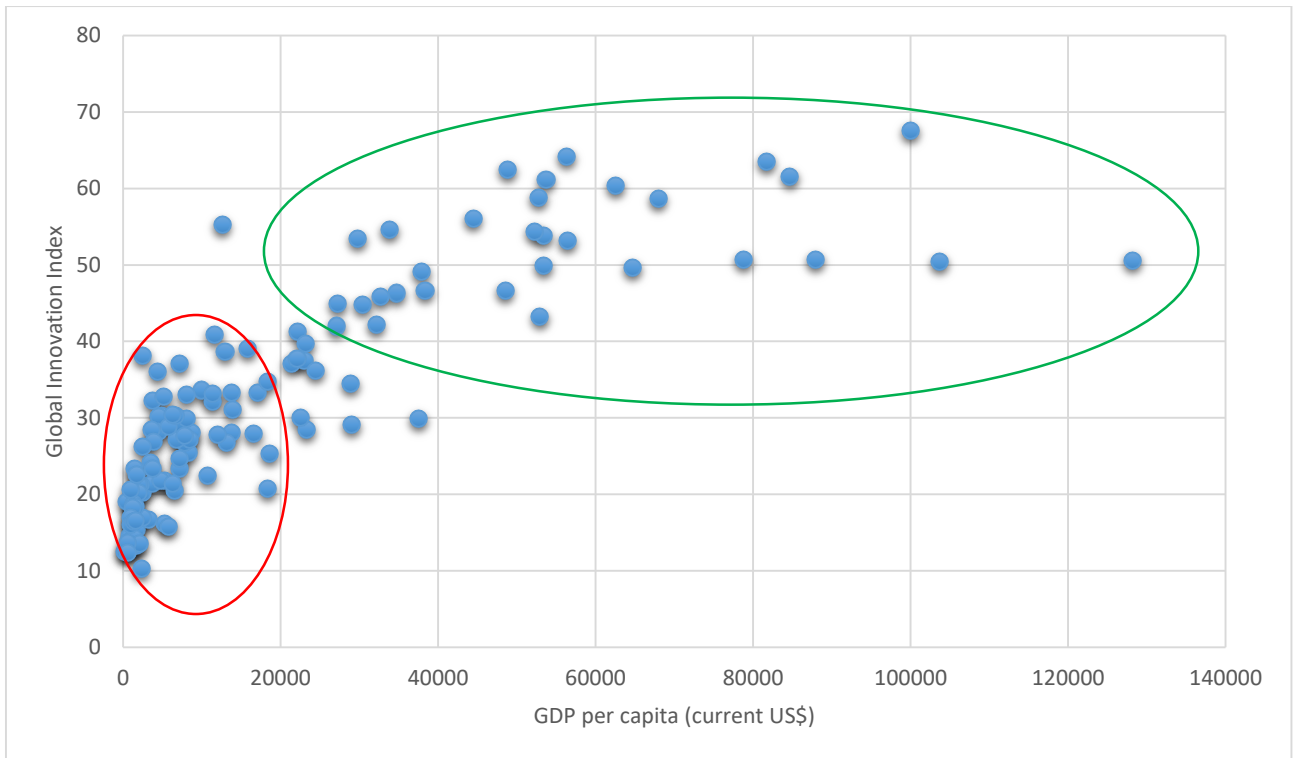


Рис. 3.3. Візуалізація зв'язку між ГІІ та ВВП на душу населення для країн світу, 2023

*Джерело: побудовано автором*

Таким чином, на рис. 3.3 спостерігаємо як загальну тенденцію це лінійний зв'язок (зростання одного супроводжується ростом іншого). Але відзначимо, що все таки присутній певний вигин точок на діаграмі, що характерно для нелінійного характеру взаємозв'язку обраних змінних. Крім того, спостерігаємо на рис. 3.1 велике спучення країн по показнику ВВП на душу населення до 20000 і відповідно по індексу інновацій до значення 40. Далі наявно видно варіації співвідношення значень змінних, зокрема, де при приблизно однакових значеннях ВВП є суттєва різниця в інноваційному розвитку, і навпаки.

Оскільки, попередньо було визначено високе значення коефіцієнта кореляції (табл. 3.1), який описує як раз таки ступінь лінійного зв'язку, то відповідно побудуємо лінійну модель регресії, яка матиме наступний вигляд:

$$y = 0,0005x + 23,229, \quad (1)$$

де  $x$  – GDP per capita;

$y$  – Global Innovation Index.

Коефіцієнт детермінації для побудованої моделі (1) дорівнює 0,6702. Це пояснює те, що зміни значення показника інноваційного розвитку на 67,02% залежать від ВВП на душу населення в країні, а частка інших факторів, що не були задіяні в моделі дорівнює 32,98%.

Серед нелінійних моделей добре описує взаємозв'язок змінних степенева модель, яка має наступний вигляд:

$$y = 2,304x^{0,28}, \quad (2)$$

де  $x$  – GDP per capita;

$y$  – Global Innovation Index.

Розраховано, що коефіцієнт детермінації для нелінійної моделі (2) має значення 0,7807. Таким чином, зміни значення показника інноваційного розвитку на 78,07% залежать від ВВП на душу населення в країні, а частка інших факторів, що не були задіяні в моделі дорівнює 21,93%, якщо зв'язок змінних описано степеневою моделлю.

Побудуємо ще одну нелінійну модель, а саме поліном 2-го ступеня, який з оціненими параметрами матиме такий вид:

$$y = -0,00000001x^2 + 0,00096x + 18,99, \quad (3)$$

де  $x$  – GDP per capita;

$y$  – Global Innovation Index.

Для моделі (3)  $R^2 = 0,7969$ , що є більшим значенням коефіцієнта детермінації, що були розраховані для моделі (1) та (2). Таким чином, зміни значення показника інноваційного розвитку вже 79,69% залежать від ВВП на душу населення в країні, а доля інших факторів, що не були взяті до уваги в моделі дорівнює 20,31%, якщо зв'язок змінних описано поліноміальною моделлю.

Відповідно до розрахунків та порівнюючи результати моделей (1), (2) та (3) можна сказати, що взаємозв'язок між інноваційним та економічним розвитком, що відповідно представлено змінними Global Innovation Index та GDP per capita для сформованої вибірки країн, краще описується за допомогою нелінійних моделей, а саме поліноміальною моделлю.

*Інновації та соціальний розвиток: регресійний аналіз.* На рис. 3.4 продемонстровано співвідношення показників соціального розвитку (Social Progress Index) та індексу інновацій (Global Innovation Index). Крім того, зазначимо, що на рис. 3.4. визначено осередок країн, які трохи відокремлені від інших об'єктів вибірки.

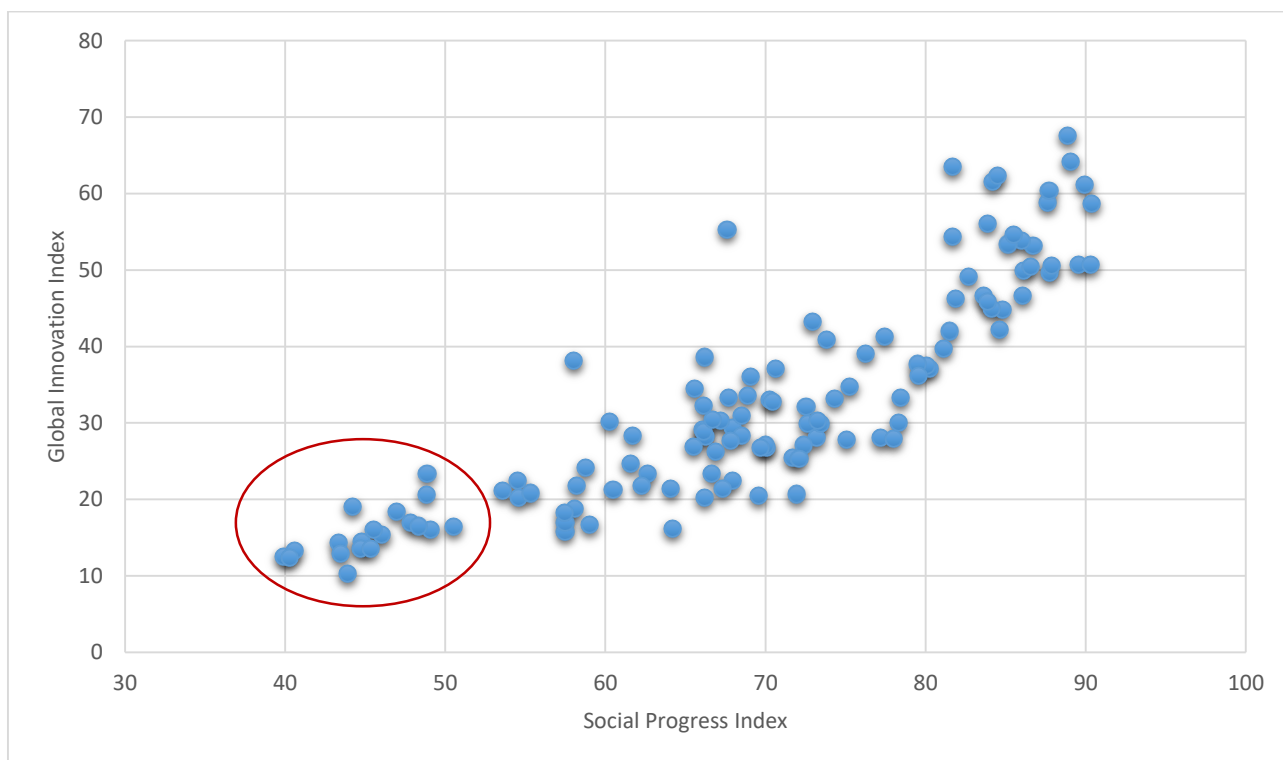


Рис. 3.4. Візуалізація зв'язку між ГІІ та SPI для країн світу, 2023

*Джерело: побудовано автором*

В табл 3.1 отримано високе значення коефіцієнта кореляції ( $r = 0,87$ ) між змінними, що характеризують соціальний та інноваційний розвиток, а тому є необхідність побудувати саме лінійну модель регресії. Отже, використовуючи засоби MS Excel отримуємо модель:

$$y = 0,9001x - 29,346, \quad (4)$$

де  $x$  – Social Progress Index;

$y$  – Global Innovation Index.

Коефіцієнт детермінації для моделі (4) дорівнює 0,7536. Таким чином, зміни значення індексу інновацій на 75,36% залежать від індексу соціального прогресу в країні. На інші фактори, що не були враховані в моделі приходиться 24,64%.

Графічний аналіз (рис. 3.4.) показує, що присутній вигин точок в певній області, що може свідчити про наявність нелінійного характеру зв'язку між інноваційним та соціальним розвитком. Провівши відповідні експерименти з підбору кращої саме нелінійної моделі за допомогою MS Excel, було визначено, що найкраще опише взаємозв'язок даних саме експоненціальна модель. Розрахований коефіцієнт детермінації дорівнює 0,8268, що є більшим значенням в порівнянні зі значенням  $R^2$  лінійною моделі (4). Таке значення  $R^2$  показує, що на 82,68% зміна значення індексу інновацій залежить від індексу соціального прогресу в країні, якщо зв'язок змінних описано експоненціальною моделлю.

Експоненціальна модель, що описує взаємозв'язок між змінними, має такий вигляд:

$$y = 3,8371e^{0,0297x}, \quad (5)$$

де  $x$  – Social Progress Index;

$y$  – Global Innovation Index.

Найкраще взаємозв'язок між інноваційним та соціальним розвитком, використовуючи дані змінних Global Innovation Index та Social Progress Index відповідно для сформованої вибірки країн, описується нелінійною моделлю (експоненціальною), це підтверджує порівняння побудованих моделей (4) та (5).

*Інновації та індекс людського розвитку: кореляційно аналіз.* Кореляційно-регресійний аналіз реалізується на вибірці з 123 країн світу, що мають відмінності рівнем доходу та географічним розміщенням. Зібрано статистичні дані за 2023 рік (WIPO, 2024) та (UNDP, 2024) за показниками:

- 1) Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index – GII);
- 2) Індекс людського розвитку (Human Development Index – HDI);
- 3) Очікувана тривалість життя при народженні в роках (Life expectancy at birth);
- 4) Очікувані роки навчання в роках (Expected years of schooling);
- 5) Середні роки навчання в роках (Mean years of schooling);
- 6) Валовий національний дохід на душу населення, \$ 2017 PPP (GNI per capita).

В Додатку Б представлено статистичні дані, що були зібрані та використовувалися для подальших розрахунків.

Розраховано матрицю кореляції (табл. 3.4) між обраними змінними, які характеризують людський розвиток (індекс та його окремі складові) та індекс інновацій, за допомогою пакету Регресія (Аналіз даних) в MS Excel.

В табл. 3.4 всі коефіцієнти кореляції додатні ( $r > 0$ ), що свідчить про прямий взаємозв'язок між змінними. Таким чином, значення змінних змінюються в одному напрямку, а саме зростання однієї призводить до збільшення іншої. А оскільки всі коефіцієнти кореляції мають значення більше 0,7, то це свідчить про сильний ступінь тісноти зв'язку.

Таблиця 3.4

### Кореляційна матриця

Змінні	Global Innovation Index	Human Development Index	Life expectancy at birth	Expected years of schooling	Mean years of schooling	GNI per capita
Global Innovation Index	1	0,845	0,804	0,759	0,732	0,859
Human Development Index	0,845	1	0,910	0,898	0,908	0,843
Life expectancy at birth	0,804	0,910	1	0,805	0,718	0,789
Expected years of schooling	0,759	0,898	0,805	1	0,760	0,743
Mean years of schooling	0,732	0,908	0,718	0,760	1	0,699
GNI per capita	0,859	0,843	0,789	0,743	0,699	1

Джерело: розраховано автором

На рис. 3.5 візуалізація співвідношення індексу людського розвитку (Human Development Index) та індексу інновацій (Global Innovation Index) з розподілом за рівнем доходу країн. В даному випадку як і з індексом соціального прогресу відсутня поступова тенденція зростання рівня доходу країн від низького до високого і ми бачимо відповідні варіації. Наприклад, маючи дохід нижче середнього, наприклад Індія, країна характеризується середнім значенням рівня людського розвитку та більшим індексом інновацій, що притаманний для групи країн Lower middle income.

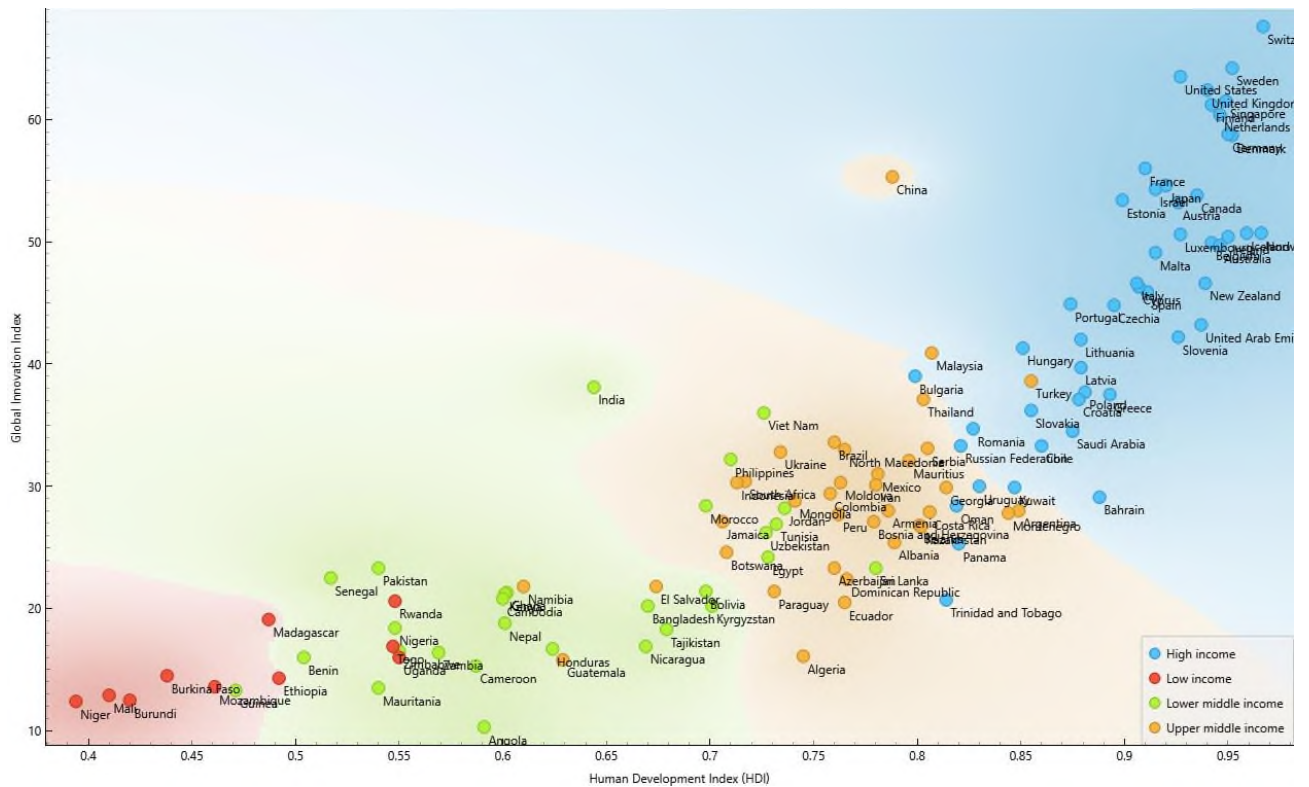


Рис. 3.5. Візуалізація зв'язку між ГІІ та HDI з розподілом за рівнем доходу країн, 2023

Джерело: побудовано автором в Orange Data Mining

### 3.3. КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ

Кластерний аналіз передбачає застосування процедури кластеризації, тобто групування об'єктів за ознаками в однорідні групи (кластери). Формування кластерів реалізується таким чином, що всередині них знаходяться більш схожі об'єкти, в порівнянні з іншими. Такий метод аналізу даних має свої переваги, зокрема, перед класифікацією, бо не передбачає наявності цільових значень.

Широко використовуються 3 методи кластеризації: методом k-середніх (k-means); методом DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise); ієрархічна кластеризація. (Romesburg, 2004)

Реалізуємо алгоритми кластеризації методом k-середніх та ієрархічної на основі сформованої вибірки (123 країни) та використовуючи статистичні дані показників за 2023 рік інноваційного та соціально-економічного розвитку країн (Додаток А та Додаток Б), а саме:

- 1) Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index – GII);
- 2) ВВП на душу населення в поточних доларах США (GDP per capita);
- 3) Індекс соціального прогресу (Social Progress Index – SPI);
- 4) Індекс людського розвитку (Human Development Index – HDI).

Це дозволить виявити однорідні групи (кластери) країн за обраними ознаками, що характеризують схожими показниками інновацій та соціально-економічний розвиток.

Поставлене завдання з кластеризації вибірки країн реалізоване за допомогою пакету Orange Data Mining (Orange Data Mining, 2024), що є у вільному доступі для завантаження. На рис. 3.6. показано послідовність кроків для виконання кластеризації в Orange Data Mining.

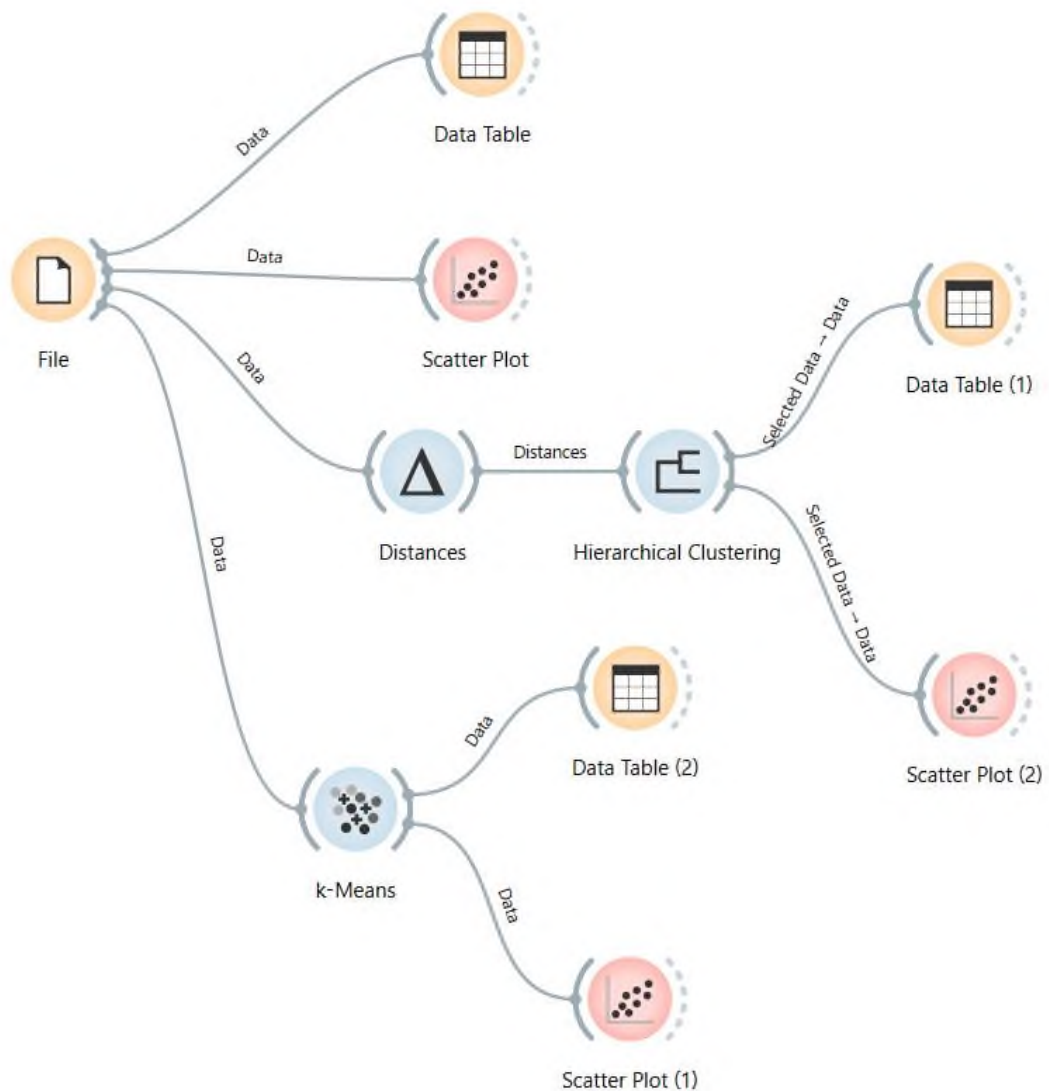


Рис. 3.6. Схема реалізації кластеризації в Orange Data Mining

Джерело: побудовано автором в Orange Data Mining

Схему (рис.3.6) створено з віджетів, які мають певні пояснення щодо своїх функцій:

File – завантаження файлу з даних (книга MS Excel);

Data Table – відображення даних в таблиці;

Scatter Plot – побудова діаграми розсіювання;

Distances – визначення метрики для розрахунку відстані між об'єктами та формування матриці, що показує ці відстані між кожною парою країн у вибірці;

k-Means – кластеризація методом k-середніх;

Hierarchical Clustering – побудова моделі ієрархічної кластеризації.

На рис. 3.7 показано результат завантаження файлу з даними та певні статистичні дані по вибірці, зокрема, кількість об'єктів (123 країни), 4 змінні, що мають числовий тип даних та 1 змінна як мітка (назви країн).

	Country Name	Global Innovation Index	GDP per capita (current prices)	Social Progress Index	Human Development Index
1	Albania	25.4	8367.78	71.70	0.789
2	Algeria	16.1	5260.21	64.22	0.745
3	Angola	10.3	2309.52	43.90	0.591
4	Argentina	28.0	13730.5	77.19	0.849
5	Armenia	28.0	8715.77	73.21	0.786
6	Australia	49.7	64711.8	87.77	0.946
7	Austria	53.2	56506	86.73	0.926
8	Azerbaijan	23.3	7155.08	62.67	0.760
9	Bahrain	29.1	29084.3	66.10	0.888
10	Bangladesh	20.2	2529.08	54.60	0.670
11	Belarus	26.8	7829.05	70.09	0.801
12	Belgium	49.9	53475.3	86.13	0.942
13	Benin	16.0	1434.66	49.08	0.504
14	Bolivia	21.4	3700.98	64.11	0.698
15	Bosnia and Her...	27.1	8426.09	70.01	0.779
16	Botswana	24.6	7249.8	61.57	0.708
17	Brazil	33.6	10043.6	68.90	0.760
18	Bulgaria	39.0	15797.6	76.25	0.799
19	Burkina Faso	14.5	874.121	44.75	0.438
20	Burundi	12.5	199.581	39.90	0.420
21	Cambodia	20.8	1875.07	55.36	0.600
22	Cameroon	15.3	1673.65	46.05	0.587

Рис. 3.7. Запуск віджету Data Table

Джерело: сформовано автором в Orange Data Mining

Найчастіше використовується евклідова відстань (Euclidean (нормалізована)) як метрика для розрахунку відстані між об'єктами, саме тому її було обрано під час нашої кластеризації. На рис. 3.8 це зафіксовано та представлено фрагмент матриці відстаней.

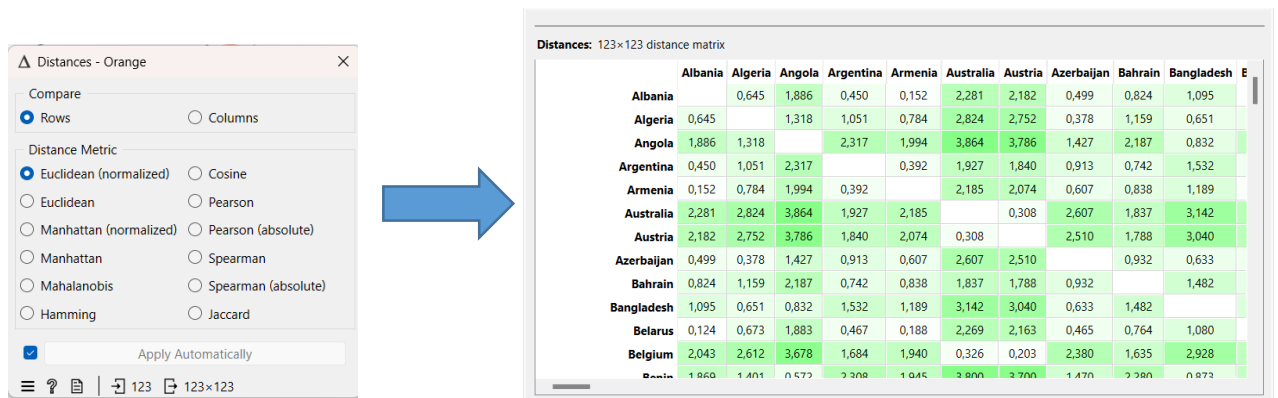


Рис. 3.8. Запуск віджету Distances та фрагмент матриці відстаней (як результат)

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Щодо відстані між кластерами, то також може визначатися по різному може обчислюватися за різними метриками. Нами використано метод Ворда (Ward's linkage), що показано рис. 3.9.

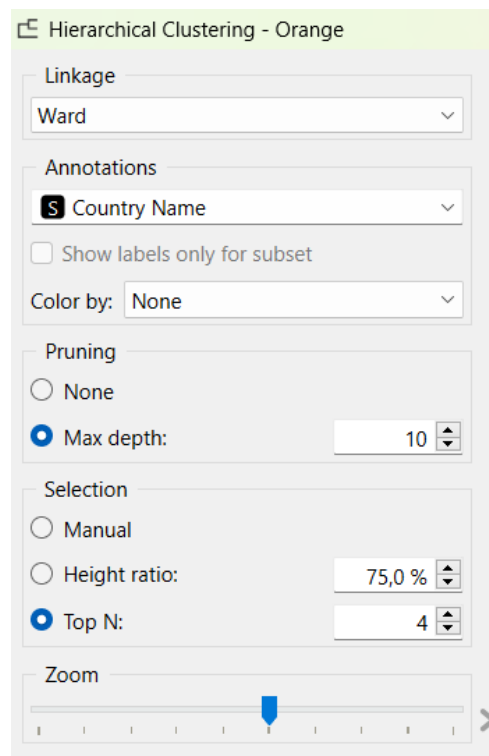


Рис. 3.9. Запуск віджету Hierarchical Clustering в Orange Data Mining

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Ієрархічна кластеризація передбачає побудову дендрограми, яка дозволяє визначити оптимальну кількість кластерів. Запустивши віджет Hierarchical Clustering побудовано також дендрограму (рис. 3.10).

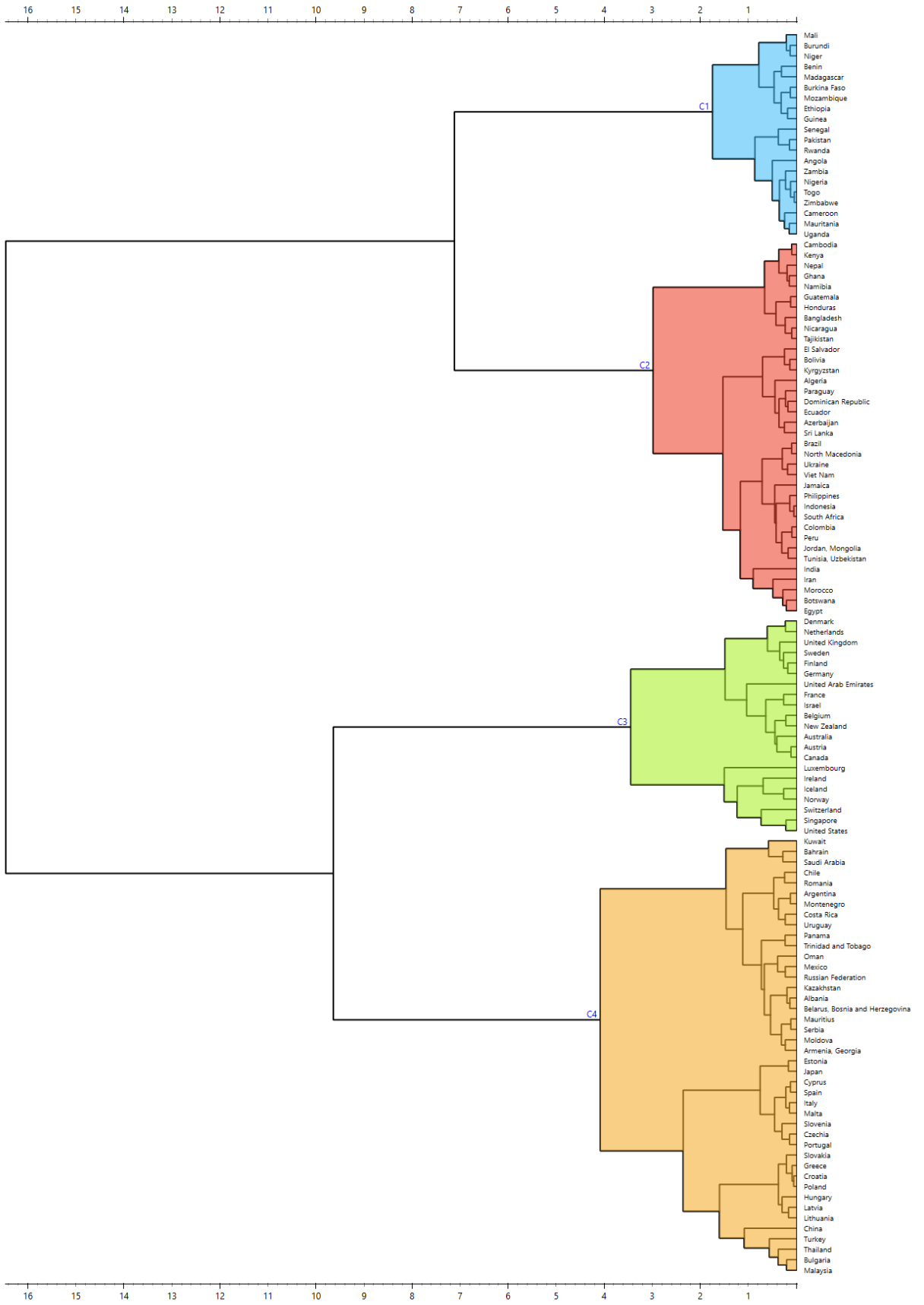


Рис. 3.10. Дендрограма отримана методом ієрархічної кластеризації  
 Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Побудуємо діаграму за результатами ієрархічної кластеризації, де буде показано розподіл на кластери та за основу обрані пари змінних, наприклад, ВВП на душу населення та глобальний індекс інновацій. Запуск віджету Scatter Plot(2) та його налаштування будувє діаграму розсіювання (рис. 3.11).

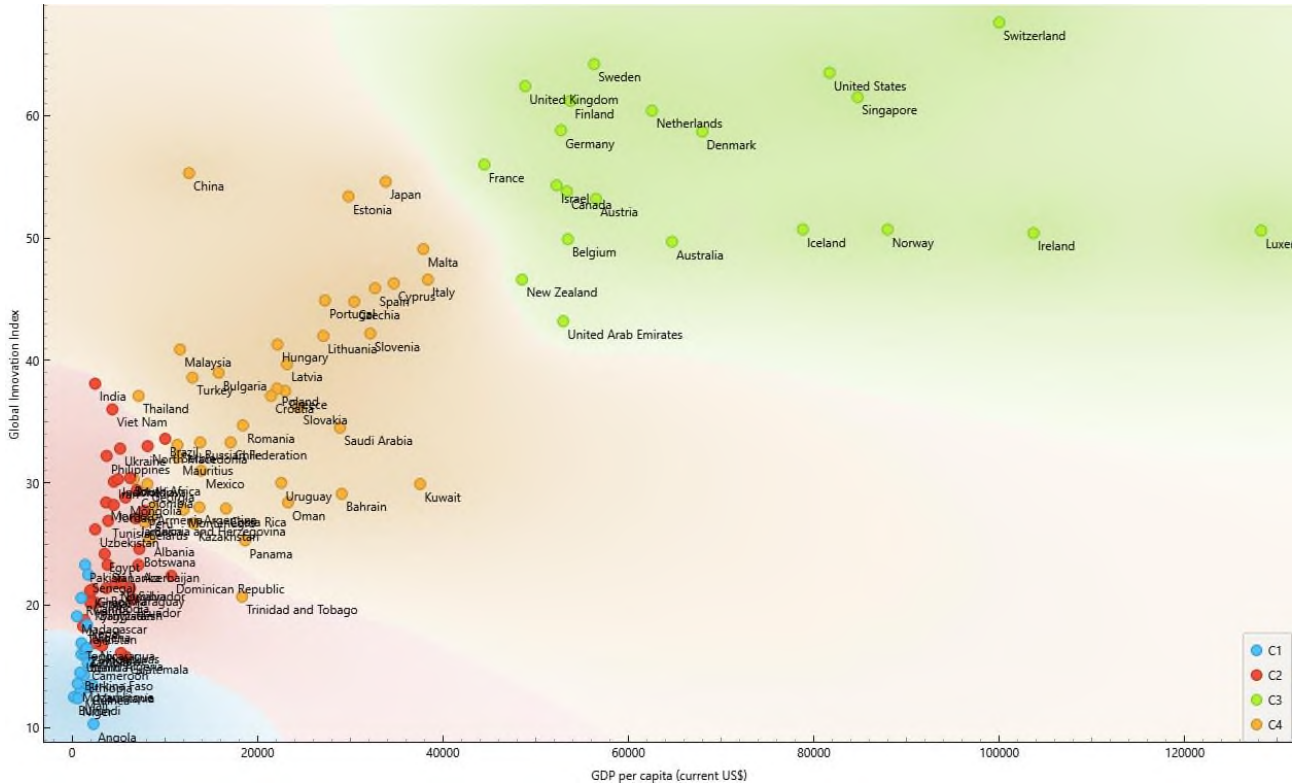


Рис. 3.11. Діаграма розсіювання для ієрархічної кластеризації

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Використовуючи віджет k-Means проведемо експерименти щодо кількості кластерів (від 2 до 10). Для визначення оптимального числа кластерів розраховується силуетний коефіцієнт (Silhouette coefficient), який оцінює схожість об'єктів в своєму кластері, в порівнянні з іншими кластерами. Числове значення знаходиться в границях від -1 до +1, де ближчі значення до 1 вказують на кращу кластеризацію. (Romesburg, 2004)

Запуск віджету k-Means із значеннями k від 2 до 9 та значення силуетних коефіцієнтів для різної кількості кластерів показано на рис. 3.12.

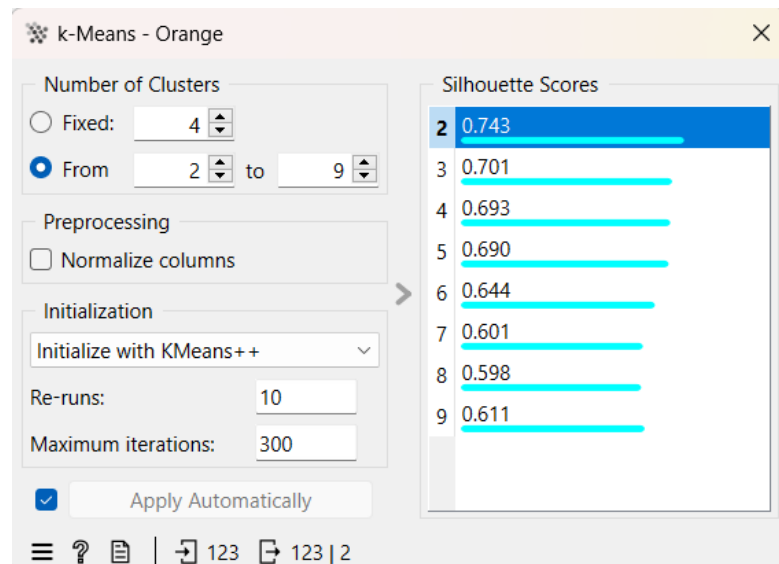


Рис. 3.12. Запуск віджету  $k$ -Means із значеннями  $k$  від 2 до 9

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Оскільки, силуетний коефіцієнт найбільший для  $k=2$ , то отримуємо два кластери з середніми характеристиками, що показані на рис. 3.13.

Cluster	Silhouette	bal Innovation In	er capita (current	ocial Progress Ind	Development Ind
C1	0.665937	55.590	68267.2	86.17	0.94176
C2	0.707099	27.961	10729.2	65.3524	0.72599

Рис. 3.13. Результат кластеризації методом  $k$ -Means із значенням  $k=2$

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Якщо задати фіксовану кількість кластерів ( $k=4$ ), як при ієрархічній кластеризації, то отримуємо наступні результати кластеризації, що представлені на рис. 3.14.

Cluster	Silhouette	bal Innovation In	r capita (curre	Social Progress Index	Development Inde
C1	0.654677	38.196	26580.8	78.5958	0.87135
C2	0.704077	24.459	5306.31	60.8217	0.67626
C3	0.641553	56.429	95020.2	87.0157	0.94929
C4	0.696282	55.171	54890.7	85.7471	0.938

Рис. 3.14. Результат кластеризації методом  $k$ -Means із значеннями  $k=4$

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Побудуємо діаграму за результатами кластеризації методом  $k$ -Means ( $k=4$ ), де буде показано розподіл на кластери та за основу обрані пари змінних,

наприклад, ВВП на душу населення та глобальний індекс інновацій. Запуск віджету Scatter Plot(1) та його налаштування буде діаграму розсіювання (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Діаграма розсіювання кластеризації методом k-Means ( $k=4$ )

Джерело: створено автором в Orange Data Mining

Таким чином, застосовано метод k-середніх для кластеризації та сформовано 2 кластери (за більшим значенням значення силуетного коефіцієнта) і 4 кластери, що було обрано як фіксована їх кількість. Кластери характеризуються середніми величинами відповідних змінних.

Перспективним напрямком дослідження є перевірка в сформованих кластерах взаємозв'язку між інноваційним та соціально-економічним розвитком.

## ВИСНОВКИ

Поняття інновації поступово розвивалося і набуло особливого значення у різних сферах життя та діяльності суспільства, включаючи науку, медицину, технології, бізнес, мистецтво та культуру. Інновації відіграють ключову роль у в соціально-економічному розвитку сучасного суспільства. Інноваційні рішення можуть бути різноманітними, включаючи нові продукти, послуги, процеси, ринки та бізнес-моделі.

В Україні та світі інновації активно впроваджуються, але звичайно відрізняються швидкістю руху. В Україні, зокрема, активно розвиваються сектори, пов'язані з технологіями, енергоефективністю, бізнесом, освітою та медициною, що направлено на забезпечення зростання економіки та підвищення якості життя. Зокрема, відзначимо запровадження та вдосконалення медичної інформаційної система Helsi, використання 3D-технології (3D-друку) та штучний інтелект для бізнесу та освіти.

Аналіз рейтингів країн за різними індексами інноваційного розвитку дає можливість оцінити рівень активності та ефективності впровадження інновацій з різних сторін, а також вивчити досвід інших країн, які мають високі досягнення в даному напрямку. Глобальний індекс інновацій є одним з основних та характеризує інноваційні можливості країн, їхні досягнення в даній сфері за для забезпечення конкурентоспроможності. Індекс включає 80 показників по 7 напрямках. Загалом Україна підвищила свій рейтинг по індексу інновацій в 2023 році в порівнянні з 2022 роком, перейшовши з 57 місця на 55, навіть незважаючи на повномасштабну війну в країні.

ВВП є основним показником, що демонструє економічний розвиток країни та активно досліджується науковцями, це видно з представленого огляду публікацій в роботі, що присвячені вивченню даного питання. Графічний аналіз світового рівня ВВП на душу населення показав його зростання за часовий період, що розглядається.

Показником, що демонструє рівень забезпеченості країнами соціальних та екологічних потреб населення є індекс соціального прогресу. Україна має високе місце у рейтингу країн за індексом соціального прогресу. В 2023 році  $SPI=70,47$ , а місце в рейтингу 59 (зі 170 країн). Такі високі рейтинги обумовлені рядом чинників.

Індекс людського розвитку поєднує в собі дві сторони розвитку населення країни, а саме економічну та соціальну. В Україні HDI за даними 2023 року дорівнює 0,734, що відносить до країн з високим рівнем людського розвитку, а в рейтингу займає 100 місце зі 193 країн.

Питання взаємозв'язку інноваційного та соціально-економічного розвитку є популярним в наукових колах, саме тому представлено аналіз досліджень та публікацій за даною тематикою.

Проведено кореляційно-регресійний аналіз для виявленні та моделюванні взаємозв'язків в сформовані системі змінних, які відображають рівень інноваційного та соціально-економічного розвитку.

Сформовано вибірку з 123 країн світу, що відрізняються рівнем доходу та географічною приналежністю, рівнем соціального прогресу. Зібрано статистичні дані за 2023 рік за показниками Глобального індексу інновацій, ВВП на душу населення в поточних доларах США та Індексу соціального прогресу. Розраховано матрицю кореляції, де всі коефіцієнти кореляції додатні, що свідчить про прямий зв'язок (зростання однієї призводить до збільшення іншої), а ступінь тісноти зв'язку оцінено як сильну.

Проведено розподіл сформованої вибірки на 4 групи за рівнем доходу країн, де для кожної групи окремо розрахований коефіцієнт кореляції між індексом інновацій та ВВП на душу населення, а також індексом інновацій та індексом соціального прогресу. Значення коефіцієнтів кореляції в групах країн також додатні, але присутня варіація ступені тісноти зв'язку. Проведено графічний аналіз, де візуалізовано значення відповідних змінних для вибірки країн з розподілом за рівнем доходу.

Проведено регресійний аналіз, де в результаті було виявлено взаємозв'язок між інноваційним та економічним розвитком, що відповідно представлені змінними Global Innovation Index та GDP per capita для сформованої вибірки країн, який краще описується за допомогою нелінійних моделей, а саме поліноміальною моделлю. А взаємозв'язок між інноваційним та соціальним розвитком, використовуючи дані Global Innovation Index та Social Progress Index відповідно для сформованої вибірки країн, описується нелінійною моделлю (експоненціальною).

Проведено кореляційний аналіз інноваційного та людського розвитку, де виявлено прямий тісний зв'язок між загальним індексом людського розвитку та його окремими складовими.

Проведено кластерний аналіз сформованої вибірки (123 країни) методом k-середніх та ієрархічної кластеризації за допомогою пакету Orange Data Mining. Таким чином, за результатами ієрархічної кластеризації сформовано 4 кластери, всередині яких знаходяться країни, що схожі за індексами інноваційного та соціально-економічного розвитку. Застосовуючи методом k-середніх для кластеризації сформовано 2 кластери (за більшим значенням значення силуетного коефіцієнта) та 4 кластери, що було обрано як фіксована їх кількість. Що також свідчить про формування однорідних груп країн за показниками інноваційного та соціально-економічного розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маслюківська, А. (2013). Інноваційна теорія Йозефа Шумпетера: від класичного визначення поняття "інновація" до сучасного розуміння інноваційних ідей. *Економіка*, 145/2013, 59-61.  
Maslyukivska, A. (2013). Joseph Schumpeter's innovation theory: from the classical definition of the concept of "innovation" to the modern understanding of innovative ideas. *Economics*, 145/2013, 59-61.
2. Бажал, Ю. М. (1996). Економічна теорія технологічних змін : навч. посібн. Київ: Заповіт.  
Bazhal, Yu. M. (1996). Economic theory of technological change: a textbook. Kyiv: Zapovit.
3. Євтушевський, В. А. (2006). Управління інноваціями в сучасній організації. Київ : Нічлава.  
Yevtushevsky, V. A. (2006). Innovation management in a modern organization. Kyiv: Nichlava.
4. П'ятницька, Г. Т. (2013). Інноваційний розвиток організацій: невід'ємні складові та чинники впливу. *Маркетинг і менеджмент інновацій*, 3, 76-91  
P'yatnytska, G. T. (2013). Innovative development of organizations: integral components and factors of influence. *Marketing and management of innovations*, 3. 76-91
5. Дія. (2024). Великий гід по Helsi: як зареєструватись і чим може допомогти. Retrieved from <https://bf.diia.gov.ua/articles/velikij-gid-po-helsi-yak-zareyestruvatis-i-chim-mozhe-dopomogti>
6. Diya. (2024). The big guide to Helsi: how to register and how it can help. Retrieved from <https://bf.diia.gov.ua/articles/velikij-gid-po-helsi-yak-zareyestruvatis-i-chim-mozhe-dopomogti>
7. 3D Tech ADDtive. (2024). 3D printing in medicine. Retrieved from <https://addtive.com.ua/3d-druk-v-medytyni/>

8. Смерека, Є. (2023). Штучний інтелект для бізнесу: які завдання здатен вирішувати та в яких галузях допомагає. Retrieved from <https://mind.ua/publications/20254126-shtuchnij-intelekt-dlya-biznesu-yaki-zavdannya-zdaten-virishuvati-ta-v-yakih-galuzyah-dopomagaє>  
Smereka, E. (2023). Artificial intelligence for business: what tasks can it solve and in what industries does it help. Retrieved from <https://mind.ua/publications/20254126-shtuchnij-intelekt-dlya-biznesu-yaki-zavdannya-zdaten-virishuvati-ta-v-yakih-galuzyah-dopomagaє>
9. Gartner. (2023). Retrieved from <https://www.gartner.com/en>
10. Harvard Business Review. (2016). Retrieved from <https://hbr.org/2016/06/why-salespeople-need-to-develop-machine-intelligence>
11. Haefner, N., Wincent, J., Parida, V., Gassmann, O. (2021). Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120392, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120392>
12. Guan, C., Mou, J., Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
13. Tan, S. (2023). Harnessing Artificial Intelligence for Innovation in Education. In: *Learning Intelligence: Innovative and Digital Transformative Learning Strategies*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-9201-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-19-9201-8_8)
14. European Innovation Scoreboard. (2024). Retrieved from [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en)
15. Писаренко, Т.В., Куранда, Т.К. та ін. (2024). Наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність в Україні у 2023 році: науково-аналітична доповідь. Київ: УкрІНТЕІ.  
Pysarenko, T.V., Kuranda, T.K. et al. (2024). Scientific, scientific-technical and innovative activity in Ukraine in 2023: scientific-analytical report. Kyiv: UkrINTEI.

16. Ліскевич, О., Ліскевич, Р., & Обельовська, К. (2024). Аналіз цифрової інфраструктури за даними Індексу цифрової економіки та суспільства DESI 2023. *Цифрова економіка та економічна безпека*, 1(10), 137-140. <https://doi.org/10.32782/dees.10-24>
17. Liskevich, O., Liskevich, R., & Obelovska, K. (2024). Analysis of digital infrastructure according to the Digital Economy and Society Index DESI 2023. *Digital Economy and Economic Security*, 1(10), 137-140. <https://doi.org/10.32782/dees.10-24>
18. StartupBlink. (2024). Retrieved from <https://www.startupblink.com/>
19. The World Intellectual Property Organization (WIPO). (2024). Retrieved from <https://www.wipo.int/portal/en/>
20. Лозинська, С.І. (2011). Сутність і роль ВВП для економічного зростання. *Торгівля, комерція, підприємництво*, 49-52.  
Lozynska, S.I. (2011). The essence and role of GDP for economic growth. *Trade, Commerce, Entrepreneurship*, 49-52.
21. Golinelli, R., Parigi, G. (2014). Tracking world trade and GDP in real time. *International Journal of Forecasting*, 30 (4), 847-862.
22. Elnure, S. (2021). Dinamic model of Gross Domestic Product two controls. *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 366-374.
23. Dwarakanath, G.V., Shivakumara, T. (2022). World's GDP prediction using machine learning. *Journal of Positive School Psychology*, 1039-1047.
24. Хаєцька, О. П., Вертелецький, М. В. (2018). Аналіз динаміки ВВП України та інших країн світу. *Журнал "Ефективна економіка"*.  
Khaetska, O. P., Verteletsky, M. V. (2018). Analysis of GDP dynamics of Ukraine and other countries of the world. *Journal "Effective Economy"*.
25. Томашевська, А. В., Смиковчук, Т. В. (2018). Рівень ВВП України: аналіз та динаміка розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*, 90-94.

- Tomashevskaya, A. V., Smykovchuk, T. V. (2018). The level of GDP of Ukraine: analysis and dynamics of development. *Scientific Bulletin of Uzhgorod National University. Series: International Economic Relations and World Economy*, 90-94.
26. Наукова, М. А., Гончарук, Н. С. (2020). Прогнозування економічного розвитку України. *Економічний простір*, 129-134.
- Naukova, M. A., Goncharuk, N. S. (2020). Forecasting the economic development of Ukraine. *Economic Space*, 129-134.
27. Луняк, І. В., & Столетова, І. Г. (2023). Аналіз динаміки ВВП України та Європи. *Академічні візії*, (20). Retrieved from <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/499>
- Lunyak, I. V., & Stoletova, I. G. (2023). Analysis of GDP dynamics of Ukraine and Europe. *Academic Visions*, (20). Retrieved from <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/499>
28. World Bank. (2024). Retrieved from <https://data.worldbank.org/>
29. Social Progress Imperative. (2024). Retrieved from <https://www.socialprogress.org/social-progress-index>
30. Урядовий портал. Кабінет міністрів України (2024). Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/news/ukrayina-za-dva-roki-pidnyalas-na-32-poziciyi-v-globalnomu-rejtingu-za-indeksom-socialnogo-progresu-minsocpolitiki>
- Government portal. Cabinet of Ministers of Ukraine (2024). Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/news/ukrayina-za-dva-roki-pidnyalas-na-32-poziciyi-v-globalnomu-rejtingu-za-indeksom-socialnogo-progresu-minsocpolitiki>
31. Sagar, A. D., Najam, A. (1998). The human development index: a critical review. *Ecological economics*, 25 (3), 249-264.
32. Gulcemal, T. (2020). Effect of human development index on GDP for developing countries: A panel data analysis. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 7 (4), 338-345.

33. Alijanzadeh, M., Asefzadeh, S., Moosaniaye, Z. S. A. (2016). Correlation between human development index and infant mortality rate worldwide. *Biotechnology and health sciences*, 3 (1).
34. Mirahmadizadeh A., Ghelichi-Ghojogh M., Vali M., Jokari K., Ghaem H., et al. (2022). Correlation between human development index and its components with COVID-19 indices: a global level ecologic study. *BMC Public Health*, 22 (1), 1549.
35. UNDP. (2024). Retrieved from <https://www.undp.org/uk/ukraine/press-releases/ukrayina-zalyshayetsya-krayinoyu-z-vysokym-indeksom-lyudskoho-rozvytku-zvit-undp>
36. Cameron, G. (1996). Innovation and economic growth. London School of Economics and Political Science. Centre for Economic Performance.
37. Bilbao-Osorio, B., Rodríguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, 35 (4), 434-455, <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x>
38. Jinghao Ma, Yujie Shang, Zhenghan Liang. (2024). National central cities, technological innovation, and economic growth. *Finance Research Letters*, 67, Part B. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105890>
39. Pradhan, R. P., Arvin M. B., Nair M., Bennett S. E. (2020). The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the Eurozone countries. *Journal of Policy Modeling*, 42 (5), 1106-1122.
40. Капінус, Ю.І. (2015). Роль інновацій у соціально-економічному розвитку України. *Економіка. Управління. Інновації. Серія: Економічні науки*.  
Karpinus, Y.I. (2015). The role of innovations in the socio-economic development of Ukraine. *Economics. Management. Innovations. Series: Economic Sciences*.
41. Смесова, В.Л., Федорова, Н.Є., Побива, В.О. (2020). Інновації як основа соціально-економічного розвитку країн світу. Видавничий дім «Гельветика».

- Smesova, V.L., Fedorova, N.E., Pobyva, V.O. (2020). Innovations as the basis of socio-economic development of countries around the world. Helvetica Publishing House.
42. Таргоній, І. М. (2023). Інновації у банківській системі: значення та класифікація. Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність: *матеріали II Міжнародної наукової конференції*, м.Луцьк, 3 березня, 2023 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа.
- Targonii, I.M. (2023). Innovations in the banking system: meaning and classification. A comprehensive approach to the modernization of science: methods, models and multidisciplinary: materials of the II International Scientific Conference, Lutsk, March 3, 2023 / International Center for Scientific Research. Vinnytsia: European Science Platform.
43. Sutrisno, S., Kuraesin, A. D., Siminto, S., Irawansyah, I., & Almaududi Ausat, A. M. (2023). The Role of Information Technology in Driving Innovation and Entrepreneurial Business Growth. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 586-597. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12463>
44. Руська, Р. В. (2012). Економетрика : навчальний посібник. Тернопіль: Тайп. Ruska, R. V. (2012). Econometrics: a textbook. Ternopil: Typ.
45. Romesburg, C. (2004). Cluster Analysis for Researchers. Morrisville, North Carolina: Lulu.com.
46. Orange Data Mining. (2024). Retrieved from <https://orangedatamining.com/>

## ДОДАТКИ

## Додаток А

№	Country Name	Income Group	Region	Tier Social Progress	Global Innovation Index	GDP per capita (current US\$)	Social Progress Index
1	Albania	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	25,4	8367,775731	71,7
2	Algeria	Upper middle income	Middle East & North Africa	Tier 4	16,1	5260,20625	64,22
3	Angola	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	10,3	2309,52162	43,9
4	Argentina	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 2	28	13730,51471	77,19
5	Armenia	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	28	8715,765336	73,21
6	Australia	High income	East Asia & Pacific	Tier 1	49,7	64711,7656	87,77
7	Austria	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	53,2	56505,96828	86,73
8	Azerbaijan	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 4	23,3	7155,083604	62,67
9	Bahrain	High income	Middle East & North Africa	Tier 3	29,1	29084,30713	66,1
10	Bangladesh	Lower middle income	South Asia	Tier 4	20,2	2529,080127	54,6
11	Belarus	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	26,8	7829,053137	70,09
12	Belgium	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	49,9	53475,2935	86,13
13	Benin	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	16	1434,662834	49,08
14	Bolivia	Lower middle income	Latin America & Caribbean	Tier 4	21,4	3700,978338	64,11
15	Bosnia and Herzegovina	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	27,1	8426,09111	70,01
16	Botswana	Upper middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 4	24,6	7249,799326	61,57
17	Brazil	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	33,6	10043,62392	68,9
18	Bulgaria	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	39	15797,59558	76,25
19	Burkina Faso	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	14,5	874,1212804	44,75
20	Burundi	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 6	12,5	199,5807602	39,9
21	Cambodia	Lower middle income	East Asia & Pacific	Tier 4	20,8	1875,071482	55,36
22	Cameroon	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	15,3	1673,648889	46,05
23	Canada	High income	North America	Tier 1	53,8	53371,69743	86
24	Chile	High income	Latin America & Caribbean	Tier 2	33,3	17093,24197	78,43
25	China	Upper middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	55,3	12614,06099	67,61
26	Colombia	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	29,4	6979,725135	67,97
27	Costa Rica	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 2	27,9	16595,37038	78,03
28	Croatia	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	37,1	21459,78478	80,25
29	Cyprus	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	46,3	34701,44141	81,88
30	Czechia	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	44,8	30427,42347	84,82
31	Denmark	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	58,7	67967,38187	90,38
32	Dominican Republic	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	22,4	10716,01336	67,92
33	Ecuador	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	20,5	6533,351504	69,56
34	Egypt	Lower middle income	Middle East & North Africa	Tier 4	24,2	3512,580065	58,77
35	El Salvador	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 4	21,8	5344,214394	62,25
36	Estonia	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	53,4	29823,74961	85,17
37	Ethiopia	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	14,3	1293,778008	43,33
38	Finland	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	61,2	53755,91174	89,96
39	France	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	56	44460,81785	83,88
40	Georgia	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	29,9	8120,363443	72,62
41	Germany	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	58,8	52745,75571	87,64
42	Ghana	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 4	21,3	2238,158021	60,5
43	Greece	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	37,5	22990,01357	80,09
44	Guatemala	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 4	15,8	5797,521596	57,5
45	Guinea	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 6	13,3	1663,937807	40,61
46	Honduras	Lower middle income	Latin America & Caribbean	Tier 4	16,7	3247,231055	59,01
47	Hungary	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	41,3	22147,20973	77,47
48	Iceland	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	50,7	78811,05839	89,57
49	India	Lower middle income	South Asia	Tier 4	38,1	2484,845429	58,06
50	Indonesia	Upper middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	30,3	4940,549805	67,22
51	Iran	Upper middle income	Middle East & North Africa	Tier 4	30,1	4502,546329	60,3
52	Ireland	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	50,4	103684,8808	86,57
53	Israel	High income	Middle East & North Africa	Tier 2	54,3	52261,67615	81,68
54	Italy	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	46,6	38373,16605	83,61
55	Jamaica	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 2	27,1	6874,200284	72,36
56	Japan	High income	East Asia & Pacific	Tier 1	54,6	33834,39211	85,52
57	Jordan	Lower middle income	Middle East & North Africa	Tier 3	28,2	4482,086026	66,27
58	Kazakhstan	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	26,7	13136,62291	69,73
59	Kenya	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 4	21,2	1949,898969	53,62
60	Kuwait	High income	Middle East & North Africa	Tier 2	29,9	37533,21772	73,44
61	Kyrgyzstan	Lower middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	20,2	1969,866481	66,2
62	Latvia	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	39,7	23184,31167	81,12
63	Lithuania	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	42	27102,78153	81,51
64	Luxembourg	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	50,6	128259,4026	87,86
65	Madagascar	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	19,1	528,6501548	44,21
66	Malaysia	Upper middle income	East Asia & Pacific	Tier 2	40,9	11648,67416	73,83
67	Mali	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	12,9	897,4486703	43,46
68	Malta	High income	Middle East & North Africa	Tier 2	49,1	37882,26519	82,68
69	Mauritania	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	13,5	2149,414087	44,74

70	Mauritius	Upper middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 2	32,1	11416,85899	72,54
71	Mexico	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	31	13926,11362	68,49
72	Mongolia	Upper middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	28,8	5764,802813	66,15
73	Montenegro	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	27,8	12016,90742	75,08
74	Morocco	Lower middle income	Middle East & North Africa	Tier 4	28,4	3672,112305	61,71
75	Mozambique	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	13,6	608,4427076	45,32
76	Namibia	Upper middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 4	21,8	4742,783827	58,21
77	Nepal	Lower middle income	South Asia	Tier 4	18,8	1324,031984	58,1
78	Netherlands	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	60,4	62536,73203	87,73
79	New Zealand	High income	East Asia & Pacific	Tier 1	46,6	48527,82892	86,06
80	Nicaragua	Lower middle income	Latin America & Caribbean	Tier 4	16,9	2530,291072	57,49
81	Niger	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 6	12,4	618,287229	40,29
82	Nigeria	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	18,4	1621,123515	46,97
83	North Macedonia	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	33	8146,467975	70,24
84	Norway	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	50,7	87961,78061	90,32
85	Oman	High income	Middle East & North Africa	Tier 3	28,4	23295,32996	68,52
86	Pakistan	Lower middle income	South Asia	Tier 5	23,3	1407,021351	48,87
87	Panama	High income	Latin America & Caribbean	Tier 2	25,3	18661,76733	72,1
88	Paraguay	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	21,4	6260,455191	67,34
89	Peru	Upper middle income	Latin America & Caribbean	Tier 3	27,7	7789,870975	67,81
90	Philippines	Lower middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	32,2	3725,551205	66,16
91	Poland	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	37,7	22112,86157	79,53
92	Portugal	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	44,9	27275,11155	84,1
93	Moldova	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	30,3	6650,647957	73,24
94	Romania	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	34,7	18419,41871	75,24
95	Russian Federation	High income	Europe & Central Asia	Tier 3	33,3	13817,0459	67,68
96	Rwanda	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	20,6	1000,218923	48,82
97	Saudi Arabia	High income	Middle East & North Africa	Tier 3	34,5	28894,96335	65,58
98	Senegal	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 4	22,5	1745,972068	54,53
99	Serbia	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 2	33,1	11360,95951	74,32
100	Singapore	High income	East Asia & Pacific	Tier 2	61,5	84734,25592	84,21
101	Slovakia	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	36,2	24470,23854	79,54
102	Slovenia	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	42,2	32163,51142	84,6
103	South Africa	Upper middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 3	30,4	6253,161613	66,69
104	Spain	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	45,9	32676,98371	83,87
105	Sri Lanka	Lower middle income	South Asia	Tier 3	23,3	3827,964806	66,67
106	Sweden	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	64,2	56305,2502	89,09
107	Switzerland	High income	Europe & Central Asia	Tier 1	67,6	99994,93802	88,88
108	Tajikistan	Lower middle income	Europe & Central Asia	Tier 4	18,3	1188,993038	57,45
109	Thailand	Upper middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	37,1	7171,808093	70,67
110	Togo	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	16,9	1012,973873	47,81
111	Trinidad and Tobago	High income	Latin America & Caribbean	Tier 2	20,7	18332,96402	71,96
112	Tunisia	Lower middle income	Middle East & North Africa	Tier 3	26,9	3895,386639	65,53
113	Turkey	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	38,6	12985,75315	66,23
114	Uganda	Low income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	16	1014,213978	45,51
115	Ukraine	Upper middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	32,8	5181,362793	70,47
116	United Arab Emirates	High income	Middle East & North Africa	Tier 2	43,2	52976,80838	72,92
117	United Kingdom	High income	Europe & Central Asia	Tier 2	62,4	48866,60396	84,49
118	United States	High income	North America	Tier 2	63,5	81695,18707	81,7
119	Uruguay	High income	Latin America & Caribbean	Tier 2	30	22564,53246	78,33
120	Uzbekistan	Lower middle income	Europe & Central Asia	Tier 3	26,2	2496,107758	66,88
121	Viet Nam	Lower middle income	East Asia & Pacific	Tier 3	36	4346,768492	69,09
122	Zambia	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	16,4	1369,129365	50,53
123	Zimbabwe	Lower middle income	Sub-Saharan Africa	Tier 5	16,5	1592,416574	48,35

№	Country	Human development level	Global Innovation Index	Human Development Index	Life expectancy at birth (years)	Expected years of schooling (years)	Mean years of schooling (years)	GNI per capita (2017 PPP \$)
1	Albania	HIGH	25,4	0,789	76,8	14,5	10,1	15 293
2	Algeria	HIGH	16,1	0,745	77,1	15,5	7,0	10 978
3	Angola	MEDIUM	10,3	0,591	61,9	12,2	5,8	5 328
4	Argentina	VERY HIGH	28	0,849	76,1	19,0	11,1	22 048
5	Armenia	HIGH	28	0,786	73,4	14,4	11,3	15 388
6	Australia	VERY HIGH	49,7	0,946	83,6	21,1	12,7	49 257
7	Austria	VERY HIGH	53,2	0,926	82,4	16,4	12,3	56 530
8	Azerbaijan	HIGH	23,3	0,760	73,5	12,7	10,6	15 018
9	Bahrain	VERY HIGH	29,1	0,888	79,2	16,3	11,0	48 731
10	Bangladesh	MEDIUM	20,2	0,670	73,7	11,9	7,4	6 511
11	Belarus	VERY HIGH	26,8	0,801	73,2	14,0	12,2	18 425
12	Belgium	VERY HIGH	49,9	0,942	82,3	18,9	12,5	53 644
13	Benin	LOW	16	0,504	60,0	10,3	3,1	3 406
14	Bolivia	MEDIUM	21,4	0,698	64,9	15,0	9,8	7 988
15	Bosnia and Herzegovina	HIGH	27,1	0,779	75,3	13,3	10,5	16 571
16	Botswana	HIGH	24,6	0,708	65,9	11,4	10,4	14 842
17	Brazil	HIGH	33,6	0,760	73,4	15,6	8,3	14 616
18	Bulgaria	HIGH	39	0,799	71,5	13,9	11,4	25 921
19	Burkina Faso	LOW	14,5	0,438	59,8	8,1	2,3	2 037
20	Burundi	LOW	12,5	0,420	62,0	10,0	3,3	712
21	Cambodia	MEDIUM	20,8	0,600	69,9	11,6	5,2	4 291
22	Cameroon	MEDIUM	15,3	0,587	61,0	13,4	6,5	3 681
23	Canada	VERY HIGH	53,8	0,935	82,8	16,0	13,9	48 444
24	Chile	VERY HIGH	33,3	0,860	79,5	16,8	11,1	24 431
25	China	HIGH	55,3	0,788	78,6	15,2	8,1	18 025
26	Colombia	HIGH	29,4	0,758	73,7	14,4	8,9	15 014
27	Costa Rica	VERY HIGH	27,9	0,806	77,3	16,1	8,8	20 248
28	Croatia	VERY HIGH	37,1	0,878	79,2	15,6	12,3	34 324
29	Cyprus	VERY HIGH	46,3	0,907	81,9	16,2	12,4	40 137
30	Czechia	VERY HIGH	44,8	0,895	78,1	16,3	12,9	39 945
31	Denmark	VERY HIGH	58,7	0,952	81,9	18,8	13,0	62 019
32	Dominican Republic	HIGH	22,4	0,766	74,2	13,6	9,2	18 653
33	Ecuador	HIGH	20,5	0,765	77,9	14,9	9,0	10 693
34	Egypt	HIGH	24,2	0,728	70,2	12,9	9,8	12 361
35	El Salvador	MEDIUM	21,8	0,674	71,5	11,9	7,2	8 886
36	Estonia	VERY HIGH	53,4	0,899	79,2	15,9	13,5	37 152
37	Ethiopia	LOW	14,3	0,492	65,6	9,9	2,4	2 369
38	Finland	VERY HIGH	61,2	0,942	82,4	19,2	12,9	49 522
39	France	VERY HIGH	56	0,910	83,2	16,0	11,7	47 379
40	Georgia	VERY HIGH	29,9	0,814	71,6	16,7	12,7	15 952
41	Germany	VERY HIGH	58,8	0,950	81,0	17,3	14,3	55 340
42	Ghana	MEDIUM	21,3	0,602	63,9	11,6	6,4	5 380
43	Greece	VERY HIGH	37,5	0,893	80,6	20,0	11,4	31 382
44	Guatemala	MEDIUM	15,8	0,629	68,7	10,8	5,7	8 996
45	Guinea	LOW	13,3	0,471	59,0	10,2	2,4	2 404
46	Honduras	MEDIUM	16,7	0,624	70,7	10,0	7,3	5 272
47	Hungary	VERY HIGH	41,3	0,851	75,0	15,1	12,2	34 196
48	Iceland	VERY HIGH	50,7	0,959	82,8	19,1	13,8	54 688
49	India	MEDIUM	38,1	0,644	67,7	12,6	6,6	6 951
50	Indonesia	HIGH	30,3	0,713	68,3	14,0	8,6	12 046
51	Iran	HIGH	30,1	0,780	74,6	14,1	10,7	14 770
52	Ireland	VERY HIGH	50,4	0,950	82,7	19,1	11,7	87 468
53	Israel	VERY HIGH	54,3	0,915	82,6	15,0	13,4	43 588
54	Italy	VERY HIGH	46,6	0,906	84,1	16,7	10,7	44 284
55	Jamaica	HIGH	27,1	0,706	70,6	12,5	9,2	9 695
56	Japan	VERY HIGH	54,6	0,920	84,8	15,5	12,7	43 644
57	Jordan	HIGH	28,2	0,736	74,2	12,6	10,4	9 295
58	Kazakhstan	VERY HIGH	26,7	0,802	69,5	14,8	12,4	22 587
59	Kenya	MEDIUM	21,2	0,601	62,1	11,4	7,7	4 808
60	Kuwait	VERY HIGH	29,9	0,847	80,3	15,7	7,4	56 729
61	Kyrgyzstan	HIGH	20,2	0,701	70,5	13,0	12,0	4 782
62	Latvia	VERY HIGH	39,7	0,879	75,9	16,6	13,3	32 083
63	Lithuania	VERY HIGH	42	0,879	74,3	16,4	13,5	38 131
64	Luxembourg	VERY HIGH	50,6	0,927	82,6	14,2	13,0	78 554
65	Madagascar	LOW	19,1	0,487	65,2	9,2	4,6	1 464
66	Malaysia	VERY HIGH	40,9	0,807	76,3	12,9	10,7	27 295
67	Mali	LOW	12,9	0,410	59,4	7,0	1,6	2 044
68	Malta	VERY HIGH	49,1	0,915	83,7	15,9	12,2	44 464
69	Mauritania	LOW	13,5	0,540	64,7	8,1	4,8	5 344
70	Mauritius	HIGH	32,1	0,796	74,0	14,6	10,0	23 252
71	Mexico	HIGH	31	0,781	74,8	14,5	9,2	19 138
72	Mongolia	HIGH	28,8	0,741	72,7	14,5	9,4	10 351
73	Montenegro	VERY HIGH	27,8	0,844	76,8	15,1	12,6	22 513
74	Morocco	MEDIUM	28,4	0,698	75,0	14,6	6,1	7 955
75	Mozambique	LOW	13,6	0,461	59,6	10,7	3,9	1 219
76	Namibia	MEDIUM	21,8	0,610	58,1	11,8	7,2	9 200

77	Nepal	MEDIUM	18,8	0,601	70,5	12,6	4,5	4 026
78	Netherlands	VERY HIGH	60,4	0,946	82,5	18,6	12,6	57 278
79	New Zealand	VERY HIGH	46,6	0,939	83,0	19,7	12,9	43 665
80	Nicaragua	MEDIUM	16,9	0,669	74,6	12,6	7,3	5 427
81	Niger	LOW	12,4	0,394	62,1	7,2	1,3	1 283
82	Nigeria	LOW	18,4	0,548	53,6	10,5	7,6	4 755
83	North Macedonia	HIGH	33	0,765	73,9	13,0	10,2	16 396
84	Norway	VERY HIGH	50,7	0,966	83,4	18,6	13,1	69 190
85	Oman	VERY HIGH	28,4	0,819	73,9	13,0	11,9	32 967
86	Pakistan	LOW	23,3	0,540	66,4	7,9	4,4	5 374
87	Panama	VERY HIGH	25,3	0,820	76,8	13,2	10,7	32 029
88	Paraguay	HIGH	21,4	0,731	70,5	13,9	8,9	13 161
89	Peru	HIGH	27,7	0,762	73,4	14,8	10,0	11 916
90	Philippines	HIGH	32,2	0,710	72,2	12,8	9,0	9 059
91	Poland	VERY HIGH	37,7	0,881	77,0	15,9	13,2	35 151
92	Portugal	VERY HIGH	44,9	0,874	82,2	16,8	9,6	35 315
93	Moldova (Republic of)	HIGH	30,3	0,763	68,6	14,9	11,8	12 964
94	Romania	VERY HIGH	34,7	0,827	74,1	14,5	11,4	31 641
95	Russian Federation	VERY HIGH	33,3	0,821	70,1	15,7	12,4	26 992
96	Rwanda	LOW	20,6	0,548	67,1	11,4	4,9	2 317
97	Saudi Arabia	VERY HIGH	34,5	0,875	77,9	15,2	11,3	50 620
98	Senegal	LOW	22,5	0,517	67,9	9,1	2,9	3 464
99	Serbia	VERY HIGH	33,1	0,805	74,1	14,5	11,5	19 494
100	Singapore	VERY HIGH	61,5	0,949	84,1	16,9	11,9	88 761
101	Slovakia	VERY HIGH	36,2	0,855	75,3	14,7	13,0	32 171
102	Slovenia	VERY HIGH	42,2	0,926	82,1	17,4	12,9	41 587
103	South Africa	HIGH	30,4	0,717	61,5	14,3	11,6	13 186
104	Spain	VERY HIGH	45,9	0,911	83,9	17,8	10,6	40 043
105	Sri Lanka	HIGH	23,3	0,780	76,6	13,6	11,2	11 899
106	Sweden	VERY HIGH	64,2	0,952	83,5	19,0	12,7	56 996
107	Switzerland	VERY HIGH	67,6	0,967	84,3	16,6	13,9	69 433
108	Tajikistan	MEDIUM	18,3	0,679	71,3	10,9	11,3	4 807
109	Thailand	VERY HIGH	37,1	0,803	79,7	15,6	8,8	16 887
110	Togo	LOW	16,9	0,547	61,6	13,0	5,6	2 214
111	Trinidad and Tobago	VERY HIGH	20,7	0,814	74,7	14,1	11,7	22 473
112	Tunisia	HIGH	26,9	0,732	74,3	14,6	8,0	10 297
113	Turkey	VERY HIGH	38,6	0,855	78,5	19,7	8,8	32 834
114	Uganda	MEDIUM	16	0,550	63,6	11,5	6,2	2 241
115	Ukraine	HIGH	32,8	0,734	68,6	13,3	11,1	11 416
116	United Arab Emirates	VERY HIGH	43,2	0,937	79,2	17,2	12,8	74 104
117	United Kingdom	VERY HIGH	62,4	0,940	82,2	17,6	13,4	46 624
118	United States	VERY HIGH	63,5	0,927	78,2	16,4	13,6	65 565
119	Uruguay	VERY HIGH	30	0,830	78,0	17,4	9,1	22 207
120	Uzbekistan	HIGH	26,2	0,727	71,7	12,0	11,9	8 056
121	Viet Nam	HIGH	36	0,726	74,6	13,1	8,5	10 814
122	Zambia	MEDIUM	16,4	0,569	61,8	11,0	7,3	3 157
123	Zimbabwe	MEDIUM	16,5	0,550	59,4	11,0	8,8	2 079