

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

УДК: 330.1:330.5:331.5:338.2

**ДРОЗД СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ**

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ТА РОЗВИТКУ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

Спеціальність 051 – Економіка

Галузь знань: 05 Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших

авторів мають посилання на відповідне джерело \_\_\_\_\_ С.А. Дрозд

Науковий керівник –  
Койбічук Віталія Василівна,  
кандидат економічних наук, доцент

Суми – 2024

## АНОТАЦІЯ

Дрозд С. А. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка» (05 «Соціальні та поведінкові науки»). Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

Дисертаційна робота теоретично узагальнює та вирішує актуальні проблеми оцінювання взаємозв'язку між людським капіталом та розвитком національної економіки шляхом комплексного використання економіко-математичних підходів.

Бібліометричний метод аналізу наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки, аналізування взаємозв'язків «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал» на відміну від наявних підходів ґрунтується на комплексному використанні програмного забезпечення VOSviewer, Bibliometrix, SciVal, ScientoPy. Це дозволило визначити ключові напрямки, тенденції та зв'язки між ними й візуалізувати за допомогою хмар ключових слів, деревоподібних карт, кумулятивних графіків, трендів дослідницьких термінів, мережевих графіків, тематичних просторів, семантичних карт, географічних мап, алювіальних діаграм еволюції напрямків досліджень. Такий комплексний підхід до аналізування бібліометрики за темою дисертації дозволив одержати вичерпну інформацію стосовно стану наукових досліджень в умовах сьогодення та виявити напрямки подальших досліджень щодо оцінювання взаємозв'язку між людським капіталом і розвитком національної економіки.

Так, зокрема, визначення взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності здійснювали на основі ідентифікації якості

класифікації (групування) 134 країн за десятьма ознаками: коефіцієнтом людської нерівності, коефіцієнтом Джині, нерівністю в очікуваній тривалості життя, очікуваною тривалістю життя при народженні, валовим національним доходом, індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, загальною кількістю населення, міським населенням, індексом освіти, населенням віком від 15 до 64 років, що на відміну від наявних методів використовує процедуру дискримінантного аналізу. Це дозволило виявити ступінь внеску десяти показників у розподіл 134 країн на групи та визначити взаємозв'язок людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку їх національних економік за допомогою розроблення статистично значущих дискримінантних функцій.

Для подальшого описового та кореляційно-регресійного аналізу обрано п'ять індикаторів: коефіцієнт людської нерівності, коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність. Окреслені показники досліджено та проаналізовано за допомогою методів описового аналізу й отримано числові характеристики вхідної вибірки даних із 134 країн світу, що в поєднанні з аналізом діаграми розмаху («коробки з вусами») дало повноцінне уявлення про обрані дані для подальшого аналізування. Для використання проаналізованих даних проведено подальше дослідження вибірки методами кореляційного аналізу та коваріації змінних, що надали вичерпну інформацію про наявність лінійної залежності між змінними та наявність помірного рівня щільності лінійного зв'язку.

Проведений регресійний аналіз попередньо нормалізованих показників презентував числові характеристики взаємозв'язку між окресленими кількісними змінними, цей зв'язок підтверджений показниками рівня значущості  $p$ -value й  $T$ -статистики, коефіцієнтом детермінації, показником відсутності автокореляції, за допомогою статистики Дарбіна – Уотсона та критерію Джона фон Неймана.

На кінцевому етапі дескриптивного та кореляційно-регресійного аналізу одержано економетричну модель, що демонструє ступінь впливу та напрямок взаємозв'язку між досліджуваними незалежними змінними й залежною змінною (коефіцієнтом людської нерівності). Таким чином, економетрична модель описує статистично значущий зв'язок змінних та визначає модель поведінки, ступінь впливу й напрямок взаємозв'язку між незалежними змінними та залежною змінною, що визначає коефіцієнт людської нерівності.

Нерівність людського капіталу має негативні економічні наслідки, які проявляються у вигляді низької продуктивності праці, що також призводить до загального зниження рівня національної економіки. Нерівність обмежує потенціал для інновацій, технологічного прогресу та зростання продуктивності праці, що є критичними факторами для довгострокового економічного розвитку національної економіки.

Вдосконалено науково-методичні засади щодо оцінювання детермінант продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу, що на відміну від наявних використовують множинний регресійний аналіз із застосуванням процедури зворотного покрокового відбору релевантних ознак та методу інтелектуального аналізування даних – сплайна багатовимірної адаптивної регресії (MARS). Це дозволило оцінити вплив показників охоплення людей державним або приватним страхуванням, рівня зайнятості населення, тривалості життя за роками, витрат на систему охорони здоров'я у відсотках до ВВП, витрат на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні) на рівень продуктивності праці населення на прикладі Сполучених Штатів Америки, виявити найбільш релевантні (очікувана тривалість життя, витрати на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні)), обґрунтувати більш високу точність результатів, одержаних за MARS-моделлю.

Вдосконалено науково-методичний підхід до оцінювання ефективності витрат держав у країнах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу за допомогою порівняння результатів чотирьох моделей Банкера – Чарнеса –

Купера (bcc-моделі), орієнтованих на вхід та вихід, і моделей Чарнеса – Купера – Родеса (ccr-моделі). Запропонований підхід дозволяє визначити країни, підходи до управління та подальшого розвитку систем охорони здоров'я, які можуть бути прикладом для інших країн світу, де ефективність витрат на цю сферу є нижчою.

Показники ефективності визначено в розрізі двох підходів до орієнтації даних в означених моделях ССР та ВСС. Еталонними країнами за ефективністю під час використання моделі оцінювання ефективності ВСС визначено вісім країн сумарно у двох орієнтаціях: Францію, Колумбію, Коста-Ріку, Німеччину, Латвію, Мексику, Швецію, Швейцарію. За допомогою моделі ССР визначено еталонними такі країни: Німеччину, Швецію, Швейцарію та Францію. Кожна з цих країн пройшла свій шлях у розвитку категорії охорони здоров'я, одержане значення еталона порівняно з іншими країнами – учасниками дослідження, свідчить про правильність їх підходів до розвитку та дає змогу говорити про необхідність вивчення й використання їх досвіду.

Набув подальшого розвитку методичний підхід до моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки, в розрізі якого підтверджено гіпотезу про існування статистично значущого зв'язку між ними, в цьому разі більш сильним є вплив інтегрального показника національної економіки на індикатори результативності людського капіталу. Також перевірено вплив складових інтегрального показника національної економіки на інтегральний показник здоров'я та виявлено частковий вплив лише показників індексу свободи ведення бізнесу, свободи торгівлі, валового національного доходу на душу населення, податкового тягаря. Зворотний вплив складових показників інтегрального показника здоров'я на інтегральний показник національної економіки спростований.

Таким чином, за допомогою проведення регресійного аналізу інтегральних показників одержано статистичні докази того, що рівень

розвитку національної економіки та макроекономічних свобод країни відіграє важливу роль у забезпеченні стабільного підвищення загального стану здоров'я людського капіталу країни.

До того ж окреслені показники в процесі інтегрального аналізу слугували вхідними даними в процесі пошуку показників ефективності за допомогою використання DEA-аналізу, виконаного мовою програмування R із застосуванням пакетів rDEA та Benchmarking у програмному забезпеченні R-Studio. Використання бібліотек із відкритим кодом дозволило виконати розрахунок показників ефективності у вигляді шести різноманітних ітерацій моделей розрахунку ефективності. Кожна модель має різний склад показників входу та одиниці показники виходу. Показниками виходу в кожній із моделей був один з індикаторів макроекономічних свобод країни (свобода бізнесу, свобода праці, грошова свобода, свобода торгівлі, свобода інвестицій, фінансова свобода), показником входу в усіх ітераціях – три показники людського капіталу (відсутність на роботі за станом здоров'я, безробіття, смертність). Провівши розрахунки, одержали список еталонних країн, які повинні бути прикладом розвитку та використання людського капіталу й макроекономічних свобод для інших, менш ефективних, в окреслених сферах людського капіталу та макроекономічних показників країн.

З метою подальшого розвитку науково-методичного забезпечення моделювання взаємозв'язку людського капіталу та ефективності національної економіки доцільно вжити комплекс заходів, спрямованих на вдосконалення теоретичної бази за допомогою розроблення нових передових моделей, адаптованих до специфіки національної економіки, та поглиблення досліджень впливу людського капіталу на економічну ефективність. Важливо також удосконалити методологічну базу, розробити методики оцінювання людського капіталу. Необхідно створити сприятливе інституційне середовище для наукових досліджень, ініціювати міжнародне співробітництво та процес упровадження результатів досліджень у практичну діяльність країн. Реалізація

цих заходів сприятиме формуванню дієвої системи управління людським капіталом як основи сталого економічного розвитку національної економіки.

**Ключові слова:** людський капітал, соціально-економічна нерівність, національна економіка, продуктивність праці, громадське здоров'я, економічна свобода, безробіття, смертність.

## SUMMARY

Drozd S. A. Economic and mathematical modeling of the influence of human capital on the development of the national economy - Manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 051 «Economics» (05 «Social and behavioural sciences»). Sumy State University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The dissertation theoretically generalises and solves topical problems of assessing the relationship between human capital and the development of the national economy through the integrated application of economic and mathematical approaches.

The bibliometric method of analysing the scientific work on the relationship between human capital and socio-economic inequality in the context of national economic development, analysing the relationship between labour productivity - human capital and public health - human capital, unlike existing approaches, is based on the integrated use of VOSviewer, Bibliometrix, SciVal, ScientoPy software. This made it possible to identify key areas, trends and connections between them and visualise the evolution of research directions using keyword clouds, tree maps, cumulative graphs, trends in research terms, network graphs, thematic spaces, semantic maps, geographic maps, alluvial diagrams. Such a comprehensive approach to analysing bibliometrics on the topic of the dissertation allowed us to

obtain comprehensive information on the state of scientific research in the current environment and identify areas for further research to assess the relationship between human capital and the development of the national economy.

In particular, the relationship between human capital and socio-economic inequality was determined by identifying the quality of classification (grouping) of 134 countries by ten features: human inequality coefficient, Gini coefficient, inequality in life expectancy, life expectancy at birth, gross national income, inequality-adjusted life expectancy index, total population, urban population, education index, population aged 15 to 64, which, unlike existing methods, uses a discriminant analysis procedure. This made it possible to identify the degree of contribution of ten indicators to the division of 134 countries into groups and to determine the relationship between human capital and socio-economic inequality in the context of the development of their national economies by developing statistically significant discriminant functions.

Five indicators have been selected for further descriptive and correlation-regression analysis: human inequality coefficient, Gini coefficient, inequality in life expectancy, gross national income, and inequality-adjusted life expectancy index. These indicators were studied and analysed using descriptive analysis methods and numerical characteristics of the input data sample from 134 countries were obtained, which, in combination with the analysis of the scatter plot ("box and whiskers"), gave a complete picture of the selected data for further analysis. In order to use the analysed data, the sample was further studied using the methods of correlation analysis and covariance of variables, which provided comprehensive information on the existence of a linear relationship between the variables and the presence of a moderate level of linear relationship density.

The regression analysis of the pre-normalised indicators presented the numerical characteristics of the relationship between the identified quantitative variables, this relationship was confirmed by the p-value and T-statistics, the coefficient of determination, the indicator of the absence of autocorrelation, using the Durbin-Watson statistic and the John von Neumann criterion.



At the final stage of the descriptive and correlation-regression analysis, an econometric model was obtained that demonstrates the degree of influence and direction of the relationship between the independent variables under study and the dependent variable (human inequality coefficient). Thus, the econometric model describes a statistically significant relationship between variables and determines the pattern of behaviour, the degree of influence and the direction of the relationship between the independent variables and the dependent variable, which determines the human inequality coefficient.

Inequality of human capital has negative economic consequences, which are manifested in the form of low labour productivity, which also leads to an overall decline in the level of the national economy. Inequality limits the potential for innovation, technological progress and productivity growth, which are critical factors for the long-term economic development of a national economy.

The scientific and methodological foundations for assessing the determinants of labour productivity as an indicator of human capital quality have been improved, which, unlike the existing ones, use multiple regression analysis with the use of the procedure of reverse stepwise selection of relevant features and the method of data mining - spline multivariate adaptive regression (MARS). This made it possible to assess the impact of indicators of public or private insurance coverage, employment rate, life expectancy by year, healthcare expenditures as a percentage of GDP, healthcare expenditures (in real terms) on the level of labour productivity of the population on the example of the United States of America, to identify the most relevant (life expectancy, healthcare expenditures (in real terms)), and to substantiate the higher accuracy of the results obtained by the MARS model.

The article improves the scientific and methodological approach to assessing the effectiveness of public expenditures in the countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) on health care as a factor influencing the quality of human capital by comparing the results of four input- and output-oriented Bunker-Charnes-Cooper (bcc) models and the Charnes-Cooper-Rhodes (ccr) model. The proposed approach allows us to identify countries and

approaches to the management and further development of healthcare systems that can serve as an example for other countries where the efficiency of spending in this area is lower.

The performance indicators are defined in terms of two approaches to data orientation in the CCR and BCC models. Eight countries in total in two orientations were identified as reference countries for efficiency when using the BCC efficiency assessment model: France, Colombia, Costa Rica, Germany, Latvia, Mexico, Sweden, Switzerland. The following countries were identified as benchmarks using the CCR model: Germany, Sweden, Switzerland and France. Each of these countries has gone its own way in the development of the healthcare category, and the resulting benchmark value compared to other countries participating in the study indicates the correctness of their approaches to development and suggests the need to study and use their experience.

The methodological approach to modelling the relationships between elementary and integral indicators of human capital efficiency, the level of development of macroeconomic freedoms and the national economy has been further developed, in the context of which the hypothesis of a statistically significant relationship between them has been confirmed, in which case the influence of the integral indicator of the national economy on the indicators of human capital efficiency is stronger. The authors also tested the influence of the components of the integrated indicator of the national economy on the integrated indicator of health and found a partial influence of only the indicators of the index of freedom of doing business, freedom of trade, gross national income per capita, and tax burden. The inverse effect of the components of the integral health indicator on the integral indicator of the national economy has been refuted.

Thus, by means of regression analysis of integral indicators, statistical evidence has been obtained that the level of development of the national economy and macroeconomic freedoms of a country plays an important role in ensuring a stable increase in the overall health of the country's human capital.

In addition, the identified indicators in the process of integral analysis served as input data in the process of searching for performance indicators by using DEA analysis performed in the R programming language using the rDEA and Benchmarking packages in the R-Studio software. The use of open-source libraries made it possible to calculate performance indicators in the form of six different iterations of performance calculation models. Each model has a different composition of input indicators and the same output indicators. The output indicators in each model were one of the indicators of macroeconomic freedoms of the country (business freedom, labour freedom, monetary freedom, trade freedom, investment freedom, financial freedom), and the input indicators in all iterations were three indicators of human capital (sickness absence, unemployment, mortality). The calculations resulted in a list of reference countries that should serve as an example of the development and use of human capital and macroeconomic freedoms for other countries that are less efficient in the identified areas of human capital and macroeconomic indicators.

**Keywords:** human capital, socio-economic inequality, national economy, labour productivity, public health, economic freedom, unemployment, mortality.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

### Публікації в наукових фахових виданнях України

1. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Фронтірний аналіз соціально-демографічних даних. *Приазовський економічний вісник*. 2021. Вип. 5(28) DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-5-28> (0,5 друк. арк.). *Особистий внесок: проведення пошуку даних, визначення методології розрахунку показників ефективності методом фронтірного аналізу (0,25 друк. арк.).* Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*
2. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Посилення економічного зростання в контексті зменшення диференціації людської нерівності. *Причорноморські економічні студії*. 2022. Вип. 74. С. 240-248. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.74-36> (0,8 друк. арк.). *Особистий внесок: проведення бібліометричного аналізу, визначення методології та розрахунок описових статистик та регресійної моделі та їх аналіз (0,4 друк. арк.).* Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*
3. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Кластерний аналіз соціально-економічних детермінант здоров'я. *Причорноморські економічні студії*. 2022. Вип. 75. С. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.75-16> (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: пошук та робота з даними, проведення кластерного аналізу з подальшим розрахунком дискримінатних функцій й створення візуалізації (0,3 друк. арк.).* Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*
4. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Детермінанти розвитку людського капіталу та національної економіки: економіко-математичне моделювання взаємозв'язку. *Вісник економіки*. 2024. Вип. 2. С. 8-22. (1,13 друк. арк.). *Особистий внесок: проведено концептуалізацію гіпотез, побудовано*

*інтегральні показники й виконано аналіз взаємозв'язку між індикаторами (0,6 друк. арк.). Койбічук В. В внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

5. Дрозд С. А., Романов Р. О. Бібліометрикс як інструмент для аналізу взаємозв'язку розвитку людського капіталу та соціально-економічної нерівності. *Академічні візії*. 2023. Вип.24. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1177> (0,9 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено головну сутність для проведення бібліометричного аналізу, виконано побудову візуалізацій з послідовним аналізом отриманих результатів(0,4 друк. арк.). Романов Р. О. внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

#### **Публікації в зарубіжних виданнях**

6. Aleksandra Kuzior, Vitaliia Koibichuk, Serhii Drozd, Dymytrii Grytsyshen and Tetiana Vasylieva. Determinants of labor productivity in the USA. *Problems and Perspectives in Management*. 2023.21(4), 724-739. doi:10.21511/ppm.21(4).2023.54 (1,57 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено методологію, розраховано модель регресії показників, отримано та проаналізовано MARS модель й базові функції (0,8 друк. арк.). Kuzior A. концептуалізація, залучення фінансування, нагляд, написання – перегляд і редагування; Koibichuk V. концептуалізація, написання – перегляд і редагування, програмне забезпечення, перевірка; Grytsyshen D. концептуалізація, написання – перегляд і редагування, перевірка; Vasylieva. T. концептуалізація, нагляд, написання – перегляд і редагування, перевірка, формальний аналіз.*

7. Yehorova, Y., & Drozd, S. Determinants of Human Capital Development and Macroeconomic Freedoms: DEA Modelling. *Business Ethics and Leadership*, 2024. 8(1), 203-219. [https://doi.org/10.61093/bel.8\(1\).203-219.2024](https://doi.org/10.61093/bel.8(1).203-219.2024) (1,6 друк. арк.). *Особистий внесок: виконано пошук та адоптацію даних,*

розраховано значення ефективності, проаналізовано отримані результати та візуалізовано кордон ефективності (0,8 друк. арк.). Yehorova Y. проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.

8. Koibichuk, V., Khan, B., & Drozd, S. The USA medical insurance as a stimulating factor to increase labour efficiency. *Health Economics and Management Review*. 2023. 2, 40-50. <https://doi.org/10.21272/hem.2023.2-04> (1,12 друк. арк.). Особистий внесок: визначено методології, вхідних даних, розраховано модель регресії показників, отримано та проаналізовано MARS модель й базові функції (0,5 друк. арк.). Koibichuk, V. концептуалізація, написання – перегляд і редагування, програмне забезпечення, перевірка; Khan, B., редагування, перевірка, формальний аналіз.

9. Koibichuk, V., Krawczyk, D., Drozd, S., Khan, B., Kostyshyna, T., & Kubaščíková, Z. Reserves to prevent wage delays: a Monte Carlo simulation. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. 2(55), 257–268. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.55.2024.4384> (1,28 друк. арк.). Особистий внесок :визначення тематики, методології та даних для моделювання методом Монте-Карло, розрахунок та аналіз даних отриманих в ході симуляцій (0,6 друк. арк.). Koibichuk, V. концептуалізація, перевірка, написання – рецензування та редагування; Krawczyk, D. формальний аналіз. адміністрація проекту, залучення коштів. Khan, B. куратор даних, перевірка, адміністрація проекту, написання – рецензування та редагування; Kostyshyna, T. куратор даних, керівництво, залучення коштів; Kubaščíková, Z. куратор даних, перевірка, адміністрація проекту

### **Тези доповідей на наукових конференціях**

10. Drozd S. Socio-economic factors to increase economic growth IX Международная научно-практическая конференция “MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PROSPECTS”, Стокгольм, Швеция. 2022. С. 603-609  
URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya->

konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-29-31-maya-2022-goda-stokgolm-shvetsiya/ (0,26 друк. арк.).

11. Drozd S. Cluster analysis of un member countries by development indicators, *Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2022. Pp. 212-217. URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-eurasian-scientific-discussions-1-3-08-2022-barselona-ispaniya-arhiv/>. (0,21 друк. арк.).*

12. Койбічук В. В., Дрозд С.А. Ефективність ведення бізнес-процесів серед різних країн світу. *Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Stockholm, Sweden. 2023. Pp. 40-43. URL: <https://eu-conf.com/events/goal-and-the-role-of-world-science-in-life/> (0,17 друк. арк.). Особистий внесок: проведення моделювання ефективності ведення бізнес-процесів з подальшим аналізом результатів (0,11 друк. арк.). Койбічук В. В внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

13. Дрозд С.А. Ключові аспекти та виклики цифрові трансформації в економіці. «Виклики кібербезпеки індустрії фінансових послуг». Суми. 2023. С. 28-32. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93329/1/Koibichuk\\_cyberthreats.pdf;jsessionid=D638A90D475443E12BBD675833CA6BFE](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93329/1/Koibichuk_cyberthreats.pdf;jsessionid=D638A90D475443E12BBD675833CA6BFE) (0,2 друк. арк.).

14. Drozd S. In the modern world, the essence of human capital. *Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2024. Pp. 354-360. URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovative-development-of-science-technology-and-education-11-13-04-2024-vankuver-kanada-arhiv/> (0,27 друк. арк.).*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	18
Розділ 1. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки .....	29
1.1. Бібліометричний аналіз наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки: комбінація методів VOSviewer, Bibliometrix, ScientoPy та SciVal .....	29
1.2. Взаємозв'язок людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки: дискримінантний аналіз та кластеризація методом Уорда та за допомогою карт Кохонена .....	72
1.3. Дескриптивний та кореляційно-регресійний аналіз взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки .....	92
Висновки до розділу 1. ....	106
Розділ 2. Продуктивність праці та забезпечення громадського здоров'я як детермінанти якості людського капіталу .....	109
2.1. Бібліометричний аналіз наукового доробку щодо дослідження взаємозв'язків «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал» .....	109
2.2. Детермінанти продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу: регресійне та MARS Spline моделювання .....	120
2.3. Ефективність витрат на охорону здоров'я як фактор впливу на якість людського капіталу: фронтірний аналіз .....	146
Висновки розділу 2. ....	168



Розділ 3. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку між результативністю використання людського капіталу та рівнем макроекономічних свобод в країні.....	171
3.1 Теоретичне обґрунтування зв'язку між результативністю використання людського капіталу та макроекономічними свободами.....	171
3.2. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки.....	190
3.3 Вплив результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод в країні: DEA-моделювання.....	210
Висновки розділу 3. ....	223
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	227
Додатки .....	264

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** У сучасному світі, де економіки країн переходять від індустріальної до інформаційно-цифрової епохи, така економічна категорія, як людський капітал, стає ключовим фактором взаємодії з розвитком національної економіки.

Економічний ландшафт у 21-му столітті стрімко змінювався під впливом технологічного прогресу в різноманітних сферах життя людини, глобалізація економічних зв'язків та демографічні зрушення в кожній країні світу роблять людський капітал єдиним найціннішим ресурсом, що вийшов на перший план як рушійна сила економічного зростання та розвитку. Інвестиції в освіту, охорону здоров'я, науку та інноваційні технології формують висококваліфіковану й адаптивну робочу силу, здатну ефективно використовувати новітні технології та генерувати інноваційні ідеї для економіки країни. Саме тому економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу й розвитку національної економіки набуває особливої актуальності, дозволяє кількісно оцінити внесок людського капіталу в економічне зростання, виявити ключові показники економічного розвитку, розробити заходи для подолання проблеми зростаючої нерівності в доходах та доступі до якісної освіти й охорони здоров'я.

За даними звітів Світового банку 2018–2024 років [239], визначено важливість розвитку та інвестування в людський капітал. Ігнорування розвитку людського капіталу стає дедалі дорожчим для майбутніх поколінь. Країни, які не інвестують у своїх громадян, ризикують втратити економічний потенціал до розвитку національної економіки, мають високий ступінь ризику зіткнутися з дефіцитом кваліфікованих кадрів та відповідно програють у конкурентній боротьбі на світовій арені [240]. В процесі щорічних зустрічей міністрів різних країн світу з питань розвитку людського капіталу у 2023 році визначено, що здорові, кваліфіковані й творчі особи, забезпечені роботою,

максимально використовують свій потенціал людського капіталу, водночас покращують своє життя та стан національної економіки країни. Допомога влади жінкам та молоді в подоланні труднощів, пов'язаних із пошуком роботи, видах перекваліфікації та навчанні на робочому місці сприяє збільшенню робочої сили й розвитку національної економіки країн, що є членами проєкту людського капіталу, завдяки інтеграції місцевих, регіональних і міжнародних ринків праці [244]. Також підтримка влади мікропідприємств сприяє створенню більшої кількості бізнесів та відповідно робочих місць, що приводить до розвитку національної економіки країни загалом [245].

Таким чином, економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки є важливим інструментом для ухвалення обґрунтованих рішень на державному й корпоративному рівнях, сприяючи розробленню ефективних стратегій розвитку.

Питання сутності людського капіталу, національної економіки, людської нерівності, а також моделювання їх взаємозв'язків із використанням економетричних методів широко висвітлені в працях таких зарубіжних науковців, як Симонович М., Судо Н., Сігель А., Ненов Дж., Бейтс М., Десай Н., Шахтер Х., Гавлічек Дж., Бабалола Т., Сіммі Дж., Баптіст Н., Беккер Г., Іто Е., Пратт М., Фішер С. Дослідженню вищеописаних категорій та їх проблематиці присвячено також праці таких вітчизняних науковців, як Маркіна І. А., Мороз С. В., Опалько В. В., Коваль Н. В., Волошина С. В., Ляшенко О. М., Черешнюк О. М., Яровенко Г., Рибка А. О., Борщук Є. М., Козакевич А. С., Дрюкова Л. В., Фудорова О. М., Білецький О. В. Кожне наукове напрацювання вирішує низку проблем, що стосуються оцінювання залежностей між людським капіталом та розвитком національної економіки, а також впливом на результати взаємозв'язків детермінант освіти, здоров'я, соціальних аспектів.

Проте невирішеними залишаються питання пошуку взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в розгляді

кластеризації за країнами й ґрунтового аналізу в кожній групі; виявлення індикаторів людського капіталу та їх впливу на рівень продуктивності праці як рушія національної економіки; оцінювання ефективності витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу; теоретико-методичного обґрунтування зв'язку між результативністю використання людського капіталу та макроекономічними свободами; розроблення інтегральних показників, що характеризують результативність використання людського капіталу, рівень розвитку макроекономічних свобод та національної економіки й виявлення взаємозв'язків між ними, як поелементних, так і інтегральних. Кожне означене питання зумовило актуальність, мету, завдання та зміст дисертаційної роботи.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Основні положення поданої на захист дисертації відповідають пріоритетним напрямкам дослідницької діяльності Сумського державного університету, а також поставленим державою пріоритетним цілям розвитку людського капіталу щодо забезпечення рівного доступу громадян до якісних медичних послуг, перетворення української освіти на інноваційне середовище, поліпшення ефективності соціальної підтримки населення.

У межах виконання науково-дослідної роботи «Соціально-економічне відновлення після COVID-19: моделювання наслідків для макроекономічної стабільності, національної безпеки та резильєнтності громад» (номер державної реєстрації 0122U000778) сформовано статистично значущий ознаковий простір індикаторів, що характеризують взаємозв'язок людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки.

У межах теми «Когнітивна модель комерціалізації інновацій в умовах Індустрії 4.0: захист інтелектуального капіталу, маркетинг та комунікації» (номер державної реєстрації 0122U000780) доведено статистичну значущість взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами

результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки.

У межах науково-дослідної роботи «Коопетиція «бізнес – освіта – наука»: інституційно-економічні моделі трансферу інновацій для національної безпеки та сталого розвитку» (номер державної реєстрації 0122U000772) визначено за допомогою процедури аналізування даних перелік країн, у яких найбільш ефективно працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод.

Тематика дисертаційної роботи узгоджується з такими глобальними Цілями сталого розвитку: міцне здоров'я, якісна освіта, скорочення нерівності, гідна праця та економічне зростання. Важливо зазначити, що дисертаційне дослідження не може вирішити всіх проблем, пов'язаних із досягненням Цілей сталого розвитку, однак сприяє істотному внеску в їх вирішення.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є подальший розвиток науково-методичного забезпечення моделювання взаємозв'язку людського капіталу та ефективності національної економіки.

Поставлена мета зумовила необхідність вирішення таких завдань:

– провести комбінований бібліометричний аналіз наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки з використанням інструментарію VOSviewer, Bibliometrix, SciVal, ScientoPy;

– оцінити взаємозв'язок людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки за допомогою дискримінантного та кластерного аналізів із використанням агломеративного методу Уорда та нейромережевого моделювання за допомогою карт Кохонена;

– провести описовий та кореляційно-регресійний аналізи взаємозв'язку людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки;

– здійснити бібліометричний аналіз наукового доробку щодо дослідження взаємозв'язків «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал»;

– змоделювати вплив індикаторів розвитку національної економіки з використанням регресійного MARS Spline-моделювання продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу;

– визначити ефективність витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу;

– дати теоретичне обґрунтування зв'язку між результативністю використання людського капіталу та макроекономічними свободами;

– провести економіко-математичне моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод і національної економіки;

– провести DEA-моделювання для визначення впливу результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод у країні.

**Об'єктом дослідження** є макропоказники, що формують напрями взаємозв'язків між людським капіталом та розвитком національної економіки.

**Предметом дослідження** є теоретико-методичне забезпечення моделювання взаємозв'язків між людським капіталом та розвитком національної економіки.

### **Методи дослідження**

Методологічну основу дисертаційної роботи складають фундаментальні положення економетричного аналізу, багатовимірного статистичного аналізу, економічної теорії, економічного аналізу, теорії людського капіталу, теорії економічного зростання, макро- й мікроекономіки, оптимізаційного аналізу, управління національної економіки.

Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження: аналізу та синтезу, логічного узагальнення, порівняння, дедукції, конкретизації, формалізації –

для уточнення та визначення понятійного апарату дослідження; комплексне поєднання бібліометричного та кореспондентного аналізів із використанням програмного забезпечення VOSviewer, R-Studio (бібліотеки Bibliometrix), ScientoPy – для оцінювання результативності дослідницької діяльності науковців світу щодо напрямків людського капіталу, національної економіки, соціально-економічної нерівності, продуктивності праці, громадського здоров'я, макроекономічних свобод та виявлення факторів, що формують ці категорії; аналізування охоплення даних – для проведення фронтального аналізу системи охорони здоров'я України та країн світу й виявлення еталонних країн у середині набору; дескриптивний та кореляційно-регресійний аналізи – для формування статистично значущого ознакового простору людського капіталу та соціально-економічної нерівності; інтелектуальний аналіз даних, а саме сплайн багатовимірної адаптивної регресії – для оцінювання впливових факторів на рівень продуктивності праці; множинний регресійний аналіз із використанням процедури жорсткого відсіву незначущих показників – для оцінювання впливових показників очікуваної тривалості життя та витрат на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні), на продуктивність праці та порівняння з результатами інтелектуального аналізу даних; кластерний аналіз із використанням агломеративного методу Уорда та методу нейромодельовання з використанням карт Кохонена – для розподілу країн на групи за показниками людського капіталу та порівняння результатів кластеризації; дискримінантний аналіз – для виявлення ступеня внеску показників людського капіталу на результати кластерного аналізу методом Уорда; інструменти багатовимірного статистичного аналізу (дескриптивний, кореляційний аналіз Пірсона, Спірмена); множинний регресійний аналіз – для аналізування людської нерівності як однієї з ключових детермінант людського капіталу; методи нормалізації даних та адитивної згортки – для розроблення інтегральних індикаторів результативності використання людського капіталу, рівня розвитку макроекономічних свобод та національної економіки; метод аналізу

головних компонент – для визначення вагових коефіцієнтів під час розроблення інтегральних показників; розрахунок та аналіз парних регресій – для оцінювання значущості взаємозв'язків між інтегральними показниками людського капіталу й національної економіки.

Практичну реалізацію наведених задач моделювання проведено за допомогою програмних продуктів Statgraphics Centurion 19.1.2, Microsoft Excel, Deductor Studio, Salford Predictive Modeler, R-Studio, VOSviewer 1.6.16, ScientoPy, Statistica, Stata.

**Інформаційною та фактологічною базами дисертації є** Scopus (платформа, яка надає доступ до рефератів та бібліографічних описів наукових статей), Global Health Security Index (індекс розроблено за підтримки Центру безпеки охорони здоров'я Джонса Гопкінса організацією «Ініціатива ядерної загрози (NTI)» і Розвідувальним підрозділом Economist Intelligence Unit (EIU)), Індекс соціальної згуртованості й стійкості (SCORE) (підготовлений Центром сталого миру та демократичного розвитку (SeeD), програмою розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) та Агентством США з міжнародного розвитку (USAID)), Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD), Usa facts (це некомерційна, позапартійна громадська ініціатива, що робить державні дані доступними та зрозумілими всім американцям), Macrotrends (провідна дослідницька платформа, що дозволяє переглядати та досліджувати акції, товари, дорогоцінні метали, нафту, газ, глобальні показники), U. s. Bureau of labor statistics (головне агентство федерального уряду США з установлення фактів у широкій галузі економіки та статистики праці), Human Development Index (підготовлений за підтримки Програми розвитку ООН), Our world in data (інформаційний портал, що надає безкоштовний доступ до даних про ключові виклики сучасності, такі як хвороби, голод, глобальне потепління, збройні конфлікти, стихійні лиха, соціальна нерівність та бідність), The Heritage Foundation (стратегічний дослідницький інститут США, який займається широким спектром



дослідження міжнародної політики), Eurostat (Європейська агенція з питань статистики, що збирає статистичну інформацію про ЄС).

**Наукова новизна результатів дослідження** полягає в удосконаленні наявного та розробленні нового науково-методичного забезпечення моделювання взаємозв'язків між людським капіталом як ключовою компонентою національної економіки та її розвитком.

*Уперше:*

– розроблено методичний підхід до моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки, в розрізі якого підтверджено гіпотезу про існування статистично значущого зв'язку між ними, в цьому разі більш сильним є вплив інтегрального показника національної економіки на індикатори результативності людського капіталу.

*Удосконалено:*

– методичні засади аналізування охоплення даних щодо впливу результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод, що відрізняються від наявних побудовою орієнтованих на вихід ССR-моделей та ВСС-моделей. Це дозволило визначити перелік країн, у яких найбільш ефективно працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу (непрацездатності, безробіття й смертності) не гальмують зміцнення макроекономічних свобод (свобод бізнесу, праці, торгівлі, інвестицій, грошової та фінансової);

– методичний підхід до оцінювання взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності на основі ідентифікації якості класифікації (групування) 134 країн за десятьма ознаками: коефіцієнтом людської нерівності, коефіцієнтом Джині, нерівністю в очікуваній тривалості життя, очікуваною тривалістю життя при народженні, валовим національним доходом, індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, загальною кількістю населення, міським населення, індексом освіти,

населенням віком від 15 до 64 років, що на відміну від наявних методів використовує процедуру дискримінантного аналізу. Це дозволило виявити ступінь внеску десяти показників у розподіл 134 країн на групи та визначити взаємозв'язок людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку їх національних економік за допомогою розроблення статистично значущих дискримінантних функцій;

– науково-методичні засади щодо оцінювання детермінант продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу, що на відміну від наявних використовують множинний регресійний аналіз із використанням процедури зворотного покрокового відбору релевантних ознак та методу інтелектуального аналізування даних – сплайна багатовимірної адаптивної регресії (MARS). Це дозволило оцінити вплив показників охоплення людей державним або приватним страхуванням, рівня зайнятості населення, тривалості життя за роками, витрат на систему охорони здоров'я у відсотках до ВВП, витрат на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні), на рівень продуктивності праці населення на прикладі Сполучених Штатів Америки, виявити найбільш релевантні (очікувана тривалість життя, витрати на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні)), обґрунтувати більш високу точність результатів, одержаних за MARS-моделлю.

*набули подальшого розвитку:*

– бібліометричний аналіз наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки, аналіз взаємозв'язків «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал», що на відміну від наявних підходів ґрунтується на комплексному використанні програмного забезпечення VOSviewer, Bibliometrix, SciVal, ScientoPy. Це дозволило визначити ключові напрямки, тенденції та зв'язки між ними й візуалізувати за допомогою хмар ключових слів, деревоподібних карт, кумулятивних графіків, трендів дослідницьких термінів, мережових графіків,

тематичних просторів, семантичних карт, географічних мап, алювіальних діаграм еволюції напрямків досліджень;

– науково-методичний підхід до оцінювання ефективності витрат держав у країнах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу за допомогою порівняння результатів чотирьох моделей Банкера – Чарнеса – Купера (bss-моделі), орієнтованих на вхід та вихід, і моделей Чарнеса – Купера – Родеса (scg-моделі)). Запропонований підхід дозволяє визначити країни, підходи до управління та подальшого розвитку систем охорони здоров'я в яких можуть бути прикладом для інших країн світу, де ефективність витрат на цю сферу є нижчою.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що описані методи аналізування та створені моделі надають вичерпну інформацію, необхідну: державним органам для проведення стратегічного планування реформ у сфері людського капіталу, людської нерівності та національної економіки; суспільним організаціям, що зможуть на основі запропонованих моделей і методів підвищити обізнаність суспільства щодо розуміння важливості людського капіталу та його впливу на доходи й кар'єрні перспективи; міжнародним організаціям, що проводять процедуру бенчмаркінгу, тобто порівнюють рівень розвитку людського капіталу, стану нерівності й стану національної економіки в різних країнах і виявлять кращі практики в цих сферах; приватним підприємствам, здатним запровадити методику оцінювання ефективності та продуктивності праці, яка дасть змогу ухвалювати зважені рішення стосовно людського капіталу. Описані результати можуть стати основою для створення нових шляхів співпраці та наступним кроком для обміну досвідом.

Результати дисертаційного дослідження були покладені в основу викладання в Сумському державному університеті таких дисциплін: «Оптимізаційні моделі» (тема «Пошук показників ефективності із

застосуванням програмних продуктів та програмування мовою R»), «Економетрика» (тема «Методи класичної регресії та MARS-методологія»).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є завершеною науковою працею, що містить оригінальні наукові положення, висновки, рекомендації та розробки, отримані автором самостійно. Результати досліджень, опубліковані в співавторстві, використані в дисертації лише в межах особистого внеску автора.

**Апробація результатів дослідження.** Результати дисертаційного дослідження були презентовані, детально обговорені та отримали схвальну оцінку на таких міжнародних науково-практичних конференціях: Modern science: innovations and prospects (м. Стокгольм, Швеція, 2022 р.), Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing (м. Барселона, Іспанія, 2022 р.), Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference (м. Стокгольм, Швеція, 2023 р.) Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Perfect Publishing (м. Ванкувер, Канада 2024 р.).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях загальним обсягом 10,61 друк. арк. (із яких особисто авторові належить 5,7 друк. арк.), а саме: 5 статтях у наукових фахових виданнях України, 2 статтях у міжнародних виданнях та 2 статтях, індексованих міжнародною наукометричною базою Scopus, 5 публікаціях у збірниках матеріалів конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Робота складається з вступної частини, трьох основних розділів та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 281 сторінок, із яких 233 сторінки припадає на основний текст. Додатково робота містить 47 таблиць, 43 рисунки та 7 додатків. Список використаних джерел налічує 259 найменувань.

## **Розділ 1. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки**

### **1.1. Бібліометричний аналіз наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки: комбінація методів VOSviewer, Bibliometrix, ScientoPy та SciVal**

Бібліометричне дослідження взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю відіграє одну з ключових ролей у розвитку національної економіки. Аналізуючи великі масиви наукових публікацій, з відносною легкістю знаходяться основні тенденції, закономірності та прогалини у дослідженнях в цій тематиці. Бібліометричний аналіз дозволяє порівняти різні використані методологічні інструменти та висунуті теорії щодо впливу, тенденцій, взаємозв'язками між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю, та виконати пошук пріоритетних напрямків, що сприяють розвитку національної економіки. Бібліометрія допомагає зрозуміти, які аспекти розвитку людського капіталу найбільше досліджені на даний момент часу, та які слід ретельно досліджувати в майбутньому.

Бібліометричне дослідження, як основний інструмент для визначення вибірки ключових показників, що характеризують людський капітал та формують соціально-економічну нерівність, та подальшої розробки серії моделей в галузі охорони здоров'я, міждисциплінарного дослідження використовує значна кількість науковців. Так Сян Г. разом зі своїми колегами провели Лю Дж., Чжун С., Ден М. бібліометричне дослідження нерівності доходів у сфері охорони здоров'я, метою якого є визначення топ-10 країн, науковці яких займаються дослідженням нерівності доходів на стан здоров'я та виявлення соціально-економічних факторів, що визначають нерівність доходів [226]. Кором, П. виконав бібліометричний опис категорії економіки та

соціології нерівності багатства, основним завданням якого є визначення потенціалу міждисциплінарних перспектив [227].

Велику зацікавленість викликає праця Гаррігос-Сімон, Ф., Ботелла-Каррубі, М., Гонсалес-Крус, Т., де проведене бібліометричне дослідження на підґрунті 635 публікацій, зібраних з бази даних Web of Science Core Collection, виявили зв'язки між соціальним капіталом, людським капіталом та стійкістю, сучасний стан, провідні тенденції, а результати представили за допомогою програми візуалізації подібностей (visualization of similarities (VOS)) та визначили напрямки еволюції впливу, основні журнали, документи, теми, авторів, установи і країни [228].

Важливим є дослідження [229], в якій автор оцінив еволюцію нерівності людського капіталу в моделі накладання поколінь. Бібліометричний аналіз масиву 300 публікацій виявив перевернуту U-подібну залежність між нерівністю людського капіталу та економічним розвитком – криву людського капіталу Кузнеця. Проте для експериментальної вибірки дослідження на прикладі США показало U-подібну еволюцію нерівності в доходах. Автор обґрунтував, що зменшення віддачі від накопичення людського капіталу зменшує нерівність.

Метою проведення бібліометричного аналізу існуючої наукової літератури з тематики взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки, виявити ключові тенденції, прогалини та напрямки подальших досліджень.

Для досягнення поставленої мети бібліометричне дослідження спрямоване на вирішення таких завдань, як:

- пошук наукових досліджень в наукометричній базі даних Scopus за тематикою визначення взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю;
- виконати побудову хмари ключових слів;
- сформувати тематичну та семантичну карти ключових слів;
- побудувати кумулятивний графік;

- продемонструвати тренди дослідницьких термінів у часі;
- створити мережевий граф ключових слів та країн походження наукових праць;
- побудувати тематичний простір взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю;
- виконати створення алювіальної діаграми та географічної карти зв'язків.
- сформувати базу даних індикаторів для подальшого оцінювання взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівності в контексті розвитку національної економіки;

Для проведення бібліометрії використано веб-ресурс Bibliometrix [11], реалізований мовою програмування R у середовищі R Studio.

Пакет Bibliometrix надає можливість реалізувати поставлені завдання дослідження та визначити із застосуванням кількісних методів аналізу та статистики публікацій продуктивність дослідників та установ, структуру та динаміку наукових досліджень щодо виявлення взаємозв'язків між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки, виявити ключові тенденції наукових досліджень

Отже, Bibliometrix – це потужний інструмент для сучасних дослідників, які прагнуть розібратися у величезному морі наукової літератури, сприяє глибшому розумінню наукового ландшафту, дозволяє виявити найперспективніші напрямки для подальших досліджень. Веб-ресурс Bibliometrix є безкоштовним програмним пакетом з відкритим вихідним кодом на мові R, надає широкий спектр можливостей для кількісного аналізу публікацій, авторів, журналів, країн та інших аспектів наукової діяльності. З його допомогою можна виявити найбільш впливові статті та авторів, проаналізувати мережі співпраці між дослідниками та установами, визначити ключові теми та напрямки розвитку у певній галузі, а також дослідити моделі цитування та вплив наукових робіт. Bibliometrix [11] за допомогою команди Biblioshiny () надає можливість імпортувати дані з популярних

наукометричних баз даних, таких як Scopus, Web of Science, онлайн-ресурс пошуку патентів і наукової літератури Lens, бази даних дослідницьких грантів Dimensions, що пов'язує гранти з ефективними публікаціями та патентами, Кокранівської бібліотека (Cochrane Library) – бази даних з доказової медицини, що містить систематичні огляди, реферати та дослідження з усіх галузей медицини та охорони здоров'я, безкоштовної бази даних біомедичних та наукових досліджень PubMed .

Отже, основними функціями пакету Bibliometrix, що стають доступними після введення в консоль команди Biblioshiny () є завантаження та конвертація даних, аналіз даних, описовий бібліометричний аналіз, створення фрейму бібліографічних даних, узагальнення основних результатів бібліометричного аналізу, визначення найбільш цитованих посилань та авторів, визначення найбільш цитованих локальних (місцевих) авторів, розрахунок рейтингу домінування авторів, вимір продуктивності і впливу цитування вченого, визначення тематичної схожості між двома наборами за допомогою коефіцієнта Жаккара або індекса Солтона [230]. Коефіцієнт подібності Жаккара, запропонований Полем Жаккардом в 1901 році, визначається як частка спільних елементів між двома наборами, та належить інтервалу [0; 1]:

$$J = \frac{C}{A + B - C}, \quad (1.1.1)$$

де  $J$  – коефіцієнт подібності Жаккара;  $C$  – кількість спільних елементів в наборі  $A$  та наборі  $B$ ;  $A$  – загальна кількість елементів у першому наборі;  $B$  – загальна кількість елементів у другому наборі.

При цьому, якщо:

$J = 0$  – подібність відсутня (ніяких спільних елементів);

$J = 1$  – всі елементи однакові.

Чим ближче значення коефіцієнта Жаккара до 1, тим більше схожі два набори.



Таким чином, коефіцієнт подібності Жаккара дозволяє виявити пари авторів, які пишуть на схожі теми або співпрацюють над спільними проектами, дозволяє відстежувати, як ідеї та теми поширюються через мережу рукописів. А з іншого боку – для порівняння рукописів з метою виявлення потенційного плагіату.

Індекс Солтона є модифікацією коефіцієнта подібності Жаккара та враховує частоту спільних елементів:

$$S = \frac{C}{A + B - C + tf'} \quad (1.1.2)$$

де  $S$  – індекс подібності Солтона;  $C$  – кількість спільних елементів в наборі  $A$  та наборі  $B$ ;  $A$  – загальна кількість елементів у першому наборі;  $B$  – загальна кількість елементів у другому наборі;  $tf' > 0$  – параметр, який контролює вагу частоти спільних елементів (чим вище значення  $tf'$ , тим більше ваги надається частоті спільних елементів).

Отже, *Bibliometrix* використовує наступні типи інформації з вищезгаданих баз даних: назва статті, автори та їх ідентифікатори, джерело, назва джерела, тип джерела, рік публікації, том, випуск, сторінки, DOI, EID, ключові слова, кількість цитувань, інформація про те, які статті цитують певну статтю, видавці, імпакт-фактор та сфера охоплення, інформація про країни, такі як кількість публікацій за обраною тематикою та цитувань [5].

В межах даного дослідження вхідною вибіркою є масив публікацій, що індексуються базою даних Scopus [231].

За результатами пошукового запиту «TITLE-ABS-KEY («human capital» AND «social AND economic AND inequality»)), що потенційно дозволяє виявити напрямки взаємозв'язків між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки в наукометричній базі Scopus, отримано 900 наукових робіт пов'язаних з даною

тематикою, опублікованих в період 1978-2022 роки. Хмару ключових слів зображено на рисунку 1.1.1.

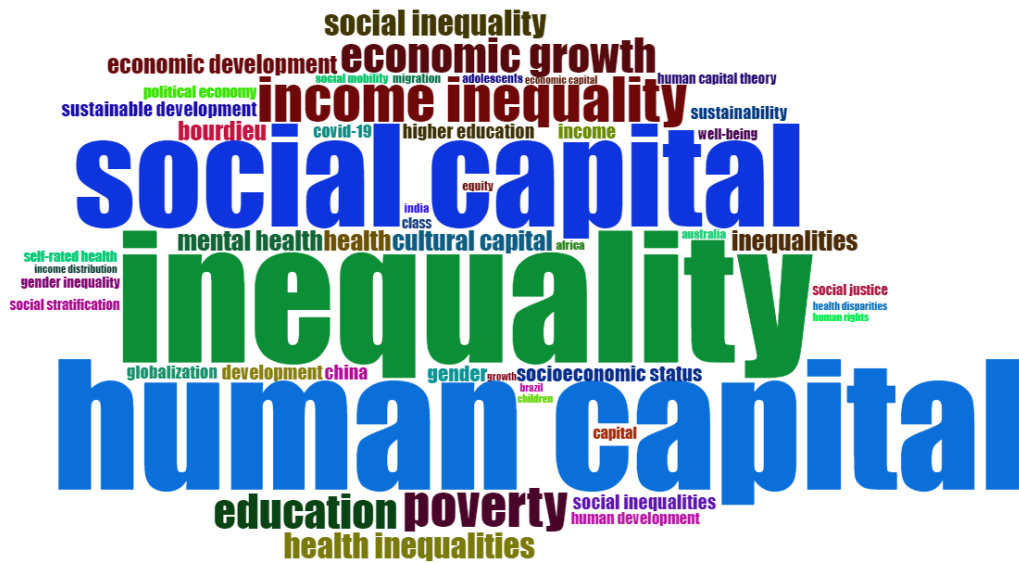


Рисунок 1.1.1. Хмара ключових слів за запитом взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Побудована хмара (рис. 1.1.1), присвячена тематиці соціально-економічної нерівності та людського капіталу, в своєму складі має такі ключові слова (їхня кількість відображена в дужках): нерівність (98), людський капітал (97), соціальний капітал (77), нерівність доходів (34), бідність (31), економічне зростання (26), освіта (26), нерівність у здоров'ї (19), соціальна нерівність (19), культурна столиця (15), здоров'я (15), нерівності (15), психічне здоров'я (15), економічний розвиток (14), стать (12), соціально-економічний статус (12), Китай (11), розвиток (11), вища освіта (11).

Центральними темами є дві головні категорії – соціальна нерівність та людський капітал. Соціальна нерівність охоплює різні аспекти життя людей такі, як нерівність доходів, гендерна нерівність, нерівність у доступі до освіти та охорони здоров'я. Якість людського капіталу досліджуються в контексті знань, навичок, здоров'я та освіти. Зацікавленість науковців до означених аспектів соціальної нерівності та якості людського капіталу зумовлена

дослідженням їх взаємозв'язків та тенденцій, потенційних впливів на розвиток національної економіки, адже головним двигуном економічного зростання та соціального розвитку в стрімких мінливих умовах сьогодення є людський капітал. Так, наприклад, нерівність у доступі до освіти та охорони здоров'я гальмує зростання висококваліфікованої робочої сили, і, навпаки, забезпечення вищих заробітних плат сприяє зменшенню бідності та нерівності. Соціологи-практики [232,233], економісти [234,235,236] підкреслюють пріоритет якості освіти, навіть, якщо отримані знання не знаходять застосування на ринку праці, оскільки знання потрібні для вирішення багатьох соціальних проблем на рівні кожної країни та глобального простору.

Зручним інструментом пакету Bibliometrix для візуалізації ієрархії ключових слів за тематикою бібліометричного та наукометричного дослідження взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки є деревоподібна карта. Пріоритет ключових слів будується в ній зліва на право, а розміри прямокутників відображають популярність та поширеність даної тематики у кількісному вираженні (у скількох публікаціях з відібраного масиву досліджень використовують науковці те чи інше ключове слово) та у відсотковому вираженні від загальної кількості ключових слів (рис. 1.1.2).



Рисунок 1.1.2. Деревоподібна карта взаємозв'язку людського капіталу та соціально- економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Отже, результати візуального розподілу ключових слів за напрямком досліджень, присвячених взаємозв'язку людського капіталу та соціально- економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки свідчать, що найбільша кількість публікацій присвячена людському капіталу та нерівності (12%). Наступний рівень формують публікації, де науковці використовують ключові слова соціальний капітал (10%), нерівність доходів (4%) та бідність (4%). Економічному зростанню та освіті присвячено 3% публікацій, нерівності здоров'я, соціальній нерівності, культурному капіталу, економічному розвитку – 2%. Решті тематик, що характеризують взаємозв'язок між людським капіталом та соціально-економічною нерівності з використанням всіх інших ключових слів, що представлені в хмарі (рис. 1.1.1) присвячено кількість публікацій в межах від 6 до 11, тобто 1% від всього масиву вхідної вибірки наукометричного аналізу.

Загалом, деревоподібна карта (рис. 1.1.2) надає можливість сформуванню розуміння поширеності наявних тематик в розрізі досліджень людського капіталу та соціально- економічної нерівності та підкреслює багатогранний характер даної проблематики.

На рисунку 1.1.3 зображено графік, що характеризує кумулятивну кількість ключових слів, а саме – культурний капітал, економічне зростання, освіта, нерівність здоров'я, людський капітал, нерівність доходів, нерівність, бідність, соціальна нерівність, соціальний капітал, що використовували науковці в своїх публікаціях, проіндексованих наукометричною базою Scopus в період з 1986 року по 2022 рік.

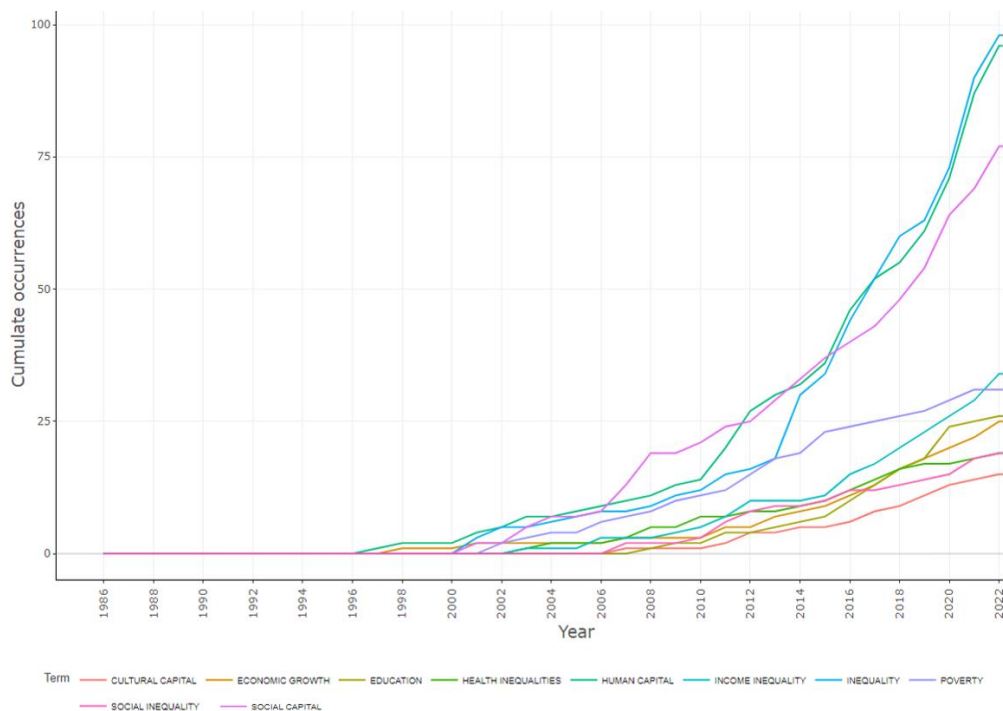


Рисунок 1.1.3. Кумулятивний графік кількості згадок кожної тематики.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Графік рисунку 1.1.3 демонструє кумулятивну криві лінії для тем, що стосуються питань взаємозв'язку між людським капіталом та соціально- економічною нерівності в контексті розвитку національної економіки. Кожна лінія становить собою окрему тему, так жовтогарячий колір – це культурний капітал з першими згадуванням у 2007 році, в період до 2022 року набрав 15%

кумулятивного вкладу вчених в розвиток тематики. Жовтий колір символізує собою економічне зростання. Його перше згадування відбулося в 1998 році, а до 2022 року кумулятивний внесок науковців склав 25%. Оливковий колір відповідає за тематику «освіта», перше згадування якої відбулося у 2008 році, й до 2022 року накопичений досвід вчених склав 26% кумулятивного вкладу. Салатовий колір відповідає тематиці нерівності у сфері охорони здоров'я. Згадування цієї тематики вперше відбулося у 2003 році та до 2022 року отримало 19% кумулятивного вкладу. Темно-зелений колір відповідає тематиці людського капіталу, його перше згадування відбулося в 1997 році та до 2022 року набрало 96% кумулятивного вкладу. Нерівність доходів на графіку відображається світло-синім кольором, перше згадування датується 2003 роком, до 2022 року набуло 34% кумулятивного вкладу. Тематика нерівності представлена голубим кольором, перше згадування якої відбулося у 2003 році, а до 2022 року набрало 98% кумулятивного вкладу. Тематика бідності продемонстрована фіолетовим кольором. Проблеми бідності серед масиву відібраних публікацій вперше науковці почали досліджувати у 2002 році, а до 2022 року набуло кумулятивного ефекту в розмірі 31%. Соціальна нерівність подана рожевим кольором на графіку (рис. 1.1.3), перше згадування відбулося у 2007 році й до 2022 року кумулятивний ефект накопичився до 19%. Соціальний капітал на графіку представлено фіолетовим кольором, перше згадування датується 2001 роком, до 2022 року кумулятивний ефект сформувався на рівні 77%.

Усі лінії на графіку демонструють загальну тенденцію до зростання, що свідчить про збільшення інтересу дослідників до всіх означених на графіку тем з часом. Видно, що соціальні та економічні проблеми стають все більш важливими темами для наукових досліджень в період з 2012 по 2022 роки.

Деякі теми, такі як "Соціальний капітал", "Нерівність" та "Людський капітал", демонструють стрімке зростання в порівнянні з іншими тематиками, особливо після 2014 року. Це вказує на зростання запитів у суспільства на дослідження за даною тематикою з приводу цих проблем. Загалом, цей графік

надає корисний огляд тенденцій у дослідженні соціальних та економічних питань.

Рисунок 1.1.4 відображає тренди до дослідницьких термінів у часі, в період з 2001 року по 2021 рік. Дослідницькі терміни упорядковані за збільшенням медіанного показника року появи та використання (рис. 1.1.4).

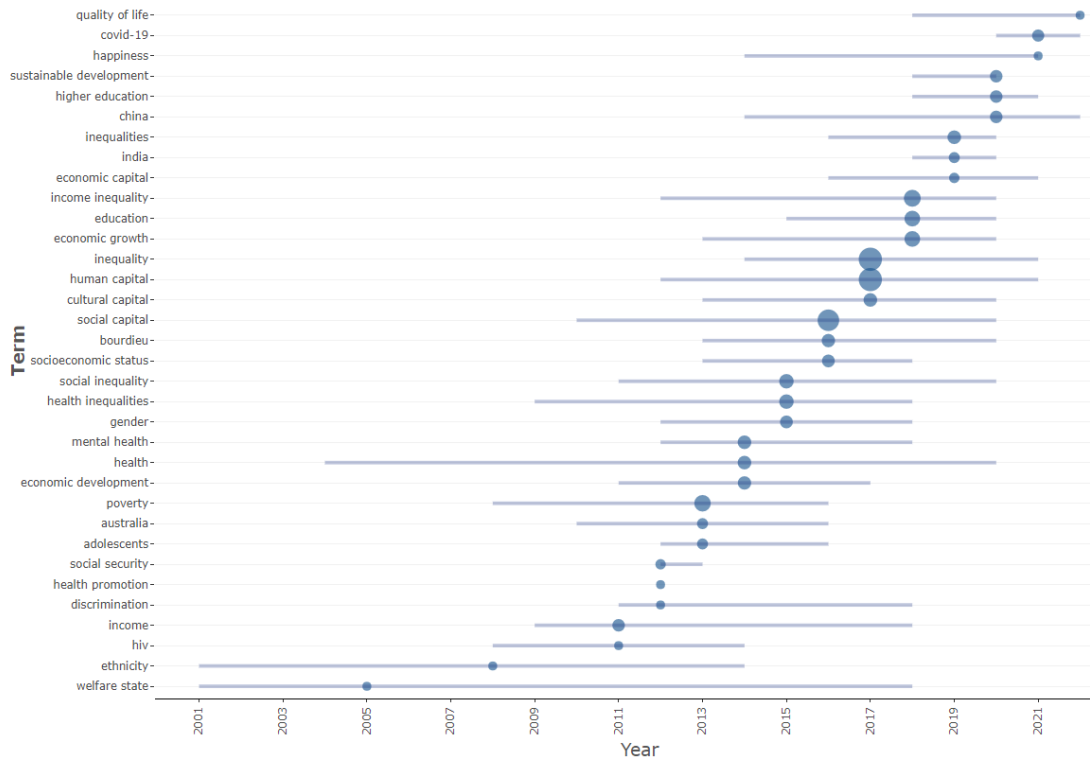


Рисунок 1.1.4. Тренди дослідницьких термінів у часі.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Точки на (рис. 1.1.4) представляють собою медіану року, в якому певний термін з'являвся у дослідницьких роботах. Горизонтальні лінії – діапазон років, в яких термін зустрічався у дослідженнях. Чим довша лінія, тим ширший діапазон років і, відповідно, довша "історія" використання терміну. Розмір точки говорить про відносну частоту використання терміну. Чим більша точка, тим частіше термін зустрічався у дослідженнях.

Так, теми, зв'язані з різними видами нерівності (нерівність, нерівність доходів, соціальна нерівність), демонструють початок тренду з 2012 року до 2020 року. В даний період часу винило занепокоєння науковців щодо розриву між багатими та бідними, а також інших форм соціальної нерівності такі, як

нерівність у здоров'ї, тренд на дослідження відбувся в період з 2009 до 2018 року.

Важливість тематики людського капіталу продемонстрована трендом з 2012 року до 2021 року. Це свідчить про визнання важливості освіти, навичок та здоров'я для економічного розвитку та добробуту. Тематика соціального капіталу була трендовою в період з 2010 року по 2020 рік. Такий тривалий період говорить про важливість соціальних зв'язків, довіри та співпраці для суспільного розвитку.

Теми, пов'язані зі здоров'ям (здоров'я, психічне здоров'я, нерівність у здоров'ї), залишаються актуальними протягом усього періоду, так тематика здоров'я має один з самих протяжних періодів популярності з 2004 по 2020 рік. Теми, пов'язані з економікою (економічний розвиток, економічне зростання, соціально-економічний статус, економічний капітал) зберігають свою актуальність в умовах сьогодення, свій початок деякі тематики беруть з 2013 .

Також слід зазначити, що дослідження взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю проводились в окремих країнах – Австралія, Китай, Індія (рис. 1.1.4). Ці дослідження мають різні трендові періоди. Так дослідження взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в Китаї було в тренді з 2014 по 2022 роки, для Австралія тренд склав з 2010 по 2016 роки, а для Індії – з 2018 по 2020 роки. Все ж таки більшість трендових тем для досліджень зосереджені більш на глобальних проблемах, таких як нерівність, сталий розвиток, якість життя, людський капітал.

Дослідники завжди шукають шляхи вирішення проблеми нерівності, так, зростання інтересу до нерівності корелює зі зростанням інтересу до соціального капіталу та людського капіталу.

Інтерес в сфері економічного зростання корелює зі зростанням інтересу до сталого розвитку. Таким чином дослідники шукають шляхи забезпечення економічного зростання в розрізі соціальної стійкості.



Загалом, рисунок 1.1.4, демонструє, що дослідники все більше зосереджуються на глобальних проблемах, таких як нерівність, сталий розвиток, якість життя, а також на важливості людського та соціального капіталу.

Побудований мережевий граф (рис. 1.1.5) візуалізує наявні зв'язки між різними поняттями, що стосуються соціального та людського капіталу, нерівності та розвитку.

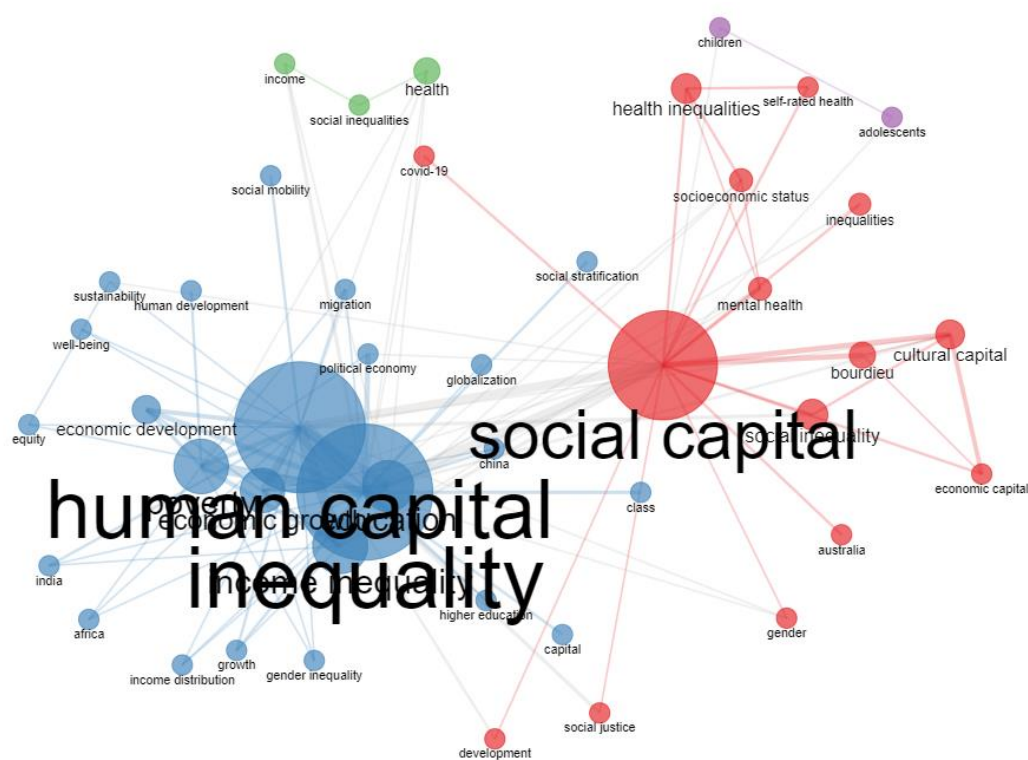


Рисунок 1.1.5. Мережевий граф в розрізі взаємозв'язків людського капіталу та соціально-економічної нерівності.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Граф (рис. 1.1.5) містить 4 кластери ключових слів, що характеризують взаємозв'язки людського капіталу та соціально-економічної нерівності. Ключовими поняттями кластеру, що позначений синім кольором є людський капітал та нерівність, а інші ключові слова, що знаходяться в цій групі визначають пов'язані з ними аспекти: зростання, гендерна нерівність, нерівність доходів, соціальне розшарування, бідність, міграція, політична економія, розподіл доходів, власний капітал, економічний розвиток, вища

освіта, благополуччя, глобалізація, стійкість, капітал, людський розвиток. Описані ключові слова утворюють єдиний кластер з двома основними центрами.

Друга група (червоного кольору) менша за численністю ключових слів та їх взаємозв'язків, має одне головне ключове слово – це соціальний капітал. Складовими групи є такі ключові слова: нерівність у здоров'ї, соціальна нерівність, культурна столиця, нерівності, ментальне здоров'я, стать, соціально-економічний статус, розвиток, COVID 19, самооцінка здоров'я, соціальна справедливість, економічний капітал. Червона група відображає цінність соціальних мереж та взаємодій, які сприяють співпраці, довірі та взаємодопомозі.

Третя група (зелена кольору) складається лише з трьох ключових слів: здоров'я, дохід, соціальні нерівності. Дана група підкреслює наявний зв'язок між складовими, виділяючи їх в окремий кластер.

Четверта група (фіолетова) налічує лише 2 ключові слова: підлітки та діти. Ключові слова четвертої групи мають зв'язане поняття про людей в віці від 0-16 років.

Отже, мережевий граф, зображений на рисунку 1.1.5, демонструє наявні взаємозв'язки між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю. Він підкреслює важливість соціальних зв'язків, інвестицій в освіту та охорону здоров'я, а також боротьби з нерівністю для досягнення сталого розвитку та добробуту.

Квадратна мережева матриця, що отримана за допомогою бібліометричної функції biblioNetwork (), являє собою тематичний простір, що показує чотири напрямки в тематиках – це базові теми, емерджентні або теми, що занепадають, нішеві теми (теми спеціалізованого або певного цільового сегменту) та провідні теми (motor themes) (рис. 1.1.6).



Рисунок 1.1.6. Тематичний простір дослідження взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Базові теми – це фундаментальні тематики, що часто згадуються, але не досліджуються достатньо глибоко. Наступні теми відносяться до цього сегменту матриці (рис. 1.1.6): 1) нерівність, соціальний капітал, навчання; 2) людський капітал, нерівність у доходах, бідність; 3) ментальне здоров'я, соціо-економічні фактори; 4) нерівність у здоров'ї, соціо-економічний статус, самооцінка здоров'я. Крім того, тематики пунктів 1) та 2) мають спільні частини (сегменти), що перетинаються, що вказує на зв'язок між темами.

Провідні теми – це важливі теми, які привертають увагу, але потребують подальших досліджень, вони є вирішальними для просування та зростання дослідницької області. До цих тем належать: 1) здоров'я, нерівність, дохід; 2) відмінності в стані здоров'я, соціальні детермінанти в здоров'ї.

Емерджентні теми являють собою нові або спеціалізовані теми, які мають потенціал для зростання та включають в себе наступні тематики: 1) неолібералізм; 2) теорія людського капіталу, людські права.

Нішеві теми – це добре вивчені та спеціалізовані теми. До них відносяться: 1) декомпозиція; 2) соціальна інтеграція; 3) культура, етнічна приналежність. При цьому до даного блоку матриці тематичних досліджень

потрапили три країни (Польща, Південна Африка, Бразилія), науковці яких займалися дослідженням наведених проблематик.

Розмір кола (рис. 1.1.6) відображає кількість публікацій, пов'язаних з темою. Перекриття кіл вказує на зв'язок між темами. Розташування тем на графіку відображає їх актуальність та рівень розвитку у дослідженнях. Теми, що знаходяться ближче до центру, мають більший потенціал для розвитку та інтеграції з іншими темами.

Отже, тематичний простір (рис. 1.1.6) надає корисний огляд різноманітних напрямків за типом досліджень. Квадратна матриця допомагає визначити ключові теми, виявити прогалини у знаннях та напрямки для подальших досліджень.

Іншим зручним інструментом, що дозволяє визначити тематичну еволюцію досліджень є – алювіальна діаграма, що представлена на рисунку 1.1.7, та відображає еволюції досліджень з 1978 по 2016 рік та з 2016 по 2022 рік.

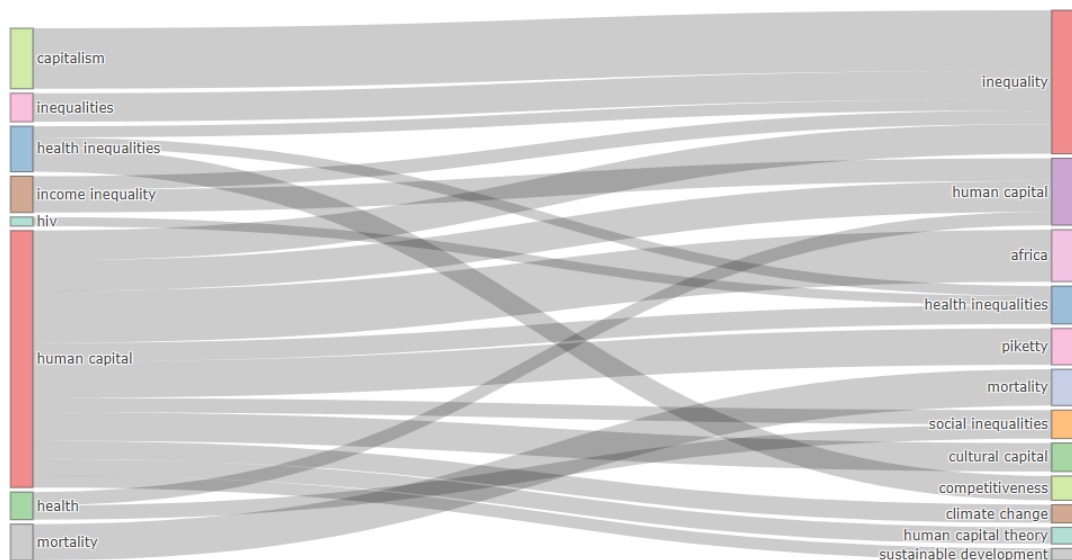


Рисунок 1.1.7. Алювіальна діаграма тематик наукових досліджень.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

На (рис. 1.1.7) зображено алювіальну діаграму, яка візуалізує еволюційний зв'язок між двома наборами ключових слів. Ліва частина діаграми представляє набір ключових слів в період 1978-2016 рік, що

стосувались питання взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки, а права – 2016-2022. З'єднуючі лінії демонструють, як ключові слова змінилися з плином часу.

Дослідження в тематиці «капіталізм» еволюціонувало в тематику «нерівність». Дослідження з тематикою нерівності зазнало еволюції з плином часу. За тематикою «нерівність в здоров'ї» відбулось розділення на 3 підтематика – «нерівність», «нерівність в здоров'ї» та «конкурентоспроможність». Тематика «нерівність в доходах» зазнала розподілу на 2 теми – це «нерівність» та «людський капітал». Тематика «здоров'я» еволюціонувала в напрямки «людський капітал» та «соціальна нерівність». Тематика смертності не зазнала змін. Щодо тематичних досліджень з приводу людського капіталу, вони зазнали значного розподілу та еволюціонували в напрямки: нерівність, людський капітал, нерівність в здоров'ї, Пикетті (дослідження французького економіста Томаса Пикетті, що пов'язані з майновою нерівністю), соціальна нерівність, культурний капітал, кліматичні зміни, теорія людського капіталу, сталий розвиток.

Отже, алювіальна діаграма (рис. 1.1.7) дозволяє візуалізувати складні взаємозв'язки між різними концепціями людського капіталу та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки.

Крім того, унікальною особливістю пакету Bibliometrix є можливість проведення кореспондентного аналізу за відібраними ключовими словами. Семантична карта наукових понять відображена на рисунку 1.1.8 та демонструє об'єднані групи складових людського капіталу та соціально-економічної нерівності в світі.

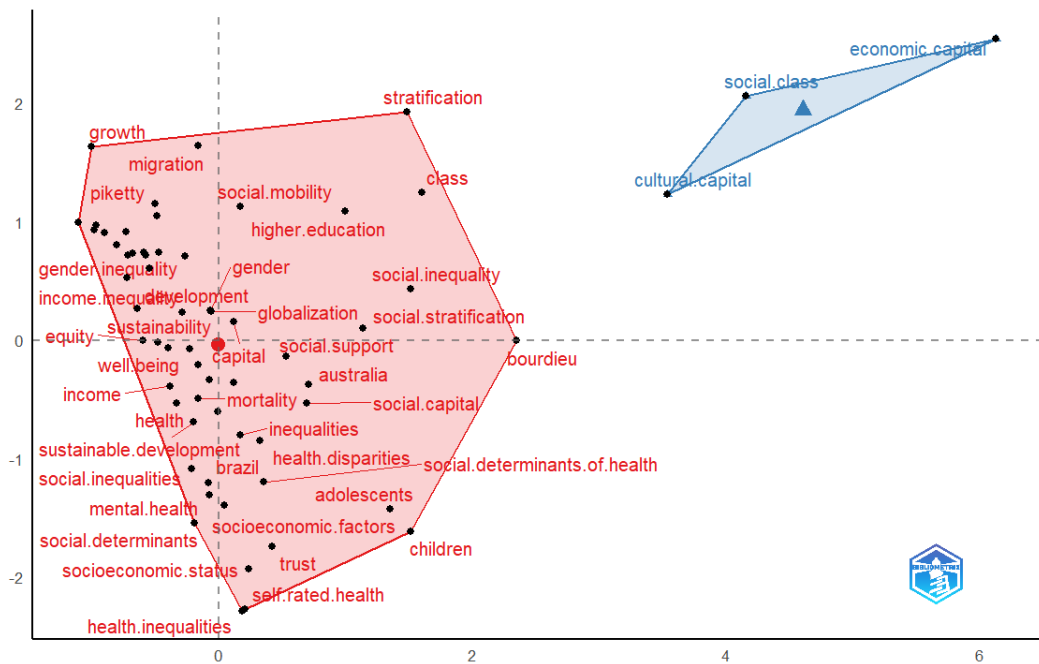


Рисунок 1.1.8. Семантична карта наукових понять.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Червона група на карті (рис. 1.1.8) практично отримала в свій склад всі ключові слова, а саме: нерівність, людський капітал, соціальний капітал, нерівність доходів, бідність, економічного зростання, освіта, нерівність у здоров'ї, соціальна нерівність, здоров'я та інші.

До синьої групи відносяться лише 3 ключових слова культурний капітал, економічний капітал, соціальний клас.

На рисунку 1.1.9 зображено мережевий граф досліджень взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки в розрізі країн походження наукової праці.

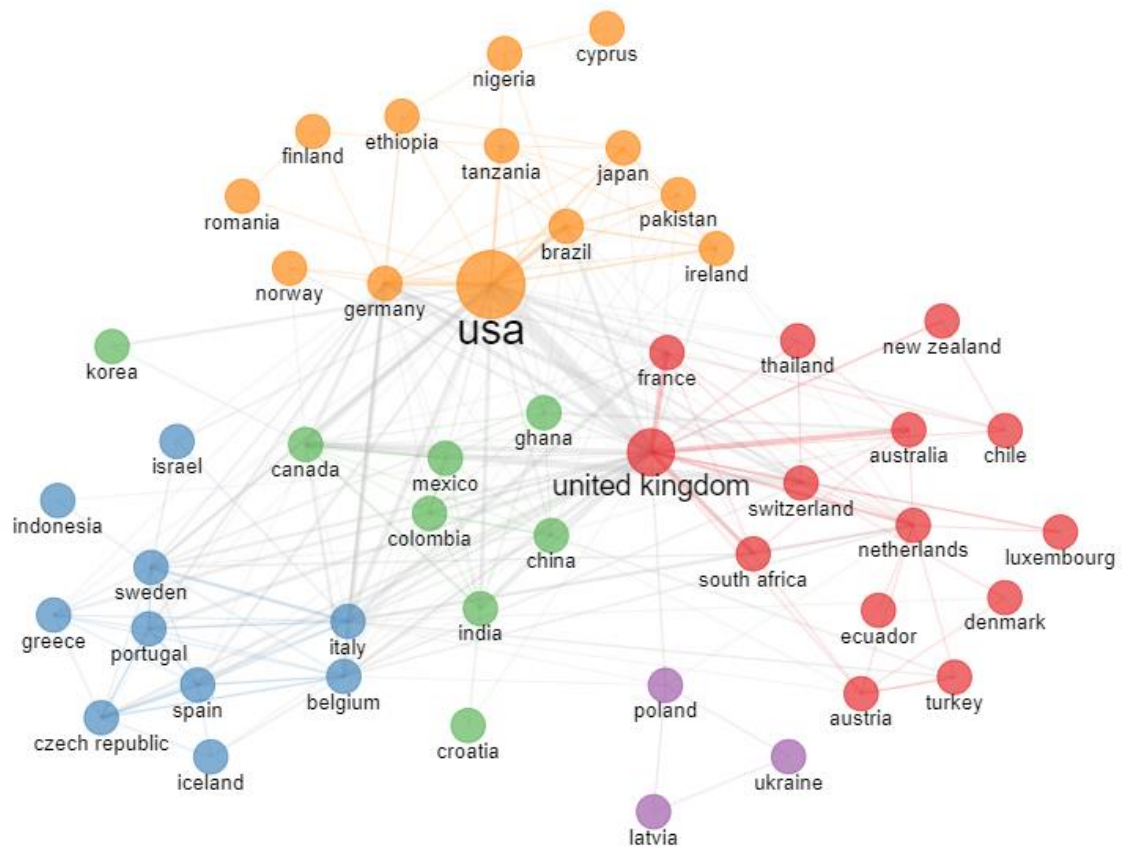


Рисунок 1.1.9. Мережевий граф зв'язків між країнами в дослідженні.  
Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Кластеризація країн містить 5 груп. Червона група налічує 16 країн – Об'єднане Королівство, Австралія, Нідерланди, Південна Африка, Швейцарія, Франція, Австрія, Данія, Нова Зеландія, Туреччина, Еквадор, Таїланд, Чилі, Люксембург. Науковці з цих країн спільно публікували праці за тематикою дослідження взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки.

Блакитна група включає в себе 10 країн: Італія, Іспанія, Бельгія, Португалія, Швеція, Індонезія, Ізраїль, Чеська Республіка, Греція, Ісландія.

Зелена група в своєму складі має 8 країн: Китай, Канада, Індія, Корея, Хорватія, Колумбія, Мексика, Гана.

Жовтогаряча група включає в себе 13 країн: США, Бразилія, Німеччина, Норвегія, Японія, Румунія, Нігерія, Пакистан, Ірландія, Танзанія, Ефіопія, Фінляндія, Кіпр.

Фіолетова група складається з 3 країн: Польща, Україна, Латвія.

Наочну візуалізацію взаємозв'язків науковців з різних країн, які досліджували вищезазначену проблематику, зручно продемонструвати за допомогою географічної мапи (рис. 1.1.10)

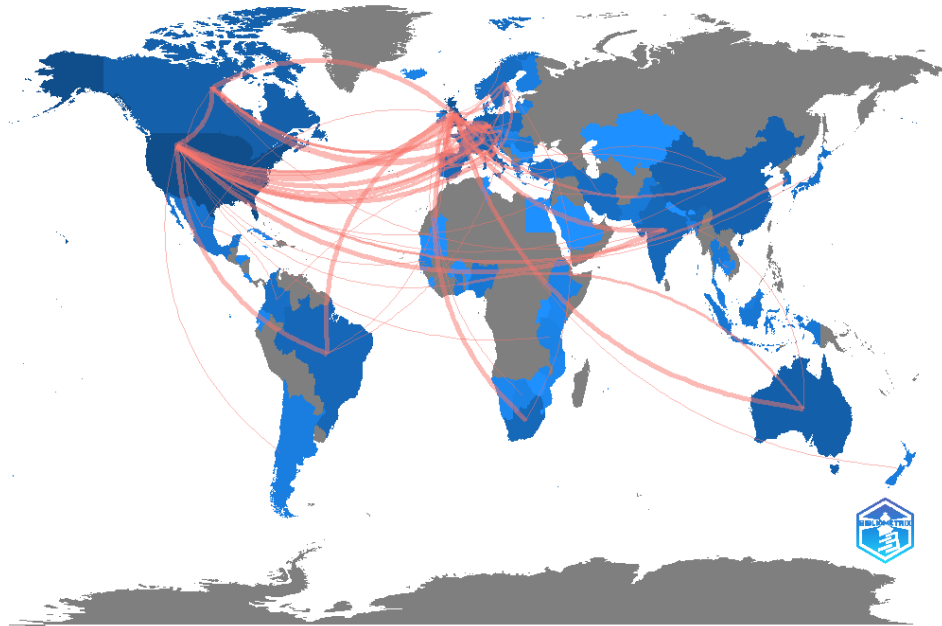


Рисунок 1.1.10. Географічна мапа зв'язків.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Отже, рисунок 1.1.10 відображає всі зв'язки в дослідженнях науковців світу за тематикою взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки в період 1978-2022 років.

Також слід зазначити, що для наукометричного аналізу в сучасному світі дослідники широко застосовують SciientoPy – програмне забезпечення з відкритим кодом на мові програмування Python, та має різноманітний спектр функцій для аналізу наукових публікацій. Він дозволяє імпортувати набори даних з Web of Science (WoS) та Scopus, а також фільтрувати публікації за типом документа. SciientoPy також може об'єднувати набори даних WoS та Scopus, знаходити та видаляти дублікати документів, а також визначати H-індекс для досліджуваних тем, ідентифікувати найпопулярніших авторів, країни чи установи. SciientoPy також надає попередню обробку коротких



графіків та таблиць звітів, аналіз найпопулярніших тем та пошук за шаблонами. Крім того, він дозволяє ідентифікувати популярні теми з використанням найвищого середнього темпу зростання (AGR) та пропонує п'ять різних графіків візуалізації: смуга, ряд тенденцій, часова шкала, еволюція та хмара слів. Зручний графічний інтерфейс користувача ScientoPy спрощує проведення наукометричного аналізу та аналіз отриманих результатів [237].

На рисунку 1.1.11 відображено стовпчасту діаграму за ключовими словами, що знайдені за результатами пошукового запиту в наукометричній базі Scopus «TITLE-ABS-KEY ( «human capital» AND «social AND economic AND inequality»)»

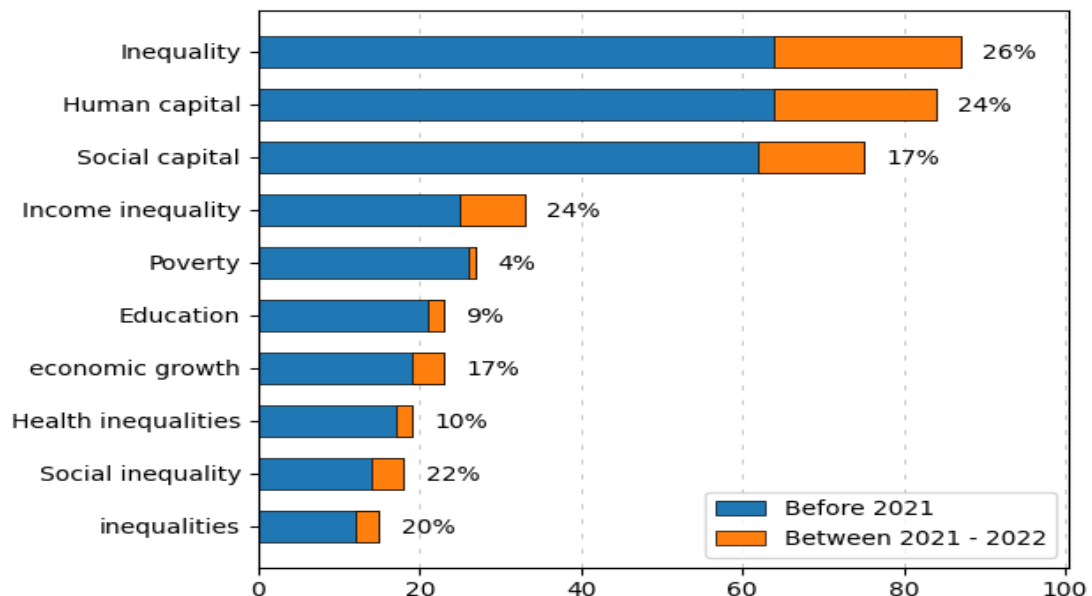


Рисунок 1.1.11. Стовпчаста діаграма за ключовими словами.

Джерело: розроблено автором при використанні ScientoPy [237]

Сині смужки представляють відсоток статей, опублікованих до 2021 року, тоді як помаранчеві смуги представляють відсоток статей, опублікованих між 2021 і 2022 роками.

Проведений наліз надав змогу визначити показник h-індекс для ключових слів. h-індекс – це метрика, що застосовується для оцінки продуктивності та впливу науковця, дослідника або навіть ключових слів дослідження. Він поєднує в собі кількість публікацій та кількість цитувань,

надаючи більш збалансований погляд на вплив, ніж просто кількість публікацій або цитувань окремо.

Так отримали наступні значення (ключове слово показник h-індекс) нерівність 21, людський капітал 20, соціальний капітал 24, нерівність доходів 13, бідність 12, освіта 11, економічне зростання 7, нерівність у здоров'ї 11, соціальна нерівність 12, нерівностей 7.

Зібрана інформація, повідомляє про відносну важливість та популярність досліджуваних тем у науковій літературі. Так нерівність у різних її проявах (доходи, здоров'я, соціальна) є домінуючою темою з h-індексом 21. Це свідчить про значний інтерес дослідників до цієї проблеми та наявність великої кількості публікацій. Людський капітал та соціальний капітал також мають високі h-індекси (20 та 24), що підкреслює їх важливість для розвитку суспільства та економіки. Теми бідності, освіти, економічного зростання та нерівності у здоров'ї мають дещо нижчі, але все ще значущі h-індекси (11-13), що вказує на їх актуальність та наявність досліджень у цих сферах. Дослідження проблем нерівності, людського та соціального капіталу є важливими напрямками сучасної науки.

В процесі бібліометричного дослідження сформовано базу наукових публікацій з 900 одиниць, що присвячені питанням взаємозв'язку між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки та проіндексовані наукометричною базою даних Scopus за період з 1978-2022 років. На основі сформованого масиву публікацій з використанням пакету *Vibliometrix* створено хмару ключових слів та деревоподібну карту, що надають візуальне відображення напрямків досліджень та їх внесок в формування даної сфери досліджень. Комплексну характеристику взаємозв'язків між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю, а також виявлення індикаторів, що формують якість людського капіталу, визначають соціально-економічну нерівність, гальмують чи сприяють розвитку національної економіки отримано за допомогою кореспондентного аналізу та серії карт, графів та діаграм, а саме,

деревоподібної карти, семантико-тематичної карти, мережевого графа, трендовий граф, кумулятивного графіка, алювіальної діаграми, географічної мапи. Зокрема, кумулятивний графік дозволив візуалізувати накопичення кількості згадок тематики дослідження з часом та визначити загальні тенденції. Графік трендів дослідницьких термінів дозволив визначити тенденції досліджень, що відбувалися на часовому проміжку з 1978 року по 2022 рік. Тематичний простір відобразив належність напрямків досліджень науковців до груп, що відповідають базовим темам, провідним, емерджентним або темам, що занепадають, нішевим темам. Алювіальна діаграма дозволила визначити напрямки еволюції досліджень на прикладці ключових слів. Отримана в ході аналізу діаграма розділила дослідження на дві часові групи – 1978-2016 роки та 2016-2022 роки та відобразила динаміку еволюції ключових слів.

Отже, комплексний бібліометричний аналіз виявив тісний взаємозв'язок між людським капіталом та соціально-економічної нерівністю в умовах розвитку національної економіки, а також дозволив визначити показники, що корелюють з ними та характеризують якість людського капіталу та можуть бути використані для подальшого моделювання взаємозв'язків. А також проведене наукометричне дослідження слугуватиме підґрунтям для аналітиків-дослідників та сприятиме розумінню наукового ландшафту окресленої проблематики.

В наш час людство має одну з найдавніших невирішених проблем – людська нерівність. Саме завдяки нерівності в сучасному світі можлива різка диференціація, така, за якою люди живуть поза межею бідності та не мати можливостей для зміни становища, коли по інший бік є люди, які завжди збагачуються. Причинами нерівності виступають такі системи як ринок праці, освіта та її доступність, рівень здоров'я та тривалість життя, екологія. Найсильніші негативні наслідки впливу людської нерівності можна побачити в межах стану здоров'я людей, тривалості життя, економічного та соціального добробуту, соціальної мобільності.

Нерівність в житті людини зустрічається дуже часто. Люди, які потрапляють за межу нерівності, стають заручниками стану. Нерівності роблять життя людей невпевненим, житті зникає довіра до суспільства та держави. Крім того, нерівність людей є заручником прогресу (економічного, інформаційного, технічного). Однак, з іншого боку, не кожна нерівність містить негативні риси та здійснює деструктивний вплив на розвиток як кожної особистості, та і держави в цілому. Так, наприклад, соціально-економічний статус батьків робить значний вплив на якість здоров'я та освіти дітей. Отже, актуальною задачею є всебічний та комплексний аналіз індикаторів, що визначають людську нерівність як фактор економічної категорії, а також аналіз показників, які є показниками-стимуляторами (зменшують значення коефіцієнту людської нерівності) та показниками-дестимуляторами (збільшують значення коефіцієнту людської нерівності), визначення ступеню їх впливу.

Отже, подальшим етапом дослідження є розробка регресійної моделі впливу індикаторів «коефіцієнт людської нерівності», «коефіцієнт Джині», «нерівність в очікуваній тривалості життя», «валовий національний дохід», «індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність» на індикатор «рівень людської нерівності».

У сучасному світовому стані актуальним та важливим питанням є детальний аналіз показників, що характеризують динаміку та тенденції змін соціума й економіки. Одним із таких показників є нерівність, а саме коефіцієнт людської нерівності. Об'єктивний аналіз можливий з використанням аналітичних економіко-математичних методів, методів багатовимірного статистичного аналізу (дескриптивного, кореляційного, факторного, регресійного), результати яких надають комплексне уявлення про зміст зазначеної проблематики – вплив та значущість показників на рівень людської нерівності.

Огляд наукових робіт розрізі нерівності та показника Джині є важливим для роботи, адже це дозволяє: отримати уявлення про поточний стан

досліджень в цій галузі, визначити основні теорії та методології, що використовуються для вивчення нерівності, оцінити вплив різних факторів на рівень нерівності, визначити перспективні напрямки для подальших досліджень.

Нерівність в житті людини зустрічається дуже часто. Люди, які потрапляють за межу нерівності, стають заручниками стану. Нерівності роблять життя людей невпевненим, воно стає без довіри до суспільства та держави. Крім того, нерівність людей є заручником прогресу (економічного, інформаційного, технічного). Однак, з іншого боку, не кожна нерівність містить негативні риси та здійснює деструктивний вплив на розвиток як кожної особистості, та і держави в цілому. Так, наприклад, соціально-економічний статус батьків робить значний вплив на якість здоров'я та освіти дітей.

Отже, актуальною задачею є всебічний та комплексний аналіз індикаторів, що визначають людську нерівність як фактор економічної категорії, а також аналіз показників, які є показниками-стимуляторами (зменшують значення коефіцієнту людської нерівності) та показниками-дестимуляторами (збільшують значення коефіцієнту людської нерівності), визначення ступеню їх впливу.

Актуальність проблематики підтверджується великою кількістю вітчизняних та зарубіжних публікацій науковців. Так за запитом TITLE-ABS-KEY («inequality» AND «human capital» AND «Gini coefficient») пошуковою системою наукометричної бази даних Scopus отримано перелік статей зі 935 документів з 1982 по 2022 рік.

Бібліометричний аналіз масиву отриманих публікацій засобом програмного забезпечення VOSviewer 1.6.16. Оскільки VOSviewer - це потужне програмне забезпечення для аналізу та візуалізації бібліографічних даних, яке допомагає дослідникам розкрити приховані закономірності у великих обсягах наукової літератури. За допомогою інтерактивних карт, що відображають зв'язки між авторами, журналами, ключовими словами та



На рисунку 1.1.13 представлено перелік найбільш вживаних ключових слів та кількість взаємозв'язків, що спільно використовуються науковцями світу. Перелік ключових слів від найбільш вживаних такий: нерівність у доходах, коефіцієнт Джині, нерівність, смертність, дохід, бідність, самооцінка здоров'я, соціальні детермінанти здоров'я, крива Лоренца, соціально-економічні фактори, багаторівневий аналіз, Японія, соціальний капітал, нерівність в галузі охорони здоров'я, Китай, розподіл, здоров'я, людський капітал, розподіл доходів, нерівність.

Selected	Keyword	Occurrences	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	income inequality	113	151
<input checked="" type="checkbox"/>	gini coefficient	114	130
<input checked="" type="checkbox"/>	inequality	89	115
<input checked="" type="checkbox"/>	mortality	17	32
<input checked="" type="checkbox"/>	income	18	31
<input checked="" type="checkbox"/>	poverty	16	28
<input checked="" type="checkbox"/>	self-rated health	13	28
<input checked="" type="checkbox"/>	social determinants of health	19	28
<input checked="" type="checkbox"/>	lorenz curve	18	27
<input checked="" type="checkbox"/>	socioeconomic factors	22	27
<input checked="" type="checkbox"/>	multilevel analysis	12	26
<input checked="" type="checkbox"/>	japan	11	25
<input checked="" type="checkbox"/>	social capital	12	25
<input checked="" type="checkbox"/>	health inequalities	18	24
<input checked="" type="checkbox"/>	china	16	21
<input checked="" type="checkbox"/>	distribution	9	18
<input checked="" type="checkbox"/>	health	10	18
<input checked="" type="checkbox"/>	human capital	9	16
<input checked="" type="checkbox"/>	income distribution	11	16
<input checked="" type="checkbox"/>	inequalities	13	16

Рисунок 1.1.13 – Перелік топ ключових слів за тематикою «людська нерівність та коефіцієнт Джині»

Джерело: побудовано автором за результатами бази даних Скопус засобами програмного інструментарію VOSviewer [238]

При огляді досліджень вітчизняних вчених Маркіної І. А., Калініченко О. В., Лесюк В.С. [0], Мороз С. В. [2], Опалько В. В. [3], Коваль Н. В. [4], Волошиної С. В., Скубіліної А. В., Чеботаренко А. Н. [5], Ляшенко О. М., Думи Л. В., Бажанова Н. В. [6] на тематику нерівності та чинників, які впливають на неї, слід акцентувати, що автори розглядають питання в різних проявах людської нерівності та на різних рівнях світового впливу. На міжнародному рівні нерівність розглядають наступні автори в своїх працях: Шимонович М., Пірс А., Томсон Х., Маккартні Г., Катікіредді С.В. [7], Судо Н. [8], Сігел А., Шуг Дж.Ф., Рігер М.А.[9], Ненов Дж., Ненов А., Священик А., Кемпбелл К.М.,

Тумін Д. [10]. Вони проводять огляд нерівності в розрізі місцевості країн, враховуючи доходи, рівень економічного розвитку країни та наслідки пандемії.

Крім того, проведений бібліометричний аналіз засобами веб-ресурсу Bibliometrix [11], мови програмування R та середовища R Studio дозволив виділити групи найбільш значущих журналів за галузями, кількістю опублікованих статей в них науковцями світу за тематикою дослідження впливу соціально-економічних факторів та детермінант здоров'я на індикатор людської нерівності, а також виділити найбільш значущі країни за загальною кількістю цитованості аналізованих публікацій авторів в розрізі тематики дослідження.

В таблиці 1.1.1 відображено топ-25 найбільш релевантних журналів за кількістю в них опублікованих статей в розрізі дослідження впливу соціально-економічних факторів та детермінант здоров'я на індикатор людської нерівності для підвищення економічного зростання.

Таблиця 1.1.1 – Найбільш релевантні джерела

Журнал	Статті
SOCIAL SCIENCE AND MEDICINE	27
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH	22
BMC PUBLIC HEALTH	13
PLOS ONE	12
EUROPEAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	7
HEALTH POLICY	7
JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY AND COMMUNITY HEALTH	7
REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA/PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	7
AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	6
COMMUNITY DENTISTRY AND ORAL EPIDEMIOLOGY	6
HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL	6
SOZIAL- UND PRÄVENTIVMEDIZIN SPM	6
WORLD HEALTH STATISTICS QUARTERLY	6
AGING AND MENTAL HEALTH	5
BMC HEALTH SERVICES RESEARCH	5
BMJ OPEN	5
HEALTH AND QUALITY OF LIFE OUTCOMES	5
JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	5
CANADIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	4
COMMUNITY DENTAL HEALTH	4
GESUNDHEITSWESEN	4
HEALTH ECONOMICS	4
INTERNATIONAL JOURNAL OF HEALTH SERVICES	4
INTERNATIONAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	4
JOURNAL OF CHRONIC DISEASES	4

Джерело: побудовано автором засобами пакету Bibliometrix [11].



З метою пошуку найбільш актуальної наукової інформації в розрізі теми дослідження «впливу соціально-економічних факторів та детермінант здоров'я на індикатор людської нерівності», а також для можливості публікації власних досліджень доцільно скористатися законом розсіювання Бредфорда [12], результати якого для топ 25 журналів подано у таблиці 1.1.2.

Таблиця 1.1.2 – Кластеризація джерел через закон Бредфорда

Журнал	Ранг	Частота	Кумулятивна частота	Зона
SOCIAL SCIENCE AND MEDICINE	1	27	27	Зона 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH	2	22	49	Зона 1
BMC PUBLIC HEALTH	3	13	62	Зона 1
PLOS ONE	4	12	74	Зона 1
EUROPEAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	5	7	81	Зона 1
HEALTH POLICY	6	7	88	Зона 1
JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY AND COMMUNITY HEALTH	7	7	95	Зона 1
REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA/PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	8	7	102	Зона 1
AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	9	6	108	Зона 1
COMMUNITY DENTISTRY AND ORAL EPIDEMIOLOGY	10	6	114	Зона 1
HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL	11	6	120	Зона 1
SOZIAL- UND PRÄVENTIVMEDIZIN SPM	12	6	126	Зона 1
WORLD HEALTH STATISTICS QUARTERLY	13	6	132	Зона 1
AGING AND MENTAL HEALTH	14	5	137	Зона 1
BMC HEALTH SERVICES RESEARCH	15	5	142	Зона 1
BMJ OPEN	16	5	147	Зона 1
HEALTH AND QUALITY OF LIFE OUTCOMES	17	5	152	Зона 1
JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	18	5	157	Зона 1
CANADIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	19	4	161	Зона 1
COMMUNITY DENTAL HEALTH	20	4	165	Зона 1
GESUNDHEITSWESEN	21	4	169	Зона 1
HEALTH ECONOMICS	22	4	173	Зона 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF HEALTH SERVICES	23	4	177	Зона 1
INTERNATIONAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	24	4	181	Зона 1
JOURNAL OF CHRONIC DISEASES	25	4	185	Зона 1

Джерело: побудовано автором засобами пакету Bibliomenix [11]

Сутність закону Бредфорда за одним з його різновидів формулювань та застосувань [12] полягає в тому що, якщо журнали певної галузі за кількістю статей розділити на три зони (групи) таким чином, щоб в кожній зоні знаходилася одна третя всіх статей за кількістю публікацій в них, тоді кількість журналів кожної групи буде пропорційно визначатися за формулою (1.1.4):

$$1:n:n^2 \quad (1.1.4)$$

де  $n$  – кількість журналів у групі.

За допомогою такої логіки (1.1.4) та множника Бредфорда  $b_m$  можна визначити оптимальну кількість журналів, яку потрібно проаналізувати досліднику в напрямку своєї діяльності [13]. Тобто, якщо, наприклад, досліднику відома інформація про діяльність п'яти основних журналів своєї

галузі дослідження, що разом опублікували 12 статей, які зацікавили дослідника, то для пошуку інших нових 12 статей досліднику потрібно переглянути вдвічі більше журналів, тобто множник Бредфорда  $b_m = 10/5=2$ . Отже, для пошуку наступних нових 12 статей досліднику потрібно проаналізувати у  $b_m$  разів більше журналів. Проаналізувавши 5, 10, 20, ..., 60, ... журналів дослідник усвідомлює, що йому немає потреби в подальшому аналізі, він виявив для своєї галузі дослідження топ релевантних журналів. Різні дослідники мають свою первинну базу основних журналів та мають різні множники Бредфорда, та визначають для себе основні галузі для публікацій.

Перелік топ-30 країн за загальною кількістю цитованості публікацій авторів відображено на рисунку 1.1.14.

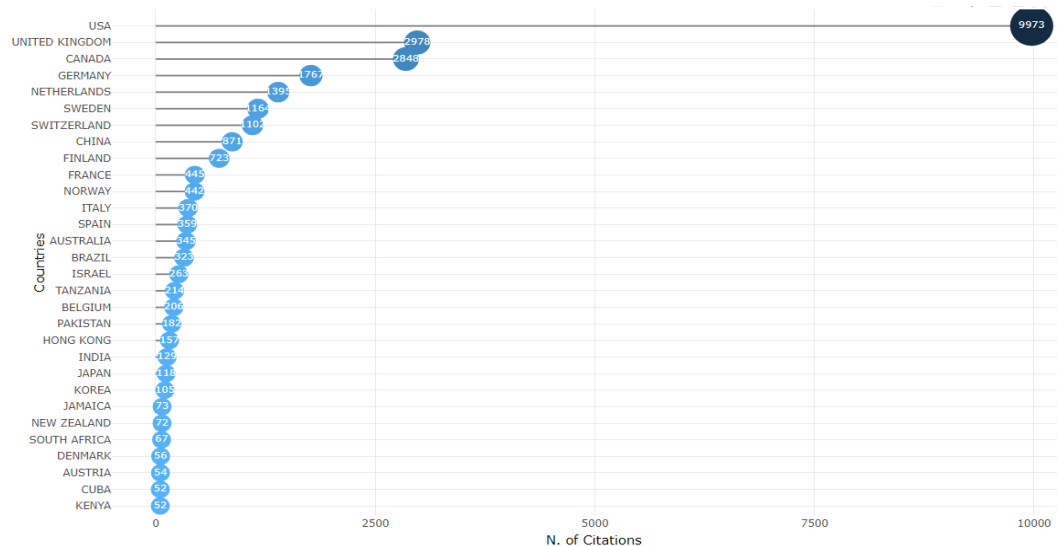


Рисунок 1.1.14 – Найбільш цитовані країни

Джерело: побудовано автором засобами пакету Bibliomenix [11].

А топ-25 афіляцій авторів за кількістю публікацій відображено у таблиці 1.1.3.

Таблиця 1.1.3 – Найважливіші афіляції

Афіляція	Стаття
A	1
Notreported	39
University of California	28
Peking University	26
University of Helsinki	22
University of Toronto	21
London School of Hygiene and Tropical Medicine	18
Division of Adolescent and School Health	15

A	1
Universidade Federal de Pelotas	15
University College London	14
University of British Columbia	14
University of Maryland	14
Cornell University	13
Universidad de Granada	13
University of Washington	13
Centers for Disease Control and Prevention	12
University of Florida	12
Erasmus University	11
Ghent University	11
Harvard School of Public Health	11
Université de Montréal	11
University Medical Center	11
University of Bergen	11
Arizona State University	10
Beijing Normal University	10
University of Georgia	10

Джерело: побудовано автором засобами пакету Bibliomenix [11].

З метою виділення ключових слів авторів за базовими критеріями доцільно використовувати інструменти множинного аналізу відповідності (Multiple Correspondence Analysis).

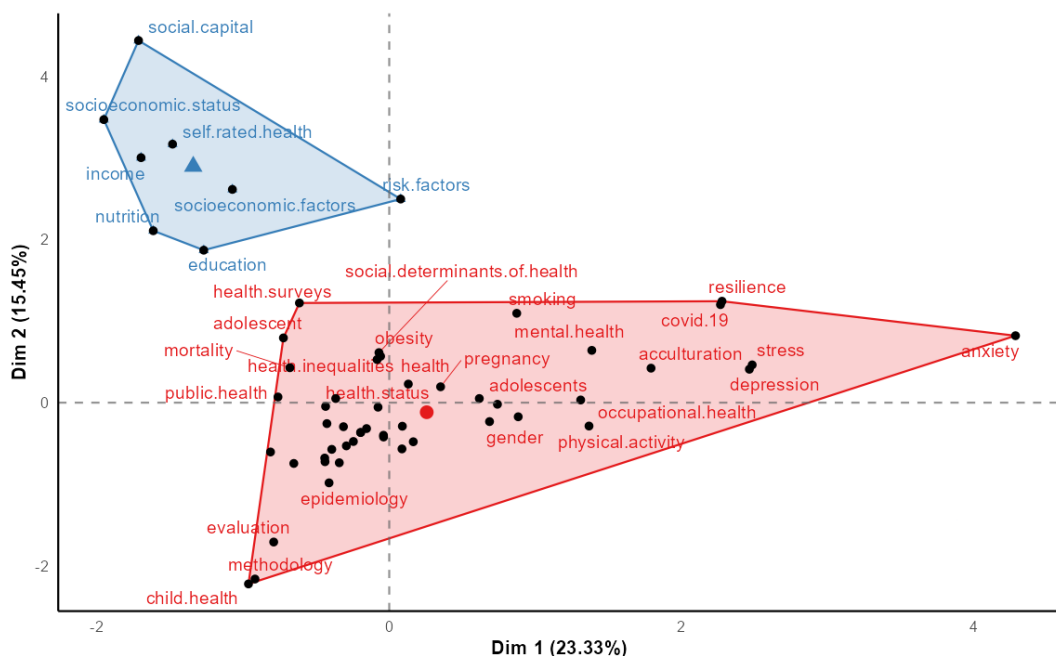


Рисунок 1.1.15 – Концептуальна структура ключових слів отримана за допомогою методу MCA (Multiple Correspondence Analysis)

Джерело: побудовано автором засобами пакету Bibliomenix [11].

Аналіз множинних відповідностей (МСА) це потужний метод дослідження та візуалізації даних, який використовується в статистичному аналізі для аналізу зв'язків між категоріальними змінними. Який розкриває приховані структури та закономірності у бібліометричних даних та згруповує в категорії зі схожими характеристиками. Й також створює візуальні представлення цих зв'язків у формі низьковимірних карт, таких як біплоти та триплоти. Надає глибше розуміння взаємозв'язків між різними змінними та того, як вони взаємодіють між собою.

Проведений аналіз дозволив виділити дві основні категорії за кількістю ключових слів авторів у публікаціях щодо аналізу впливу соціально-економічних факторів та детермінант здоров'я на індикатор людської нерівності. До першої категорії відносяться наступні ключові слова: соціальний капітал, соціо-економічний статус, дохід, соціо-економічні фактори, навчання, ризик фактори, харчування, самооцінка здоров'я. Даний набір ключових слів описує комплексний вплив соціальних, економічних та поведінкових факторів на здоров'я людини.

До другої групи відносяться: соціальна детермінанта здоров'я, куріння, обстеження здоров'я, підліток, нерівність у здоров'ї, ожиріння, смертність, здоров'я підчас вагітності, публічне здоров'я, стан здоров'я, підлітки, стійкість, COVID 19, психічне здоров'я, акультурація, стрес, занепокоєння, депресія, охорона праці, стать, фізична активність, епідеміологія, оцінка, методологія, здоров'я дитини. Дане угруповання ключових слів включає в себе наступні категорії: соціальні детермінанти здоров'я, підлітки, публічне здоров'я, стан здоров'я та стійкість.

Об'єднання цих ключових слів дозволяє дослідити зв'язки між різними аспектами здоров'я, включаючи соціальні детермінанти, поведінку, психічне здоров'я та стан здоров'я. Це допоможе краще зрозуміти, як покращити здоров'я людей, особливо підлітків. Важливо дослідити всі ці фактори, щоб покращити наявний загальний стан здоров'я населення.

Проведена пошукова робота в SciVal, SciVal – це потужний веб-інструмент від Elsevier, що використовує дані Scopus для аналізу наукових результатів, що допомагає дослідникам, установам та фондам оцінювати проведену дослідницьку діяльність, знаходити партнерів для подальших досліджень, аналізувати присутні тенденції в дослідженнях та звітувати про досягнення, завдяки інтерактивним візуалізаціям та гнучким інструментам аналізу [246].

Так визначено наступну область дослідження в веб-інструменті SciVal: "HUMAN CAPITAL" AND "DEVELOPMENT" AND "NATIONAL ECONOMY". Часовий період обрано згідно рекомендацій 2013- 2022 роки. Одним з перших ефективних інструментів аналізу виступає секторна діаграма географічного співробітництва рисунок 1.1.16.

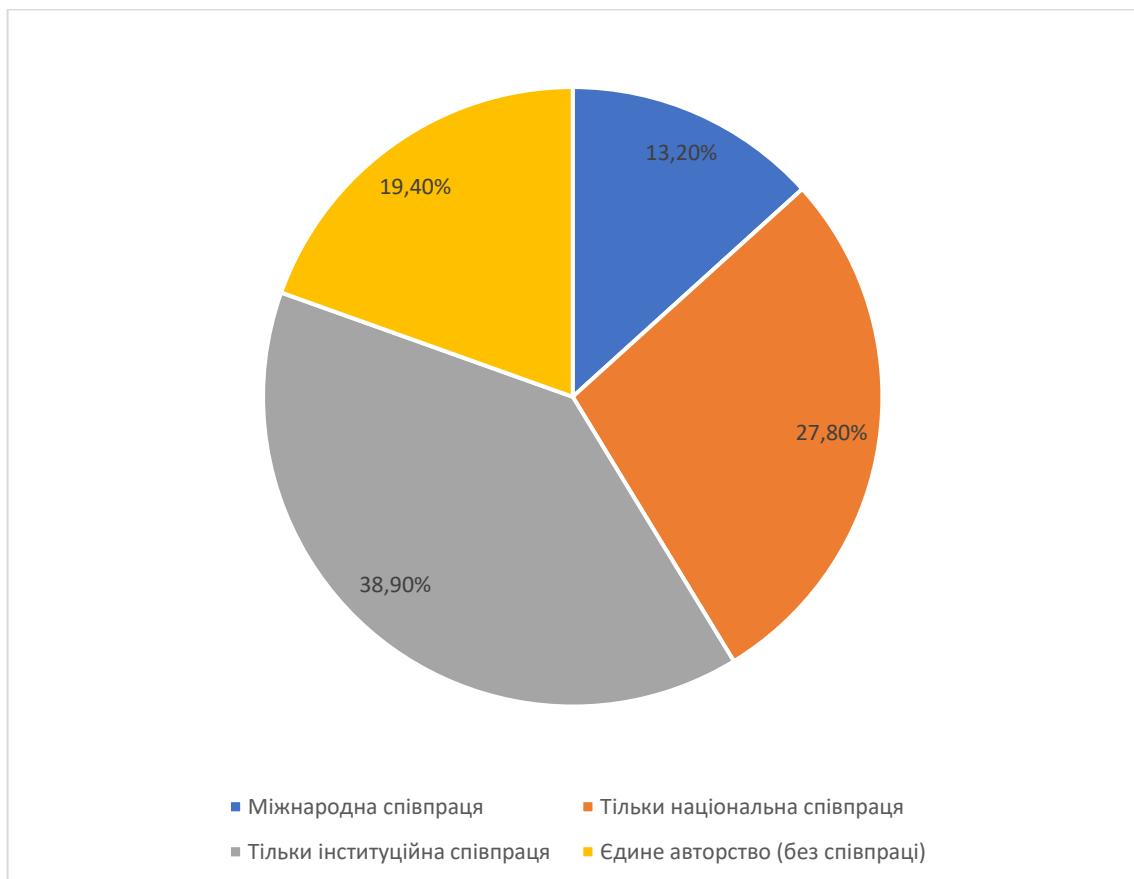


Рисунок 1.1.16. Географічне співробітництво.

Джерело: розроблено автором при використанні програмно засобу MS Excel

Детальна представлення отриманих даних вході використання SciVal наведено в таблиці 1.1.4.

Таблиця 1.1.4. Розподіл співпраці.

Метрика	Відсоток	Наукова доробка	Цитування	Цитування на публікацію	Вплив цитування, зваженого за полями
Міжнародна співпраця	13.2%	19	166	8,7	1,29
Тільки національна співпраця	27.8%	40	162	4,1	1,04
Тільки інституційна співпраця	38.9%	56	404	7,2	1,04
Єдине авторство (без співпраці)	19.4%	28	91	3,2	0,39

Джерело: побудовано автором

З таблиці 1.1.4. чітко видно що міжнародна співпраця хоч і не є найпоширенішою, але призводить до створення публікацій, які частіше цитуються та мають більший науковий вплив.

Співпраця з колегами з того ж інституту призводить до найбільшої кількості публікацій, але їх вплив та кількість цитувань на одну публікацію нижчі.

Визначено загальний вклад відокремлених предметних областей в виділену область дослідження представлено в виді кругової діаграми рисунок 1.1.17.

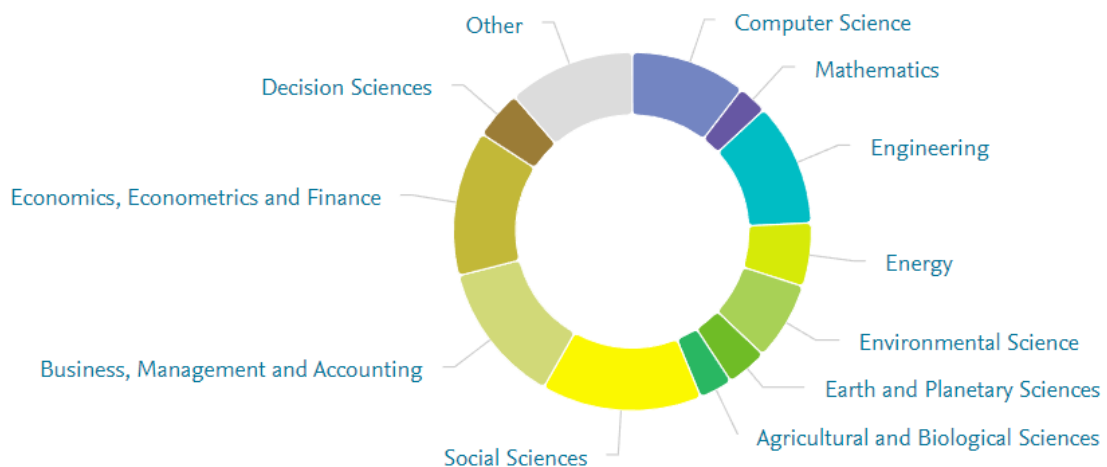


Рисунок 1.1.17. Предметна область.

Джерело: розроблено автором при використанні програмно засобу SciVal

Детальне представлення отриманої метрики в ході аналізу надано в таблиці 1.1.5.

Таблиця 1.1.5. Метрика предметних областей.

Предметна область	Наукова доробка	Цитування	Зважений по полю вплив цитування
У всьому світі (все)	144	823	0,94
Соціальні науки	43	324	1,21
Економіка, економетрика та фінанси	39	147	0,41
Бізнес, менеджмент і бухгалтерський облік	38	194	0,60
Інженерія	33	70	0,45
Комп'ютерна наука	31	71	0,46
Екологія	21	197	1,58
Енергія	17	150	1,48
Науки про прийняття рішень	13	70	0,52
Науки про Землю та планети	11	118	2,71
Сільськогосподарські та біологічні науки	9	82	0,86
Математика	8	44	1,16
Мистецтво та гуманітарні науки	6	32	1,46
Матеріалознавство	6	39	0,93
Фізика та астрономія	6	12	0,89
Ліки	3	15	1,51
Багатопрофільний	2	17	0,38
Біохімія, генетика та молекулярна біологія	2	2	0,10
Хімія	2	5	0,74
сестринська справа	2	21	0,34
Психологія	2	9	0,56
Хімічна інженерія	1	2	0,56
Фармакологія, токсикологія та фармацевтика	1	3	0,72
Медичні професії	1	8	0,95

Джерело: побудовано автором

Детальний аналіз таблиці 1.1.5 виявив що найбільше публікацій та їх цитувань спостерігається в галузях, пов'язаних з соціальними науками та економікою. Проте найбільший вплив на наукове співтовариство, згідно зі зваженим полем впливу цитування, мають наступні предметні області: «Науки про Землю та планети», «Екологія» та «Енергія». Це свідчить лише про те, що дослідження в цих галузях є більш актуальними та важливими для сучасного суспільства.

Також проведено розбивку по рокам загальної кількості наукових доробок та кількості їхніх переглядів в області дослідження "HUMAN CAPITAL" AND "DEVELOPMENT" AND "NATIONAL ECONOMY" рисунок 1.1.18 та 1.1.19.

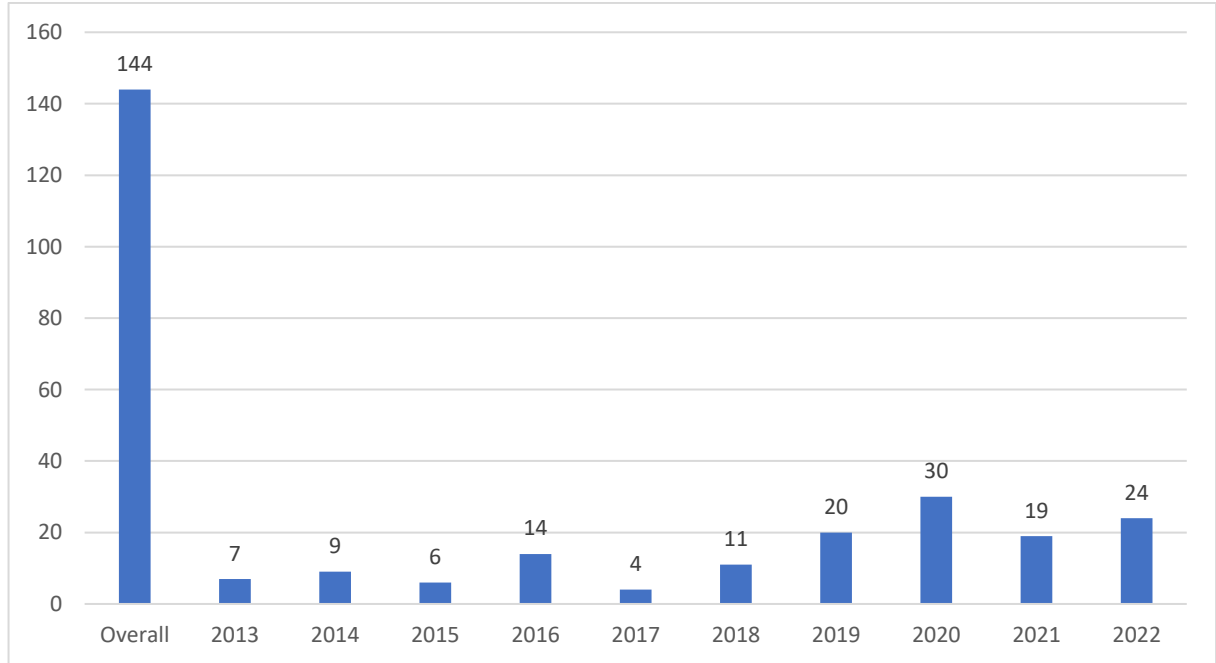


Рисунок 1.1.18. Кількість наукових доробок в період з 2013 - 2022 років.

Джерело: розроблено автором при використанні програмно засобу MS Excel

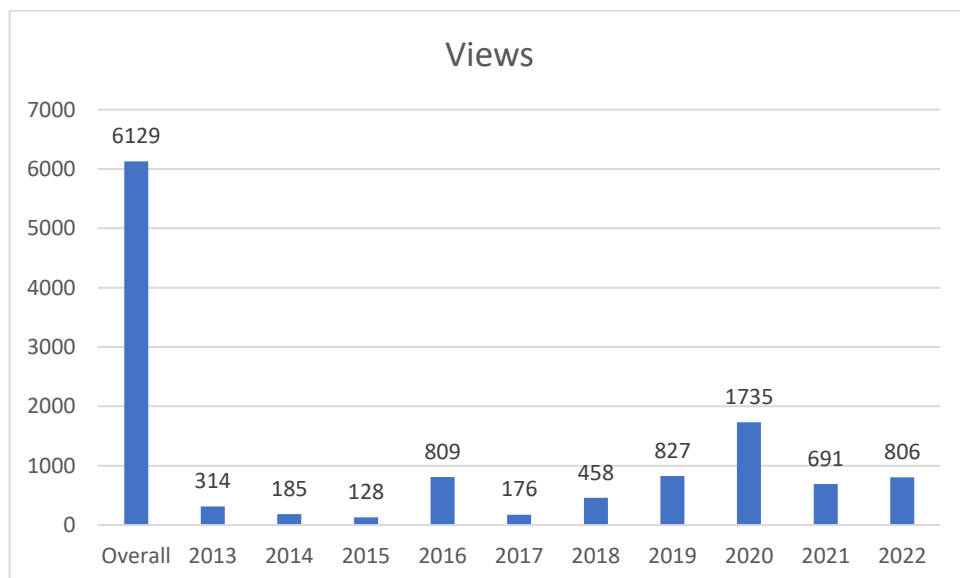


Рисунок 1.1.19. Кількість переглядів в період з 2013 - 2022 років.

Джерело: розроблено автором при використанні програмно засобу MS Excel



Загальна кількість публікацій в виділеній області дослідження складає 144 наукових праці. З діаграми рисунка 1.1.18 видно що в роки з 2019 по 2022 випущено значна кількість наукових праць, це свідчить про наявний попит та людську потребу в дослідження в даній області. Діаграма кількості переглядів рис.(1.1.19) надає інформацію про значний інтерес до наукових робіт в 2020 році в порівнянні з іншими роками. 2016, 2019, 2021, 2022 мають практично рівнозначні показники переглядів що свідчить про постійну тенденцію в потребах до наукових робіт в окресленій області досліджень.

Метричні дані з SciVal надають безцінну інформацію для наукової спільноти, що допомагає дослідникам та науковим установам відстежувати тренди, оцінювати свій вплив в предметних областях, шукати співавторів та приймати стратегічні рішення в подальших дослідженнях.

Подальша робота неможлива без детального представлення сутності людського капіталу, на прикладі економічної категорії, визначень вчених та інших представлень. Як економічна категорія «людський капітал» створювалася поступово, і на першому етапі обмежувалося знаннями і здатністю людини до праці. Причому, тривалий час людський капітал вважався лише соціальним чинником розвитку, тобто витратним фактором, з точки зору економічної теорії [22]. Термін людський капітал відноситься до економічної цінності досвіду та навичок працівника. Людський капітал включає такі активи, як освіта, навчання, інтелект, навички, здоров'я та інші речі, які цінують роботодавці, такі як лояльність і пунктуальність. Таким чином, це нематеріальний актив або якість, яка не обліковується на балансі компанії.

Теорія людського капіталу стверджує, що люди підвищують свою продуктивність завдяки більшій освіті та підготовці навичок. Критики теорії стверджують, що вона хибна, надто спрощена і змішує працю з капіталом. Компанії, які інвестували в людський капітал, наприклад, через освіту та навчання, мають більш високу якість та ефективність виробництва [25].

Зв'язок людського капіталу з економічним зростанням, продуктивністю та прибутковістю не можливо не побачити в сучасному світі. Концепція людського капіталу визнає, що не вся праця є рівною. Але роботодавці мають можливість покращити якість наявного капіталу, інвестуючи в працівників. Це можна зробити завдяки освіті, досвіду та здібностям працівників. Все це має велике економічне значення як для роботодавців, так і для економіки в цілому [23].

Зазвичай люди прагнуть до розвитку різнопланових кваліфікацій, змінюють місце роботи, забирають з собою вироблені навички, й цей процес не можливо зупинити. Баптист Н. називає цей процес відтоком мізків або втечею людського капіталу [24]. Завдяки такому руху з'являться дуже розвинені галузі та недорозвинені галузі економічного виробництва. Як і все інше, людський капітал не застрахований від знецінення. Це часто вимірюється заробітною платою. Найпоширенішими способами знецінення людського капіталу є безробіття, травми, розумовий спад або нездатність йти в ногу з інноваціями.

Гарі Беккер і Теодор Шульц були тими, хто розвивав теорію людського капіталу. Беккер Г. [25] зазначив що вливання інвестицій в працівників компанії не відрізняються від закупівлі обладнання. Кожен такий актив є корисним по різному один дає результат інший виробляє продукцію. Беккер Г. розрізняв загальний і специфічний людський капітал. Специфічний людський капітал: навчання або освіта, які приносять користь лише одній компанії. Загальний людський капітал: навчання або якості, які приносять користь людині в будь-якій компанії. Беккер Г. зазначив, що компаніям потрібен конкретний людський капітал, щодо загального розвитку він їм не потрібен. Компанії мають значний страх до руху капіталу коли вони вже впровадили інвестування [25].

Таким чином, складовими людського капіталу є: освіта, здоров'я, психічне та емоційне почуття, пунктуальність, комунікативні навички. Інвестування в такий набір здібностей покращує робочу силу всебічно.

Результатом таких дій є зростання економічного розвитку бізнесу та вищий дохід для індивідуума.

Компанії обчислюють загальний прибуток як до, так і після здійснення будь-яких інвестицій. Інвестиції в людський капітал можна кількісно оцінити та розрахувати, оскільки вони засновані на інвестиціях у навички та знання співробітників через навчання. Будь-яка рентабельність інвестицій у людський капітал має бути визначена шляхом ділення загальних прибутків корпорації на загальні інвестиції в людський капітал.

При визначенні вартості людського капіталу можна враховувати різні фактори. Їх можна узагальнити як: комунікативні навички, вища освіта, робочий інтелект, технічна та нетехнічна кваліфікація, здатність судження, інновація в підході до роботи.

Людський капітал набагато легше визначити кількісно в таких галузях, як сільське господарство та виробництво, оскільки використовуються прості показники продуктивності. Індивідуальні здібності та атрибути все важче визначити в екосистемі, заснованій на знаннях [26].

Отже, людський капітал можна розділити на три типи: капітал знань, соціальний капітал та емоційний капітал. Капітал знань: освіта в торговельній школі, вища освіта, важкі навички, досвід роботи, ситуаційні знання, інтелект. Соціальний капітал: відносини, слава, соціальний статус, професійна мережа, здоров'я. Емоційний капітал: емоційний інтелект, творчість, розв'язання проблем, особиста стійкість, критичне мислення, вірність, лідерська поведінка, інші м'які навички [27].

В першому виданні індексу людського капіталу, описано що майже 60% дітей, народжених сьогодні, будуть, у кращому випадку, лише наполовину продуктивними, ніж могли б бути з повною освітою та повним здоров'ям. Це зображує серйозну кризу людського капіталу з наслідками для економічного зростання та колективної здатності світу подолати крайню бідність до 2030 року [28].

На тлі швидких глобальних змін у технологіях, демографії, нестабільності та кліматичних змін існує ризик збільшення прогалин в людському капіталі. Конфліктні події, війна, пандемії мають руйнівний вплив на людський капітал через втрату життя, засобів до існування, харчування та відсутність основних медичних та освітніх послуг. Такі впливи, безумовно, будуть відображатися протягом життя багатьох людей, обмежуючи їх продуктивність. COVID-19 завдав значних збитків розвитку традиційному людському капіталу [28].

Ефективне управління в бізнес-середовищі потребує управління змінами, відповідно знання першопричин, що викликають зміни [29].

Сьогодні конкурентна перевага на користь тих, хто швидше за інших сприймає зміни, робить висновки за результатами їх впровадження та оперативно перетворює висновки на дії. Тенденції суспільно-економічного розвитку визначають розвиток характеристик людського капіталу, як переважаючого напрямку підвищення ефективності соціально-економічних процесів. Сприймати та використовувати будь-які зміни є стратегічним ресурсом, що вирішально визначає цю конкурентну перевагу.

Узагальнюючи роботи відомих вітчизняних та зарубіжних науковців визначення людського капіталу наведено в таблиці 1.1.6.

Таблиця 1.1.6 – Дослідження підходів науковців до трактування сутності поняття «людський капітал»

№ п/п	Автор / джерело	Визначення
А	1	2
1	Борщук Є. М, Приймак В. І., Гинда С. М. [30]	Людський капітал - це сукупність знань, навичок, здібностей, здоров'я та мотивації, які людина накопичує та розвиває шляхом інвестицій. Цей капітал стає ресурсом, що використовується у різних сферах суспільного життя, підвищуючи продуктивність праці та, як наслідок, доходи його власника.
2	Козакевич А. С. [31]	Людський капітал – це скарбниця знань, досвіду та культурних надбань, накопичених людством протягом його історії. Він втілюється у цінностях, нормах, зразках поведінки та визначає межі можливостей для сучасного покоління.
3	Дрюкова Л. В. [32]	Під людським капіталом розуміють знання, навички, компетенції та здібності індивіда, що є рушійною силою як економічного прогресу суспільства, так і особистого добробуту.

## Продовження таблиці 1.1.6

A	1	2
4	Фудорова О.М.[33]	Людський капітал - це сукупність знань, навичок, здібностей та мотивації, які людина розвиває і може запропонувати на ринку праці. Він є цінним активом, що має реальну економічну цінність.
5	Фішер С., Дорнбуш Р., Шмалензі Р. [34]	Людський капітал – це мірило потенціалу людини створювати економічну цінність. Він включає природні здібності та таланти, а також знання та навички, здобуті шляхом навчання.
6	Шульц Т. [35] Беккер Г. [25]	Людський капітал це сукупний запас знань і здібностей, що формується за рахунок інвестицій у людину.
7	Білецький О.В. [36]	Людський капітал - це сукупність знань, навичок та здібностей, які люди отримують, розвивають і застосовують для ефективного та якісного використання матеріальних і духовних ресурсів. Це дає змогу досягати результатів у праці та створювати суспільні блага шляхом накопичення, передавання та творення нових знань.

Джерело: побудовано автором на основі [25,30,31,32,33,34,35,36].

Оглядаючи визначення людського капіталу в таблиці 1.1.6, кожне з вище означених визначень є вірними, але більш детальну увагу приділено визначенню авторів Шульц Т. та Беккер Г. та його потрібно модифікувати в розрізі сучасного інноваційного розвитку суспільства та інформаційних технологій [25,35]. Суть в тому, що формування людського капіталу не припиняється коли не йдуть інвестиції з зовні. Кожна людина завжди розвивається в своєму індивідуальному напрямі і прагне перетворити себе в бажаний підприємцями людський капітал.

Визначення сутності людського капіталу від Дрюкова Л. В. [32] є досить точно описує сучасне ставлення людей до життя в соціумі де кожен індивід прагне свого власного розвитку, розвиток та дохід інших цікавить в значно меншій мірі.

Таким чином, комплекс складних ознак, що формують людський капітал, представлено на рисунку 1.1.20.



Рисунок 1.1.20 – Складні ознаки (категорії) людського капіталу

Джерело: розроблено автором при використанні програмно засобу MS Word

Таким чином, узагальнюючи проведений літературний огляд та бібліометричний аналіз, запропоновано поняття людського капіталу визначити як комплексну складну ознаку. Людський капітал – це комплексна складна ознака, що складається з: знань, навичок, професійних кваліфікацій, досвіду та особистих якостей, що накопичуються протягом життя, використовуються для створення економічної цінності та покращення якості власного життя, є ключовим елементом успіху як окремих людей, так і економіки в цілому. Людський капітал постійно змінюється через нові технології, потреби ринку та власний розвиток людини. Кожен індивід має свій унікальний набір потенціалу, що робить людський капітал різноманітним. Його формування та розвиток відбувається в контексті соціальних взаємодій, роботи, особистого розвитку, родинних зв'язків, освітніх та інших інституцій. Інвестиції в людський капітал є ключовим фактором економічного зростання та соціального прогресу, оскільки вони сприяють збільшенню продуктивності праці, інноваціям, підвищенню рівня життя та розвитку національної економіки.

Розглядаючи сутність людського капіталу не можливо не звернути увагу на показники індексу соціальної згуртованості та примирення (SCORE), котрий індексується декілька останніх років та мають значне значення для розуміння соціальної згуртованості, здатності до стійкості та факторів уразливості в світі до людського капіталу.

Індекс SCORE - це універсальний інструмент, який використовується для вимірювання рівня соціальної згуртованості та примирення в різних куточках світу. Він допомагає миротворцям та фахівцям з розвитку приймати обґрунтовані рішення, спираючись на надійні наукові дані, щодо напрямку подальшого розвитку регіону.

Цей індекс впроваджений Програмою розвитку ООН (ПРООН) та Центру сталого миру та демократичного розвитку (SeeD), оцінка має шкалу в 0 до 10 [37].

Індекс соціальної згуртованості та стійкості демонструє оцінку 6,4 за 2023 для України. Оцінка складається з наступних вимірів таких як капітал здоров'я (6,0) який ділиться ще на дві оцінки стану психічного здоров'я (5,8) та стану здоров'я (6,1), капіталу адаптивності (6,5) в якому зосереджено оцінку з чотирьох різних підпунктів психосоціальний добробут (6,1), націленість на сомо розвиток (6,5), підприємливість (6,6), стійкість до стресу (6,7) та громадського капіталу (6,6). Як видно індекс соціальної згуртованості та стійкості (reSCORE) включає в себе різноманітні виміри людського капіталу що забезпечує наочність отриманих результатів та слугує приводом до довіри. Отримана оцінка 6,4 з 10 говорить проте що існує можливість для покращення результатів індексу та людського капіталу в цілому [38].

## **1.2. Взаємозв'язок людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки: дискримінантний аналіз та кластеризація методом Уорда та за допомогою карт Кохонена**

Велика кількість науковців проводить дослідження з використанням методів кластерного аналізу. При огляді досліджень про кластерний аналіз вітчизняних вчених є декілька важливих праць, які потрібно зазначити. Яловенко О. В., Фетісов В. С. провели роботу з розкриття поняття та виділення переваг кластерного аналізу [131]. Жигайло О. М. та Борис В. В. проаналізували та реалізували за допомогою інтелектуального аналізу даних методи кластерного аналізу та створили авторську класифікацію [132]. Такі дослідники як Тюрин А. Г., Зуев І. О. провели аналіз методів кластерного аналізу та виявили переваги та недоліки кожного з методів [133]. Серга Є. Н. описує новий метод універсальний ітераційний метод кластеризації даних [134]. Дронов С. В., Шеларь А. Ю. зробили детальне пояснення методів латентної кластеризації даних [135]. Монс О. А., Янов Ю. О., Безпалій І. О. модифікували підхід до кластеризації даних з невідомою наперед кількістю кластерів [136]. Серед іноземних науковців виділяємо наступних вчених та їх праці. Ельгаміфар Е., Відаль Р. вивчають алгоритм, що називається кластеризацією розрідженого підпростору [137]. Мерве Д., Енгельбрехт А. запропонували два нових підходи для використання кластерних даних в методі К-середніх для посіву початкового рою [138]. Сандіп Р., Санджай Дж., Раджеш К. виконали роботу з огляду методу та алгоритму метода рою частинок та визначили переваги методу [139].

Інформаційною базою для кластерного аналізу використано офіційні звіти про рівень людського розвитку (Human Development Index (HDI)) програми Організації Об'єднаних Націй (ООН) за 2019 рік для 134 країн [140].

З метою проведення кластерного аналізу використано такі показники, як: коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в



очікуваній тривалості життя (K3), очікувана тривалість життя при народженні (K4), валовий національний дохід (K5), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K6), загальна кількість населення (K7), міське населення (K8), індекс освіти (K9), населення віком від 15 до 64 років (K10).

Так людська нерівність (K1) – це стан суспільства, коли нерівність в доходах багатих та бідних настільки значна, що загрожує реалізації прав людини, здійснює прямопропорційний вплив на стан здоров'я, якість освіти. Також є горизонтальний та вертикальний вимір нерівності, де горизонтальний проявляється в культурній різниці, а вертикальний – у формуванні відносин на міжособистісних рівнях чи відносин між домогосподарствами.

Коефіцієнт людської нерівності введений у 2014 року як експериментальний показник. Він є простим середнім показником нерівностей у здоров'ї, освіті та доходах. Середнє значення розраховується за незваженим середнім арифметичним оцінюваних нерівностей у цих вимірах [140].

Коефіцієнт Джині (K2) – статистичний показник ступеня нерівності суспільства певної країни (регіону) за певною ознакою дослідження, що набуває значень в діапазоні від 0 до 1. При цьому 0 означає абсолютну рівність, а 1 позначає повну нерівність. Найбільш часто коефіцієнт Джині використовується для визначення економічної нерівності, є мірою нерівності доходів домогосподарств деякої країни чи регіону: чим більше його значення відхиляється від нуля та наближається до одиниці, тим більше доходи сконцентровані в руках окремих груп населення.

Нерівність в очікуваній тривалості життя (K3) – це значна різниця в середній тривалості життя людей, що залежить від різних факторів, таких як: соціально-економічний статус, етнічна приналежність, стать, місце проживання, спосіб життя. Причинами нерівності виступають наступні чинники: нерівний доступ до ресурсів, дискримінація, нездоровий спосіб життя.

Вимір здоров'я оцінюється за очікуваною тривалістю життя при народженні, освітній вимір вимірюється середнім числом років навчання для

дорослих у віці 25 років і більше та очікуваними роками навчання для дітей шкільного віку. Вимір рівня життя вимірюється валовим національним доходом на душу населення.

Очікувана тривалість життя (K4) – це статистичний показник середнього часу, який очікується, щоб прожити організму, на основі року його народження, поточного віку та інших демографічних факторів, а також гендерних факторів. Організація Об'єднаних Націй оцінює середню тривалість життя у світі в 72,6 року станом на 2019 рік. Середнє глобальне значення вище, ніж у будь-якій країні в 1950 році. За оцінками ООН, країною з найкращим здоров'ям у 1950 році була Норвегія з очікуваною тривалістю життя 72,3 року [141].

Валовий національний дохід (K5) – це загальна сума грошей, яку заробляють люди та підприємства країни. Він використовується для вимірювання та відстеження багатства нації з року в рік. Це число включає валовий внутрішній продукт (ВВП) країни та дохід, який вона отримує з закордонних джерел.

Індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K6) – це показник, який використовується для оцінки очікуваної тривалості життя в країні з урахуванням нерівності в розподілі цього показника. Він розраховується як очікувана тривалість життя при народженні, скоригована з урахуванням того, наскільки різняться очікувані тривалості життя для різних груп населення. Загальна кількість населення (K7) – це загальна кількість людей, які проживають у певному місці, наприклад, у країні, місті чи регіоні. Міське населення (K8) це люди, які проживають у міських населених пунктах. Індекс освіти (K9) це сукупний показник, який використовується для вимірювання рівня освіти в країні. Населення віком від 15 до 64 років (K10) тобто це люди працездатного віку.

Початкові вхідні дані подано в таблиці 1.2.1, де значення індикатору HDI відповідає рангу країни за розподілом за індексом людського розвитку [142].

На відміну від задач класифікації, кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, не накладає обмеження на показ досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних (інтервальні дані, частоти, бінарні дані). При цьому необхідно пам'ятати, що змінні повинні вимірюватися в порівнюваних шкалах [259].

Кластерний аналіз дозволяє скорочувати розмірність даних, робити їх наглядними. Кластерний аналіз застосовуються до сукупностей тимчасових рядів, тут виділяються періоди схожості деяких показників і визначатися групи тимчасових рядів зі схожою динамікою. Кластерний аналіз паралельно розбудовувався в декількох напрямках, таких як біологія, психологія, ін., тому більшість методів мають по дві й більш назв. Це суттєво ускладнює роботу при використанні кластерного аналізу [259].

Кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, не накладає обмеження на показ досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних (інтервальні дані, частоти, бінарні дані). При цьому необхідно пам'ятати, що змінні повинні вимірюватися в порівнюваних шкалах [259].

Задачі кластерного аналізу можна об'єднати в такі групи: 1. Розробка типології або класифікації. 2. Дослідження корисних концептуальних схем групування об'єктів. 3. Представлення гіпотез на основі дослідження даних. 4. Перевірка гіпотез або досліджень для визначення, чи дійсно типи (групи), виділені тим або іншим способом, присутні в наявних даних. Як правило, при практичному використанні кластерного аналізу одночасно розв'язуються декілька із зазначених задач [259].

Кластер має такі математичні характеристики: центр, радіус, середньоквадратичне відхилення, розмір кластера. Центр кластера – це середнє геометричне місце точок у просторі змінних. Радіус кластера – максимальна відстань точок від центру кластера. Кластери бувають, такими, що перекриваються. Така ситуація виникає, коли виявляється перекриття кластерів. У цьому випадку неможливо за допомогою математичних процедур

однозначно віднести об'єкт до одного з двох кластерів. Такі об'єкти є спірними, спірний об'єкт – це об'єкт, який у міру подібності відноситься до декількох кластерів. Розмір кластера має бути визначений або за радіусом кластера, або за середньоквадратичним відхиленням об'єктів для цього кластера. Об'єкт належить до кластера, якщо відстань від об'єкта до центру кластера менше радіуса кластера. Якщо ця умова виконується для двох і більш кластерів, об'єкт є спірним. Неоднозначність повинна бути усунута експертом або аналітиком [259].

Робота кластерного аналізу опирається на два припущення. Перше припущення – розглянуті ознаки об'єкта в принципі допускають бажане розбиття сукупності об'єктів на кластери. Друге припущення – правильність вибору масштабу або одиниці вимірювання ознак, вибір масштабу в кластерному аналізі має велике значення [259].

Фрагмент вхідних даних подано в таблиці 1.2.1. Повний перелік вхідних даних, що складає вибірку зі 134 країн світу, наведено у додатку А, таблиця А.1.

Таблиця 1.2.1. Вхідні дані

	Країна	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
1	Норвегія	6	27	3	82,4	66494	0,931	5,4	82,6	0,93	3,5
2	Ірландія	7,2	32,8	3,4	82,3	68371	0,926	4,9	63,4	0,922	3,2
3	Швейцарія	6,8	32,7	3,5	83,8	69394	0,947	8,6	73,8	0,9	5,7
4	Ісландія	5,6	26,8	2,4	83	54682	0,946	0,3	93,9	0,926	0,2
5	Німеччина	7,9	31,9	3,8	81,3	55314	0,908	83,5	77,4	0,943	54
6	Швеція	6,5	28,8	2,9	82,8	54508	0,938	10	87,7	0,918	6,2
7	Австралія	7,9	34,4	3,7	83,4	48085	0,94	25,2	86,1	0,924	16,3
8	Нідерланди	6,9	28,5	3,1	82,3	57707	0,928	17,1	91,9	0,914	11
9	Данія	6	28,7	3,6	80,9	58662	0,903	5,8	88	0,92	3,7
10	Фінляндія	5,3	27,4	3	81,9	48511	0,924	5,5	85,4	0,927	3,4
11	Сполучене Королівство	7,9	34,8	4,1	81,3	46071	0,905	67,5	83,7	0,928	43,1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13 1	Південний Судан	36	46,3	36,2	57,9	2003	0,372	11,1	19,9	0,307	6,1
13 2	Чад	37,4	43,3	40,9	54,2	1555	0,311	15,9	23,3	0,288	8,1
13 3	Центральноафриканська Республіка	41,3	56,2	40,1	53,3	993	0,307	4,7	41,8	0,353	2,5
13 4	Нігер	27,4	34,3	30,9	62,4	1201	0,451	23,3	16,5	0,249	11,1

Джерело: побудовано автором

Вхідні дані в таблиці 1.2.1 містять показники, що виміряні в різних шкалах, є як відносні показники (коефіцієнти та індекси), так і абсолютні, тому для коректності подальшого дослідження та високої якості та адекватності розрахунків, їх потрібно стандартизувати. Процедура стандартизації реалізована інструментарієм програмного забезпечення Statgraphics Centurion 19.1.2.

Для визначення оптимальної кількості кластерів використано формулу Стерджеса:

$$k = 1 + [3.322 \lg N] \quad (1.2.1)$$

де  $k$  – кількість кластерів, де  $N$  – обсяг загальної кількості країн (дорівнює 134). За результатами обчислення  $k = 8$ , що визначає оптимальну кількість розподілу країн на кластери.

Крім того, оптимальну кількість кластерів підтверджено протоколом агломерації (рис. 1.2.1). Відсутність характерних ривків між точками графіку дає можливість стверджувати, що обрана кількість кластерів для набору даних є правильною. На графіку відстані агломерації видно нормальний розподіл проміжків (рис. 1.2.1).

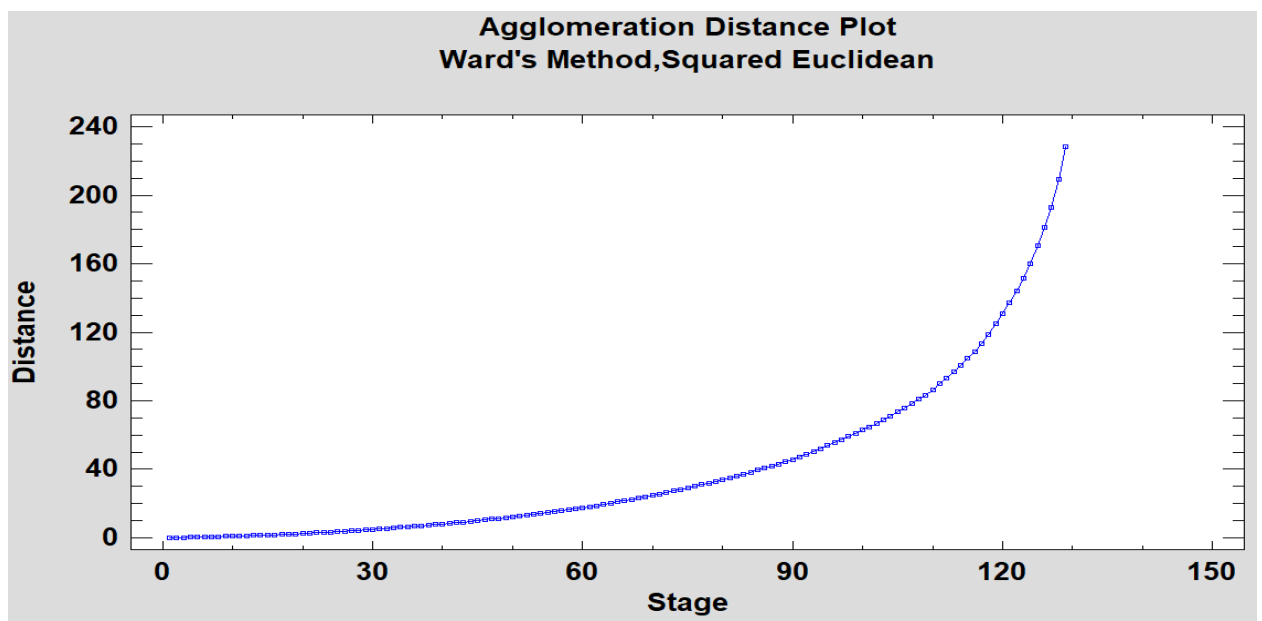


Рисунок 1.2.1 – Проміжки агломерації

Джерело: побудовано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Методом побудови кластерів обрано метод Уорда. Метод Уорда (Ward-Method) – спочатку в обох кластерах для всіх наявних спостережень проводиться розрахунок середніх значень окремих змінних. Потім обчислюються квадрати евклідових відстаней від окремих спостережень кожного кластера до цього кластерного середнього значення. Ці дистанції підсумовуються. Потім один кластер об'єднуються ті кластери, які дають найменший приріст загальної суми дистанцій. Саме цей метод використано, оскільки він, на відміну від інших методів кластерного аналізу (метода одиничного зв'язку, метода повного зв'язку, центроїдного методу, методу медіан), використовує методи дисперсійного аналізу. В якості відстані між кластерами використовується прирощення суми квадратів відстаней об'єктів до центра кластера, що отримуються в результаті їх об'єднання (1.2.2). На рисунку 8 представлено кінцевий варіант розподілу кластерів за 134 країнами.

$$V_k = \sum_i^{n_k} \sum_j^p (x_{ij} - \bar{x}_{jk})^2 \quad (1.2.2)$$

де  $k$  – номер кластера,  $i$  – номер об'єкта,  $j$  – номер ознаки,  $p$  – кількість ознак, що характеризують кожен об'єкт,  $n_k$  – кількість об'єктів у  $k$ -му кластері.

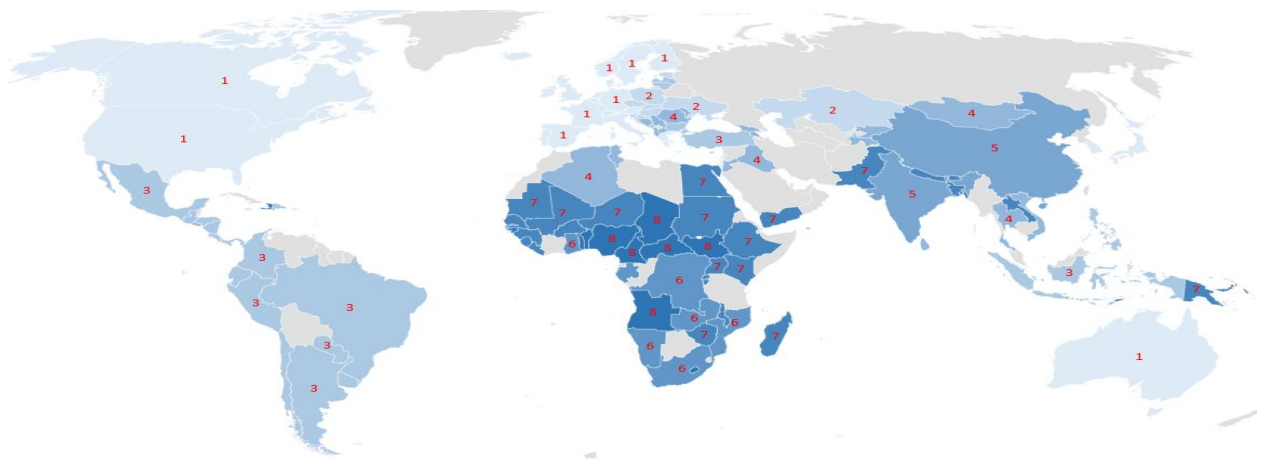


Рисунок 1.2.2 – Кластерний розподіл на географічній карті

Джерело: побудовано автором засобами програмного інструментарію Microsoft Excel

Кількісній та процентній розподіл країн представлено в таблиці 1.2.2.

Таблиця 1.2.2. Числова характеристика кластерного розподілу

<i>Кластер</i>	<i>Кількість</i>	<i>Процент</i>
1	25	18,25
2	10	8,03
3	24	18,25
4	22	16,06
5	2	1,46
6	10	7,30
7	28	20,44
8	14	10,22

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Таким чином, до першого кластеру увійшли країни Європи та країни з розвиненою економікою, а саме: Норвегія, Ірландія, Швейцарія, Ісландія, Німеччина, Швеція, Австралія, Нідерланди, Данія, Фінляндія, Об'єднане Королівство, Бельгія, Канада, Сполучені Штати, Австрія, Ізраїль, Японія, Корея (Республіка), Люксембург, Іспанія, Франція, Мальта, Італія, Греція, Португалія.

До другого кластеру увійшли такі країни Європи: Словенія, Чеська Республіка, Естонія, Кіпр, Польща, Словаччина, Угорщина, Хорватія, Казахстан, Україна.

До третього кластеру увійшли країни з різних частин світу: Литва, Латвія, Чилі, Аргентина, Чорногорія, Туреччина, Уругвай, Болгарія, Панама, Коста-Ріка, Сейшельські острови, Мексика, Перу, Колумбія, Бразилія, Еквадор, Домініканська республіка, Парагвай, Індонезія, Філіппіни, Гватемала, Нікарагуа, Гондурас.

До четвертого кластеру увійшли теж країни з різних частин світу: Румунія, Грузія, Сербія, Маврикій, Албанія, Шрі Ланка, Боснія і Герцеговина, Таїланд, Вірменія, Північна Македонія, Сент-Люсія, Молдова, Алжир, Мальдіви, Туніс, Монголія, Йорданія, В'єтнам, Киргизстан, Ірак, Сальвадор, Таджикистан.

До п'ятого кластеру увійшли дві країни з найбільшим населенням в світі: Китай та Індія.

До шостого кластеру увійшли такі країни Африки: Болівія, Південна Африка, Габон, Намібія, Сан-Томе і Прінсіпі, Есватіні, Гана, Замбія, Конго, Мозамбік.

До сьомого кластеру увійшли наступні країни Африки: Єгипет, Бутан, Бангладеш, Лаоська Народно-Демократична Республіка, Східний Тимор, Непал, Кенія, Зімбабве, Пакистан, Папуа-Нова Гвінея, Мавританії, Уганда, Руанда, Танзанія, Мадагаскар, Сенегал, Судан, Гамбія, Ефіопія, Малаві, Ліберія, Гвінея, Ємен, Буркіна-Фасо, Сьєрра-Леоне, Малі, Бурунді, Нігер.

До восьмого кластеру увійшли теж країни Африки: Ангола, Камерун, Коморські острови, Бенін, Нігерія, Берег Слонової Кістки, Лесото, Йти, Гаїті, Конго, Гвінея-Бісау, Південний Судан, Чад, Центральноафриканська Республіка.

Всебічний розвиток та еволюція національної економіки країни на пряму залежить від ефективного використання та управління людським капіталом країни. Та головною перешкодою, що гальмує розвиток людського капіталу є соціально-економічна нерівність населення. Уникнути соціально-економічної нерівності, напевно, не можливо, проте її вплив необхідно зменшувати. Наявність соціально-економічної нерівності призводить до зниження показників продуктивності праці, зменшення інноваційного потенціалу людського капіталу та погіршення інвестиційного клімату в країні. До того, нерівність неперервно збільшує соціальну напругу в країні та ризики політичної нестабільності, що негативно впливає на наявну національну економіку країни та розвиток її в майбутньому.

Так, результати Центру освітніх досліджень та інновацій свідчать, що отримана вища освіта позитивно впливає на зростання рівня зайнятості людського капіталу в різних країнах ОЕСД, таким чином чим більше зайнятий людський капітал в країні тим більш розвинена національна економіка країни [241]. А за даними дослідження, проведеного науковцями за підтримки світового банку у 2016 році, визначено, що кожний додатковий рік навчання підвищує заробітну плату на 5–8% на рік в середньому по світу, що збільшує



економічний розвиток в цілому [242]. Згідно з даними аналітичного звіту UNICEF бідність та нерівність присутня серед дітей в Україні причиняє значні проблеми в доступі до якісної освіти, до якісної медицини, до соціальних послуг, у доступі до безпечного середовища та нормальних умов проживання. Отже, окреслені проблеми спричиняють складності в житті дітей в сьогоденні та знижують економічний розвиток національної економіки в майбутньому [243]. Таким чином, якісна освіта та відсутність бідності та нерівності є найважливішими факторами, що впливають на економічне зростання національної економіки.

Розглядаючи утворені кластери за методом агломерації Уорда, чітко виділяються тенденції на інвестування в розвиток освіти, охорони здоров'я для розвинених країн, що потрапили до першого кластеру (Норвегія, Ірландія, Швейцарія, Ісландія, Німеччина, Швеція, Австралія, Нідерланди, Данія, Фінляндія, Об'єднане Королівство, Бельгія, Канада, Сполучені Штати, Австрія, Ізраїль, Японія, Корея (Республіка), Люксембург, Іспанія, Франція, Мальта, Італія, Греція та Португалія). Державні політики цих країн направлені на використання інновацій в соціальних-побутових умовах, створення комфортних умов праці та розвитку продуктивності праці, подоланню соціально-економічної нерівності серед населення та економічному зростанню національної економіки країни.

Країни кластеру 2 країни – це країни, що пройшли шлях трансформації економіки чи ще проходять, інвестиції в людський капітал в цих країнах сприятимуть подоланню нерівності та стимулюванню подальшого розвитку їх національних.

Країни кластеру 3 та 4, мають значні відмінності між собою в плані економічного розвитку, соціально-економічного становища, рівня нерівності. Та розвиток людського капіталу та зменшення показників нерівності це основні завдання для країн цих двох кластерів, виконання окреслених завдань надасть змогу до економічного зростання національної економіки та покращення добробуту населення в країнах.

Кластер 5 утворений лише двома країнами Китай та Індія, ці дві країни мають загалом найбільші показники населення в світі та за економічним розвитком мають значну різницю. Однак, як Китай, так і Індія стикаються з проблемою соціально-економічної нерівності, що перешкоджає повному розкриттю потенціалу людського капіталу та створює перешкоди для розвитку національної економіки.

Країнах кластеру 6, існує чіткий взаємозв'язок між рівнем людського капіталу та соціально-економічною нерівністю. Так низький рівень освіти, охорони здоров'я та професійних навичок тільки сприяє зростанню показників нерівності, що приводить до збільшення різноманітних соціо-економічних проблем в житті людей, що створює додаткові проблеми для економічного зростання та соціальної мобільності. Вище описане становище створює замкнуте коло нескінченної бідності та нерівності в країні, що гальмує розвиток національної економіки країни.

Країни кластеру 7 та кластеру 8 це переважно країни Африки, ці країни мають загальні проблеми притаманні для кожної країни в групі це: низький рівень освіти та кваліфікації, обмежений доступ до охорони здоров'я, гендерна нерівність в житті людей, високий рівень бідності, нерівність в розподілі доходів, політична нестабільність та корупція в середині країни. Подолання означених проблем забезпечить стабільне зростання показників національної економіки. Інвестуючи ресурси в розвиток людського капіталу, африканські країни зможуть побудувати більш справедливе та процвітаюче суспільство на яке заслуговують, також отримають значний розвиток національної економіки в цілому на континенті.

Сформовані кластери, що ґрунтуються на комплексному кластерному аналізі даних, надали достатню кількість інформації для виявлення закономірностей та зв'язків між різними аспектами людського розвитку та економічного добробуту у межах виділених окремих груп країн. Аналіз кластерів дозволив ідентифікувати характерні особливості кожної групи. Його результати відображають, як окремі показники, такі як коефіцієнт людської

нерівності, коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, очікувана тривалість життя при народженні, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, загальна кількість населення, міське населення, індекс освіти, населення віком від 15 до 64 років, взаємопов'язані та впливають на загальний рівень розвитку національної економіки.

Додатковим інструментарієм перевірки якості проведеної кластеризації є інструменти дискримінантного аналізу. Дискримінантний аналіз є методом, який використовується для аналізу даних дослідження, коли критерій або залежна змінна є категоричними, а предиктор або незалежна змінна мають інтервальний характер. Дискримінантний аналіз є найважливішим інструментом під час вирішення задач класифікації. На відміну від інших методів, дискримінантний аналіз дозволяє спрогнозувати, до якого класу належить новий об'єкт. Аналіз містить статистичні методи класифікації багатовимірних об'єктів у ситуації, коли наявні так звані навчальні вибірки (класифікація з навчанням). Незважаючи на багато обмежень під час виконання даного методу, дискримінантний аналіз доцільно застосовувати в комплексі з іншими методиками багатовимірного статистичного аналізу.

Як і кластерний аналіз, дискримінантний аналіз належить до методів багатовимірної класифікації. Основна відмінність між методами полягає в тому, що в ході дискримінантного аналізу нові кластери не утворюються, а формулюється правило, за яким нові одиниці сукупності відносять до одного із уже існуючих класів. Дискримінантний аналіз дозволяє велику неоднорідну сукупність розбити на однорідні групи, а також віднести певний об'єкт (явище, процес, спостереження) до конкретного класу. Головні завдання дискримінантного аналізу: інтерпретація відмінності між існуючими класами, класифікує нові об'єкти та відносить їх до одного з класів [143].

Метою дискримінантного аналізу є розробка дискримінантних функцій, які є не що інше, як лінійна комбінація незалежних змінних, яка ідеально

розрізняє категорії залежної змінної. Це дає змогу перевірити, чи існують суттєві відмінності між групами з точки зору змінних-провісників [142].

Основні проблеми дискримінантного аналізу наступні. Визначення набору дискримінантних змінних. Кількість об'єктів спостереження має перевищувати кількість змінних, як мінімум, удвічі. Існують різні критерії послідовного відбору змінних, що дозволяють отримати найкращу роздільність множин.

Дискримінантні змінні мають бути лінійно незалежними. Ефект мультиколінеарності між ознаками значно погіршує якість результатів, і тому стає недоцільним застосування методу. Перед початком дослідження необхідно перевірити вибірку на наявність лінійного зв'язку між факторними ознаками.

При проведенні множинного дискримінантного аналізу в програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2 розроблено регресійну модель F1, що описує внесок кожного індикатора в формування кластера 1, та має вигляд:

$$\begin{aligned}
 F1 = & -0,180166 \cdot K9 - 0,0471193 \cdot K2 + 1,29466 \cdot K10 \\
 & - 0,664787 \cdot K7 + 0,0394757 \cdot K8 + 0,219873 \cdot K5 \\
 & + 2,55374 \cdot K6 - 0,41317 \cdot K1 + 1,06147 \cdot K3 \\
 & - 1,13345 \cdot K4
 \end{aligned}
 \tag{1.2.3}$$

де K1 – коефіцієнт людської нерівності, K2 – коефіцієнт Джині, K3 – нерівність в очікуваній тривалості життя, K4 – очікувана тривалість життя при народженні, K5 – валовий національний дохід, K6 – індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, K7 – загальна кількість населення, K8 – міське населення, K9 – індекс освіти, K10 – населення віком від 15 до 64 років.

Вага кожного індикатора відображається за абсолютним значенням коефіцієнта, чим більше значення, тим більший внесок даного показника в формування кластера 1 (табл. 1.2.3).

Таблиця 1.2.3. Стандартизовані коефіцієнти дискримінантних функцій

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Сума
Індекс освіти	-0,180	0,022	0,503	0,186	-0,895	-0,010	0,543	0,169
Коефіцієнт Джині	-0,047	-0,099	0,412	0,875	0,200	0,046	0,250	1,637
Населення віком 15-64 років	1,295	3,525	0,013	0,407	-0,507	-1,407	3,292	6,618
Загальна кількість населення	-0,665	-2,829	0,061	-0,421	0,509	1,464	-3,486	-5,367
Міське населення	0,039	-0,183	0,281	0,478	0,115	-0,052	-0,808	-0,13
Валовий національний дохід (ВНД)	0,220	-0,237	0,491	-0,307	0,696	-0,612	0,045	0,296
Індекс очікуваної тривалості з поправкою на нерівність	2,554	-0,855	2,864	-2,523	-4,844	4,328	-0,390	1,134
Коефіцієнт людської нерівності	-0,413	0,234	0,363	-0,326	-0,127	0,347	-0,144	-0,066
Нерівність в очікуваній тривалості життя	1,061	-0,273	2,137	-1,285	-2,027	2,110	0,674	2,397
Очікувана тривалість життя при народженні	-1,138	0,286	-1,564	1,478	3,466	-1,817	0,932	1,643

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Таблиця 1.2.3 відображає коефіцієнти функцій, що використовуються для визначення впливу кожного індикатора на формування кластера. Сума коефіцієнтів демонструє силу внеску кожної змінної у розділення груп кластерів. Так показники населення віком 15-64, нерівність в очікуваній тривалості життя та очікувана тривалість життя мають найважливіший вплив на формування кластерів.

З відносною величиною коефіцієнтів у моделі (1.2.3) можна визначити, як незалежні змінні використовуються для розрізнення кластерів (табл. 1.2.4).

Таблиця 1.2.4. Значення дискримінантної функції

Дискримі- нантна функція	Власне значення	Відносний відсоток	Канонічна кореляція	Статистика Лямбда Уїлкса	Хі-квадрат	Сту- пені сво- боди	P-value
1	13,9593	42,72	0,966	0,0002	1068,61	70	0,000
2	12,98	39,72	0,9635	0,0033	725,03	54	0,000
3	2,9069	8,9	0,8625	0,0463	390,05	40	0,000
4	2,1649	6,63	0,8270	0,1811	216,98	28	0,000
5	0,5147	1,58	0,5829	0,5732	70,66	18	0,000
6	0,1434	0,44	0,3542	0,8683	17,93	10	0,0561
7	0,0071	0,02	0,0841	0,9929	0,90	4	0,9242

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Отже, для розробки моделі (1.2.3) було використано 134 країн розподілених на 8 кластерів. Для формування кластерів використано 10

предикторних змінних. В п'яти з семи дискримінаційних функцій значення рівня значущості (P-value) має нижче 0,05%, що свідчить про статистично значущі функції при довірчому рівні 95,0%. Значення Лямбда Уїлкса вимірюються в проміжку від 0 до 1, якщо значення прямує до нуля це означає, що значення краще відрізняються одне від одного. П'ять функцій демонструють достатній рівень дискримінації в використовуваних даних.

Використання різноманітних методів кластерного аналізу дає більш детальну картину розподілу. Кожен такий аналіз дає в своїй сутності неповторюваний результат. Тому з метою всебічного аналізу та інтерпретації розподілу країн на групи за показниками людського капіталу запропоновано застосувати методи нейромодельовання з використанням машинного навчання та самоорганізаційних карт Кохонена.

Самоорганізовані карти (SOM, Self Organizing Maps), розроблені Т. Кохоненом [144], є потужним інструментом, що використовує дві парадигми аналізу даних – кластеризацію і проєктування, з візуалізацією багатовимірних даних на площині [145].

Алгоритм функціонування карток, що самоорганізуються, є одним з варіантів кластеризації багатовимірних векторів – алгоритм проєктування зі збереженням топологічної подоби. Тобто, якщо показники були значно віддалені один від одного у вихідному просторі, то і на карті вони будуть значно віддалені один від одного.

Перевагою карт Кохонена, що самоорганізуються, є те, що при навчанні використовується метод навчання без вчителя, тобто результат навчання залежить тільки від структури вхідних даних.

Для навчання використовуються формула оновлення нейрона з ваговим вектором  $W_v(s)$  формула 1.2.4.

$$W_v(s + 1) = W_v(s) + \theta(u, v, s) \cdot \alpha(s) \cdot (D(t) - W_v(s)) \quad (1.2.4)$$

де  $s$  – індекс кроку,  $t$  – індекс в навчальній вибірці,  $u$  – індекс найкращого вузла відповідності для вхідного вектора  $D(t)$ ,  $\alpha(s)$  – коефіцієнт навчання, який монотонно зменшується;  $\theta(u, v, s)$  – функція сусідства, яка дає відстань між нейроном  $u$  і нейроном  $v$  на етапі  $s$  [145].

Для побудови карт Кохонена набір даних ділиться на тестову та навчальну вибірку у відношенні 5% к 95%. Практичну реалізацію розробки самоорганізаційних карт Кохонена здійснено у програмному забезпеченні Deductor Studio. В процесі побудови карти існує можливість змінити її розмірність. Додатковими налаштуваннями є швидкість навчання, радіус навчання та розподіл на кластери. Результати побудови карти Кохонена демонструють навчальну множину в вигляді максимальної помилки та середньої помилки та показником розпізнання вхідних даних, тестової множини з показниками максимальної помилки та середньої помилки показник розпізнання даних, кількості епох навчання та часу затраченого на навчання.

Отже, для кожного індикатора дослідження побудовано окрему карту Кохонена. Рисунки 1.2.3 – 1.2.6 являють собою візуальне зображення багатовимірного масиву даних в двовимірному просторі. Кожний рисунок – окремий показник: коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), очікувана тривалість життя при народженні (K4), валовий національний дохід (K5), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K6), загальна кількість населення (K7), міське населення (K8), індекс освіти (K9), населення віком від 15 до 64 років (K10) (рис. 1.2.3 – 1.2.6).

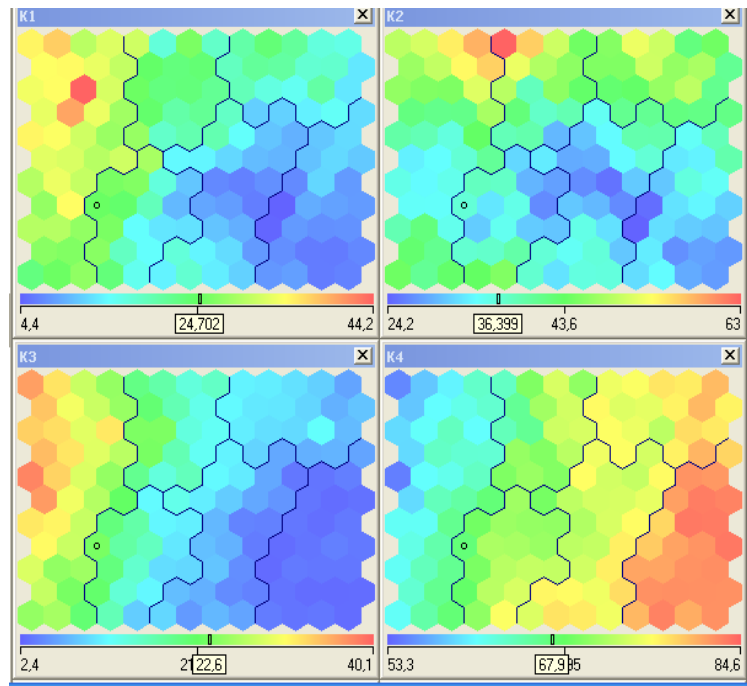


Рисунок 1.2.3 – Коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), очікувана тривалість життя при народженні (K4)

Джерело: побудована автором програмним засобом Deductor Studio

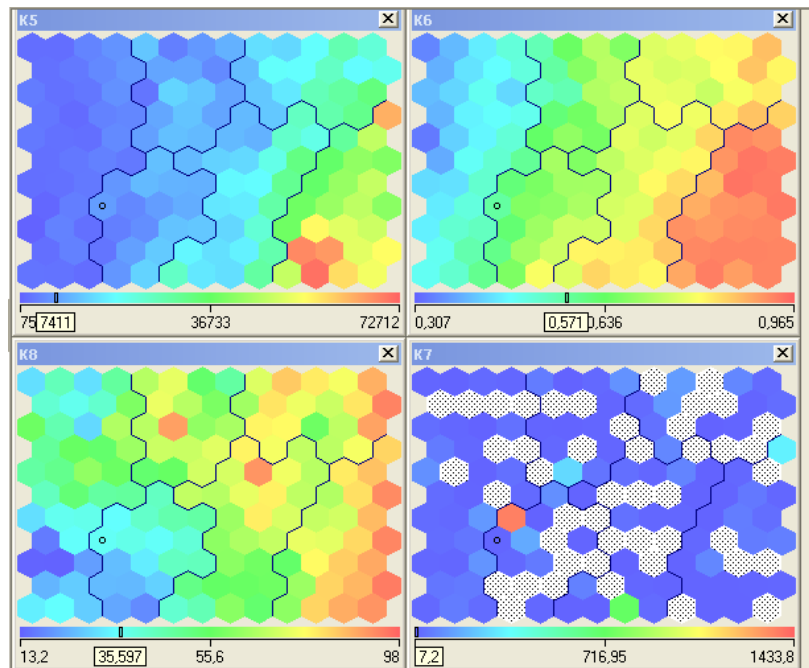


Рисунок 1.2.4 – Валовий національний дохід (K5), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K6), загальна кількість населення (K7), міське населення (K8)

Джерело: побудована автором програмним засобом Deductor Studio



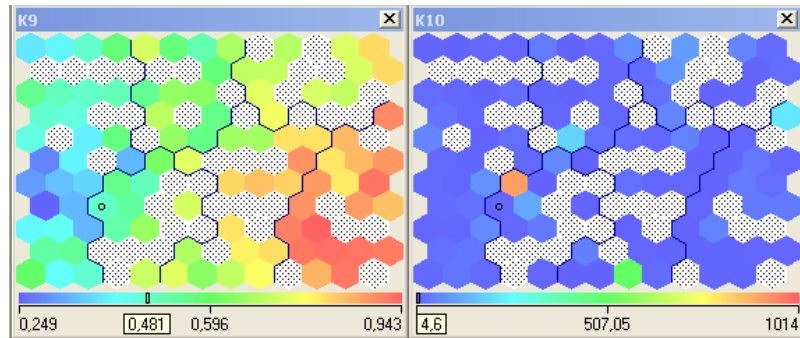


Рисунок 1.2.5 – Індекс освіти (K9), населення віком від 15 до 64 років (K10)

Джерело: побудована автором програмним засобом Deductor Studio

Визначення оптимальної кількості кластерів було проведено автоматичним пошуком (рис. 1.2.6).

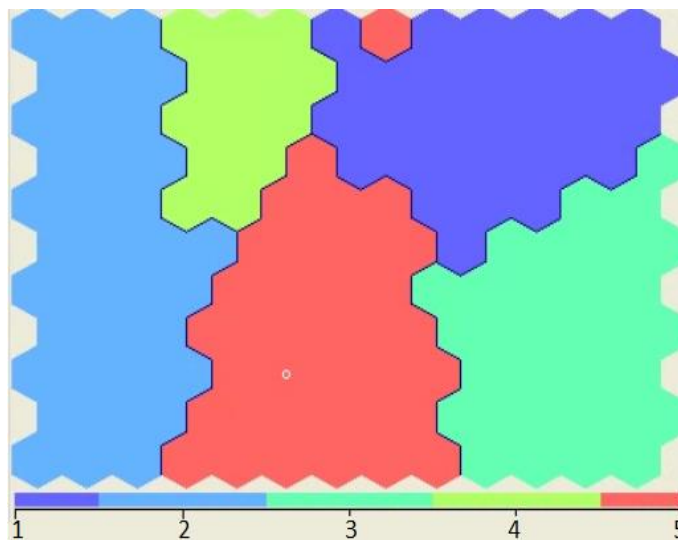


Рисунок 1.2.6 – Оптимальна кількість кластерів

Джерело: побудована автором програмним засобом Deductor Studio

Використання карт Кохонена дає можливість побачити багатовимірний масив даних в низьковимірному просторі зі збереженням топологічних властивостей вхідних даних.

Таблиця 1.2.5 демонструє розподіл впливу змінних на формування кластерів створених шляхом побудови самоорганізаційних карт Кохонена.

Таблиця 1.2.5. Вплив змінних на формування кластерів

Змінна/кластер	5	4	3	2	1	загальне
	98 ( 72,3%)	20 ( 14,6%)	10 ( 8,8%)	4 ( 2,9%)	2 ( 1,5%)	
K10	99,50%	6,60%	76,10%	97,40%	100,00%	100,00%
K7	99,60%	2,50%	81,20%	98,00%	100,00%	100,00%
K4	43,10%	72,60%	33,90%	22,00%	13,60%	30,70%
K9	31,10%	68,10%	24,30%	3,00%	30,80%	20,00%
K3	32,40%	57,30%	36,50%	3,10%	12,40%	13,50%
K2	4,80%	29,70%	17,60%	63,50%	1,10%	10,00%
K5	15,70%	41,30%	3,50%	37,80%	43,60%	8,80%
K1	15,90%	45,60%	18,00%	26,80%	14,90%	4,70%

Джерело: побудовано автором з використанням програмного забезпечення Deductor Studio

Отже проведене комплексне дослідження дозволило розподілити країни таким чином. До кластеру 5 входять дев'яносто дев'ять країн світу: Норвегія, Ірландія, Швейцарія, Ісландія, Швеція, Австралія, Нідерланди, Данія, Фінляндія, Бельгія, Австрія, Ізраїль, Словенія, Люксембург, Чехія, Мальта, Естонія, Греція, Кіпр, Литва, Латвія, Португалія, Словаччина, Угорщина, Чилі, Хорватія, Чорногорія, Румунія, Казахстан, Уругвай, Болгарія, Панама, Грузія, Коста-Ріка, Сербія, Маврикій, Сейшели, Албанія, Шрі-Ланка, Боснія і Герцеговина, Вірменія, Північна Македонія, Еквадор, Сент-Люсія, Домініканська Республіка, Молдова, Мальдіви, Туніс, Монголія, Йорданія, Парагвай, Болівія, Габон, Киргизстан, Сальвадор, Таджикистан, Гватемала, Нікарагуа, Бутан, Намібія, Гондурас, Сан-Томе і Принсіпі, Лаосська Народно-Демократична Республіка, Есватіні, Гана, Тимор-Лешті, Непал, Замбія, Ангола, Конго, Зімбабве, Камерун, Папуа Нова Гвінея, Коморські острови, Мавританія, Бенін, Руанда, Кот-д'Івуар, Мадагаскар, Лесото, Того, Сенегал, Гаїті, Гамбія, Малаві, Гвінея-Бісау, Ліберія, Гвінея, Ємен, Мозамбік, Буркіна-Фасо, Сьєрра-Леоне, Малі, Бурунді, Південний Судан, Чад, Центральноафриканська Республіка, Нігер.

Кластер 4 складається з двадцяти країн: Великобританія, Канада, Корея (Республіка), Іспанія, Франція, Італія, Польща, Аргентина, Україна, Перу,

Таїланд, Колумбія, Алжир, ПАР, Ірак, Кенія, Уганда, Танзанія (Об'єднана Республіка), Судан, Конго (Демократична Республіка)

Кластер 3 налічує в собі десять країн: Німеччина, Японія, Туреччина, Мексика, Філіппіни, Єгипет, В'єтнам, Бангладеш, Нігерія, Ефіопія.

Кластер 2 утворюють 4 країни: США, Бразилія, Індонезія, Пакистан.

Китай та Індія утворюють кластер 1.

В порівнянні двох кластерних аналізів методом Уорда та методом самоорганізаційних карт Кохонена (SOM, Self Organizing Maps) чітко видно різницю результатів в кількості отриманих кластерів та їх складових. Кожен метод претендує на достовірність, а кожен аналіз є статистично значущим.

Отже, для розрахунку кластерного аналізу використані такі індикатори коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), очікувана тривалість життя при народженні (K4), валовий національний дохід (K5), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K6), загальна кількість населення (K7), міське населення (K8), індекс освіти (K9), населення віком 15-64 (K10). Їхні значення мають різні величини виміру вони були стандартизовані засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2. Аргументована кількість кластерів за допомогою формули Стерджеса кількість вісім кластерів даних. Створено списки країн які входять до кожного кластеру. Також визначену регресійну формулу функції з дискримінантного аналізу з її допомогою визначено вплив кожного індикатора на створений кластер даних. Значущість дискримінантних функцій обґрунтовано показниками Лямбда Уїлкса та рівня значущості P-value розрахованими за допомогою інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2.

### **1.3. Дескриптивний та кореляційно-регресійний аналіз взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки**

У сучасному світовому стані актуальним та важливим питанням є детальний аналіз показників, що характеризують динаміку та тенденції змін соціума й економіки. Одним із таких показників є нерівність, а саме коефіцієнт людської нерівності. Об'єктивний аналіз можливий з використанням аналітичних економіко-математичних методів, методів багатовимірного статистичного аналізу (дескриптивного, кореляційного, факторного, регресійного), результати яких надають комплексне уявлення про зміст зазначеної проблематики – вплив та значущість показників на рівень людської нерівності.

Нерівність людського капіталу – це дисбаланс у наборі знань, навичок, досвіду та інших характеристик, що роблять людей продуктивними, між різними групами населення. Ця нерівність проявляється в різних аспектах, таких як рівень освіти, стан здоров'я, доступ до нових технологій, гендерна нерівність, нерівність за місцем проживання, етнічна нерівність та інші.

Одним з економічних наслідків нерівності людського капіталу є низька продуктивність, що призводить до зниження загальної продуктивності економіки, адже не всі люди мають можливість повністю розкрити свій потенціал. Нерівність доходів, соціальна нерівність та стриманість економічного зростання також є значимим наслідками нерівності людського капіталу.

Наслідки нерівності для національної економіки – це зниження конкурентоспроможності, збільшення соціальних витрат, політична нестабільність в країні.

Шляхи для подолання нерівності людського капіталу – це інвестування в освіту та охорону здоров'я, створення рівних можливостей для людей з різним походженням допоможе їм повністю розкрити свій потенціал.

Перерозподіл доходів зменшить нерівність у доступі до ресурсів, необхідних для розвитку людського капіталу.

Отже, нерівність людського капіталу є серйозною проблемою, що має значні негативні наслідки для національної економіки. Важливо вживати заходів для подолання цієї проблеми, щоб забезпечити стійке економічне зростання, розвиток національної економіки та соціальну справедливість.

Інформаційною базою для оцінювання залежності людської нерівності від впливових індикаторів використано офіційні звіти про рівень людського розвитку (Human Development Index (HDI)) програми Організації Об'єднаних Націй (ООН) [140], за 2019 рік для 134 країн. Для проведення аналізу, враховуючи проведений бібліометричний аналіз та змістовну сутність детермінант, що здійснюють вплив на рівень людського розвитку та на рівень людської нерівності, обрано такі показники: коефіцієнт людської нерівності, коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність. Детальний опис вхідних змінних представлено в розділі 1 в підрозділі 1.2.

З метою підвищення точності розрахунків кореляційно-регресійного аналізу було зменшено кількість змінних в порівнянні з кластерним аналізом. Це дозволило забезпечити більш чітку інтерпретацію отриманих результатів. Велике число змінних значно ускладнило б інтерпретацію результатів аналізу та могло б призвести до мультиколінеарності.

Отже, для проведення розрахунків обрано наступні показники: коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), валовий національний дохід (K4), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5) надана повна таблиця в додатку Б.1.

Оскільки вхідний масив індикаторів виміряний в різних шкалах, містить як відносні показники (коефіцієнти та індекси), так і абсолютні, то для коректності подальшого моделювання, якості та адекватності розрахунків їх

необхідно стандартизувати, тобто здійснити процедуру нормалізації. Результати нормалізації надано в додатку Б.2. При цьому якість результатів нормалізації залежить від виду функції нормалізації та можливості її застосування, враховуючи змістовну сутність показників (показники-стимулятори чи показники-дестимулятори) та їх дескриптивні характеристики («ящики з вусами», міри центральної тенденції, міри мінливості) (рис. 1.3.1).

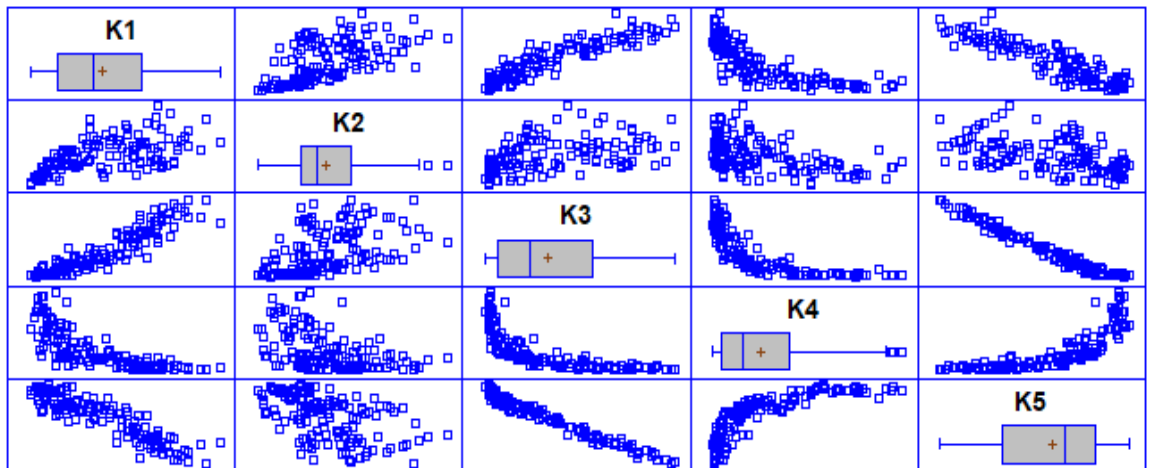


Рисунок 1.3.1. «Ящики з вусами» індикаторів дослідження

Джерело: побудовано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Діаграми розмаху («коробка з вусами») – це зручний спосіб візуального представлення груп числових даних через квартилі. Коробковий графік містить лінії, що виходять вертикально з коробки (вони називаються вусами), та вказують величину мінливості, ступеня розкиду (дисперсії) за межами верхнього та нижнього квартилів. Викиди відображаються у вигляді окремих точок, що знаходяться на одній лінії з вусами. Діаграми розмаху розташовуються як горизонтально, так і вертикально.

Діаграми розмаху, як правило, використовуються в описовій статистиці та дозволяють швидко досліджувати один або більше наборів даних у графічному вигляді. Незважаючи на те, що в порівнянні з гистограмою або графіком щільності, цей графік здається примітивним, однак його перевага полягає в економії простору, що особливо зручно при порівнянні розподілів між великою кількістю груп або наборів даних [148].

Розрахунок описових статистик необхідний для характеристики «типового представника» вибірки. Але часто самі цифри мало що демонструють про вибірку та про цього «типового представника». Щоб краще зрозуміти отримані дані зручніше скористатися візуальним відображенням результатів. Така діаграма в зручній формі показує медіану, середнє, нижній і верхній квартили, мінімальне і максимальне значення вибірки та викиди. Відстані між різними частинами «ящика» дозволяють визначити ступінь розкиду (дисперсії) і асиметрії даних, а також виявити викиди. Розташувавши на одному графіку кілька таких «ящиків» можна візуально порівнювати розподіл однієї змінної з іншою.

Щоб побудувати таку діаграму, в першу чергу, потрібно визначитися з межами ящика. Ними слугують перший та третій квартилі (25-й і 75-й процентилі відповідно). Лінія в середині ящика – це медіана (50-й процентиль). Кінці «вусів» – це межі статистично значущою вибірки (без викидів). Але кінці вусів представляють собою кілька можливих альтернативних значень, серед яких мінімальне і максимальне значення даних за вибіркою, стандартне відхилення, дев'ятий та дев'яносто перший процентиль, другий і дев'яносто восьмий процентиль. Незвичні процентилі 2%, 9%, 91%, 98% іноді використовуються на заштрихованих ділянках вусів та кінцях вусів, щоб показати описову статистику за сімома числовими характеристиками.

Будь-які дані, що не потрапляють в простір між «вусами», повинні бути нанесені на графік ізольованими точками, малим колом або зірочками. Але іноді цього не роблять. Деякі «ящики з вусами» включають додаткові символи, щоб показати середнє значення даних. Іноді «ящик» може бути представлений взагалі без «вусів».

У зв'язку з тим, що не існує єдиної спільної думки щодо того, як саме будувати «ящик з вусами», побачивши такий графік необхідно шукати інформацію в супровідному тексті програми щодо того, за якими параметрами він був побудований. Якщо дані мають нормальний розподіл, місця розташування

позначень статистичних параметрів на графіку будуть рівновіддалено розподілені [149].

Отже, на рисунку 1.3.1 «вусами» називають лінії які прямують від прямокутника, вказують на мінливість за межами верхнього і нижнього квантилів.

Таблиця 1.3.1. Числові характеристики розподілу значень показників людської нерівності

Числові характеристики/індикатори	K1	K2	K3	K4	K5
Кількість	134	134	134	134	134
Середнє значення	19,2978	38,1949	15,0087	18859,6	0,697036
Медіана	17,7500	36,4000	11,4000	12238,0	0,742500
Середнє геометричне	16,4730	37,3889	10,9772	10543,7	0,669465
Середнє гармонійне	13,7844	36,6153	7,85185	5268,66	0,638794
5% Обрізане середнє	18,9703	37,8469	14,4035	17260,8	0,702901
5% Вирівняне середнє	19,1783	38,1022	14,9181	18483,0	0,698761
Дисперсія	102,222	64,6392	120,755	3,40177E8	0,0340044
Стандартне відхилення	10,1105	8,03985	10,9889	18443,90	0,184403
Коефіцієнт варіації	52,3917%	21,0495%	73,2167%	97,7959%	26,4553%
Коефіцієнт Джині	0,285658	0,103679	0,395068	0,505701	0,136591
Стандартна похибка	0,860660	0,684397	0,935435	1570,05	0,0156974
Геометричне стандартне відхилення	1,806140	1,229290	2,307860	3,29444	1,3457800
5% Вирівняна сигма	10,69230	8,260970	11,80550	19140,9	0,1969970
Середнє абсолютне відхилення	0,516034	0,169155	0,727280	1,00537	0,2512810
MAD	8,600000	5,10000	7,800000	9260,00	0,1610000
Sbi	10,53010	8,07324	11,59790	16849,3	0,1936360
Мінімум	4,400000	24,2000	2,400000	754,000	0,3070000
Максимальне	44,20000	63,0000	40,90000	72712,0	0,9650000
Діапазон	39,80000	38,8000	38,50000	71958,0	0,6580000
Нижній квантиль	10,00000	32,8000	5,000000	3954,00	0,5240000
Верхній квантиль	27,80000	43,3000	24,20000	29558,0	0,8440000
Міжквартильний діапазон	17,80000	10,5000	19,20000	25604,0	0,3200000
1/6 секстиля	7,900000	30,5000	3,700000	2633,00	0,4800000
5/6 секстиля	30,80000	45,8000	28,70000	38881,0	0,9065000
Міжквартильний діапазон	22,90000	15,3000	25,00000	36248,0	0,4265000
Асиметрія	0,326703	0,624769	0,652115	1,15734	-0,398628
Середнє квадратичне відхилення Асиметрії	1,566810	2,996290	3,127430	5,55042	-1,911750
Екссес	-1,078210	0,0582996	-0,856146	0,388369	-1,059850
Середнє квадратичне відхилення екссесу	-2,585460	0,139798	-2,052970	0,931275	-2,541430
Сума	2663,100	5270,90	2071,200	2,60262E6	96,191000
Сума квадратів	65396,40	210177	47629,50	9,56885E10	71,707200

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Числові характеристики дескриптивної статистики для вихідних показників дослідження – коефіцієнт людської нерівності (K1), коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), валовий



національний дохід (K4), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5) – подано у таблиці 4. Числовими характеристиками, що визначають середні міри, міри мінливості та закони розподілів для досліджуваних показників є такі: загальна кількість країн – об’єктів дослідження, індикатори яких були обрані для дослідження, середні значення вхідних змінних, показник медіани для змінних, середнє геометричне та середнє гармонійне, 5% обрізане середнє, 5% вирівняне середнє, показник дисперсії вихідної змінної, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт Джині, стандартна помилка, геометричне стандартне відхилення, 5% вирівняна сигма, середнє абсолютне відхилення,  $S_{bi}$ , показники мінімуму та максимуму змінних, діапазон, нижній кuartиль та верхній кuartиль й міжкuartильний діапазон, 1/6 секстиль й 5/6 секстиль, інтерсекстильний діапазон, показник асиметрії, стандартний показник асиметрії, ексцес, стандартний ексцес, сума змінної, сума квадратів.

Коваріація це систематичний зв’язок між парою випадкових величин, при якому зміна однієї змінної взаємно змінюється еквівалентною зміною іншої змінної.

Коваріація приймає будь-яке значення від  $-\infty$  до  $+\infty$ , де негативне значення є показником оберненопропорційного відношення, тоді як позитивне значення являє собою прямопропорційне відношення. Цей показник визначає лінійну залежність між змінними. Тому, коли значення дорівнює нулю, це вказує на відсутність взаємозв’язку. Крім того, коли всі спостереження будь-якої змінної однакові, коваріація буде нульовою.

Таблиця 1.3.2. Коваріації змінних K1, K2, K3, K4, K5.

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	102,222	47,8396	102,62	-141664,	-1,68677
K2	47,8396	64,6392	40,8346	-66620,0	-0,709729
K3	102,62	40,8346	120,755	-151819,	-1,99177
K4	-141664,	-66620,0	-151819,	3,40177E8	2728,99
K5	-1,68677	-0,709729	-1,99177	2728,99	0,0340044

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

У таблиці 1.3.2. наведено коваріації між кожною парою змінних. Коваріації вимірюють, наскільки змінні змінюються разом, і використовуються для обчислення кореляцій Пірсона.

Коефіцієнт кореляції Пірсона вимірює щільність лінійного кореляційного зв'язку між кількісними скалярними ознаками змінних. Значення коефіцієнта кореляції змінюється від  $-1$  до  $+1$ . Значення  $-1$  та  $+1$  відповідають чіткій лінійній функціональній залежності, яка в першому випадку є спадною, а у другому – зростаючою. Що ближчим є значення коефіцієнта кореляції до  $-1$  або  $+1$ , то більш обґрунтованим є припущення про наявність лінійного зв'язку. Наближення значення коефіцієнта кореляції до нуля свідчить про відсутність лінійного зв'язку, але не є доказом відсутності статистичного зв'язку взагалі.

Таблиця 1.3.3. Парні коефіцієнти кореляції Пірсона

	K1	K2	K3	K4	K5
K1		0,5885	0,9237	-0,7597	-0,9047
K2	0,5885		0,4622	-0,4493	-0,4787
K3	0,9237	0,4622		-0,7491	-0,9829
K4	-0,7597	-0,4493	-0,7491		0,8024
K5	-0,9047	-0,4787	-0,9829	0,8024	

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Наявність високого рівня лінійного зв'язку спостерігається між змінними, зв'язок яких дорівнює абсолютному значенню в межах від 0,7 до 1. Для обраних індикаторів дослідження (таблиця 1.3.3) високий рівень взаємозв'язку спостерігається між коефіцієнтом людської нерівності (K1) та нерівністю в очікуваній тривалості життя (K3), його значення складає 0,9237, а також: між коефіцієнтом людської нерівності (K1) та валовим національним доходом (K4) (оберненопропорційний взаємозв'язок на рівні 0,7597); між коефіцієнтом людської нерівності (K1) та індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5) (оберненопропорційний взаємозв'язок на рівні 0,9047); між показником нерівність в очікуваній тривалості життя (K3) та показником валовий національний дохід (K4) (значення коефіцієнту кореляції є високим  $-0,7491$ ); між показником нерівність в очікуваній

тривалості життя (К3) та індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (К5) (оберненопропорційний взаємозв'язок на рівні 0,9829); між валовим національним доходом (К4) та індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (К5), для цієї пари значення коефіцієнта кореляції Пірсона дорівнює 0,8024.

Пари змінних з показниками кореляції Пірсона в інтервалах (-0,69; -0,4) та (0,4; 0,69) мають помірну щільність лінійного зв'язку. Отже, помірна щільність взаємозв'язків спостерігається між коефіцієнтом людської нерівності (К1) та коефіцієнтом Джині (К2) (значення коефіцієнта кореляції дорівнює 0,5885), між коефіцієнтом Джині (К2) та нерівністю в очікуваній тривалості життя (К3) із значенням коефіцієнта кореляції 0,4622, між коефіцієнтом Джині (К2) та валовим національним доходом (К4) (оберненопропорційний взаємозв'язок на рівні 0,4493), а також між коефіцієнтом Джині (К2) та індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (К5) (оберненопропорційний взаємозв'язок на рівні 0,4787).

Подальше дослідження для отримання якісних та адекватних результатів можливе лише після проведення нормалізації даних, оскільки вхідні дані виміряні в різних одиницях. При цьому від якості проведеної нормалізації залежить якість отриманих результатів. Так, велика кількість науковців світу, зокрема [150,151,152], пропонують здійснювати нормалізацію з урахуванням вагових коефіцієнтів, показників-стимуляторів (збільшення яких позитивно впливає на досліджуваний індикатор) та показників-дестимуляторів, при цьому не обов'язково найменше значення показника-стимулятора чи показника-дестимулятора відповідає найкращому його значенню. Це залежить безпосередньо від змісту самого показника, від його суті. В якості вагових коефіцієнтів функцій нормалізації підходять наступні величини: 1) ваги, що визначають міри центральної тенденції показника (медіана, мода, середнє значення), міри мінливості (дисперсія, мінімальне, максимальне значення змінної, розмах, коефіцієнти асиметрії та ексцесу); 2)

зважені показники; 3) ваги, які сформовані за результатами експертних суджень. Для проведення нормалізації вихідних даних запропоновано використати модифіковану логістичну функцію (1.3.1), що враховує ваги показників:

$$y_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-3 \frac{x_{ij} - p_i}{q_i - p_i}}} \quad (1.3.1)$$

де  $y_{ij}$  – нормоване значення і-країни j-індикатора,  $q_i$  – значення показника  $x_{ij}$ , за якого функція перетворення набуває значення, не меншого ніж 0,95;  $p_i$  – значення показника  $x_{ij}$ , за якого функція перетворення набуває значення 0,5 [153].

Отже, в результаті проведення процедури нормалізації, враховуючи змістовну сутність, для показника коефіцієнт Джині (К2) в якості вагового показника міри мінливості використано мінімальне значення ( $q_i$ ), а для показників коефіцієнт людської нерівності (К1), нерівність в очікуваній тривалості життя (К3), валовий національний дохід (К4), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (К5) – максимальні значення ( $q_i$ ). В якості мір центральної тенденції використано медіанні значення ( $p_i$ ) (вони не чутливі до викидів) (табл. 1.3.4).

Таблиця 1.3.4. Значення параметрів ( $q_i$ ) та ( $p_i$ ) для стандартизації вихідних даних

Параметр	Індикатор				
	К1	К2	К3	К4	К5
$q$	44,2	24,2	40,9	72 711,7	0,965
$p$	19,3	36,4	11,4	12 238,1	0,7

Джерело: побудовано автором

Отже, подальшим етапом дослідження є розробка регресійної моделі впливу індикаторів «коефіцієнт людської нерівності», «коефіцієнт Джині», «нерівність в очікуваній тривалості життя», «валовий національний дохід»,

«індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність» на індикатор «рівень людської нерівності».

Фрагмент нормалізованих даних за формулою (1.3.1) для вибірки зі 134 країн світу подано в таблиці 1.3.5. Повний перелік вхідних та нормалізованих даних наведено у додатку Б, таблиці Б.1, Б.2.

Таблиця 1.3.5 – Фрагмент нормованих показників

Країна/Показник	K1	K2	K3	K4	K5
Норвегія	0,166804	0,205226	0,199179	0,934235	0,9312
Ірландія	0,18895	0,342431	0,206675	0,940373	0,926022
Швейцарія	0,180463	0,339713	0,208581	0,943489	0,946888
Ісландія	0,161492	0,201308	0,188321	0,880337	0,945819
Німеччина	0,202052	0,318358	0,214377	0,883996	0,907684
Швеція	0,176403	0,243009	0,197337	0,879308	0,938135
Австралія	0,201815	0,38723	0,212432	0,835907	0,939888
Нідерланди	0,182997	0,236397	0,201033	0,896981	0,928451
...	...	...	...	...	...
Фінляндія	0,155726	0,213229	0,199179	0,839141	0,923888
Уругвай	0,308177	0,545382	0,304984	0,516763	0,82054
Болгарія	0,276664	0,56628	0,26265	0,561867	0,795261
Панама	0,524017	0,791004	0,413718	0,644734	0,792135
Грузія	0,281279	0,445941	0,304984	0,438604	0,76188
Коста-Ріка	0,447037	0,765999	0,285698	0,494803	0,86154
Сербія	0,295962	0,439973	0,236623	0,476788	0,819323
Маврикій	0,334617	0,457923	0,343018	0,588291	0,766476
Сейшельські острови	0,378455	0,73899	0,348259	0,610187	0,742671
Албанія	0,266211	0,353406	0,288068	0,432708	0,836199
Шрі Ланка	0,339653	0,548379	0,283339	0,415148	0,815252
Бурунді	0,776743	0,512245	0,826816	0,267248	0,45738
Південний Судан	0,882761	0,727158	0,920957	0,281097	0,371512
Чад	0,899142	0,649632	0,952574	0,276082	0,311321
Центральноафриканська Республіка	0,934021	0,898219	0,948206	0,269865	0,306688
Нігер	0,727385	0,384364	0,863104	0,272152	0,450957

Джерело: побудовано автором

Перш, ніж розробляти регресійну модель залежності коефіцієнта людської нерівності (K1) від показників коефіцієнт Джині (K2), нерівність в очікуваній тривалості життя (K3), валовий національний дохід (K4), індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5), доцільним є визначення щільності та напрямку взаємозв'язків між ними на основі значень рангових коефіцієнтів кореляцій Спірмена, де для оцінки сили лінійного

взаємозв'язку між змінними використовуються не числові значення цих змінних, а їхні ранги [154]:

$$\rho = 1 - \frac{6}{n(n-1)(n+1)} \sum_{i=1}^n (R_i - S_i)^2, \quad (1.3.2)$$

де  $n$  – обсяг спостережень,  $R_i$  – ранг спостереження  $x_i$  в ряду змінної  $x$ ,  $S_i$  – ранг спостереження  $y_i$  в ряду змінної  $y$ ,  $\rho \in [-1; 1]$ .

Практичні розрахунки проведені у прикладному програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2 за допомогою процедури Describe/Multiple Variable Analysis. Результати обчислень подано в таблиці 1.3.7.

Таблиця 1.3.6. Рангові кореляції Спірмена

Показник	K1	K2	K3	K4	K5
K1		0,5885	0,9237	-0,7597	-0,9047
K2	0,5885		0,4622	-0,4493	-0,4787
K3	0,9237	0,4622		-0,7491	-0,9829
K4	-0,7597	-0,4493	-0,7491		0,8024
K5	-0,9047	-0,4787	-0,9829	0,8024	

Джерело: розраховано автором засобами програмного забезпечення Statgraphics Centurion 19.1.2

Дані таблиці 1.3.6. відображають рангові кореляції Спірмена між кожною парою змінних. Ці коефіцієнти кореляції варіюються від -1 до +1 і вимірюють силу зв'язку між змінними. На відміну від більш поширених кореляцій Пірсона, коефіцієнти Спірмена обчислюються на основі рангів значень даних, а не на основі самих значень. Отже, вони менш чутливі до викидів, ніж коефіцієнти Пірсона. Для кожної пари кореляції між змінним отримано рівень значущості (P-value) нижче 0,05, що свідчить про статистично значущі ненульові кореляції при довірчому рівні 95,0%.

Дуже висока щільність взаємозв'язку спостерігається між трьома парами ознак (табл. 1.3.6): між результативним показником коефіцієнт людської нерівності (K1) та показником нерівність в очікуваній тривалості життя (K3) та складає 0,9237, між показниками коефіцієнт людської нерівності

(K1) та індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5) (0,9047), між показниками нерівність в очікуваній тривалості життя (K3) та індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (K5) (0,9829). При цьому для першої пари зв'язок є прямопропорційний, а для другої та третьої пари показників – оберненопропорційний. Для всіх інших пар показників дослідження щільність взаємозв'язку характеризується середнім рівнем (значення рангового коефіцієнту кореляції знаходиться в діапазоні від 0,45 до 0,55) або є помірною (значення рангового коефіцієнту кореляції знаходиться в діапазоні від 0,6 до 0,8). Напрямок взаємозв'язку визначається знаком «+» (прямопропорційний) або «-» оберненопропорційний (табл. 1.3.6).

Доцільність використання всіх факторних ознак запропоновано перевірити за допомогою процедури жорсткого відсіву ознак, що є незначущими.

Отже, наступним етапом дослідження проведено розроблення регресійної моделі, що описує залежність результативної ознаки (коефіцієнт людської нерівності) від впливових ознак (коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність).

При проведенні множинного регресійного аналізу в програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2 розроблено статистично значущу регресійну модель:

$$K1 = -0,137446 - 0,119656 \cdot K2 + 1,22138 \cdot K3 - \quad (1.3.3) \\ - 0,195314 \cdot K4 + 0,240431 \cdot K5$$

де K1 – залежна змінна, коефіцієнт людської нерівності; K2 – коефіцієнт Джині, K3 – нерівність в очікуваній тривалості життя, K4 – валовий національний дохід, K5 – індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність.

Регресійний аналіз є часто використовуваним інструментом у статистиці. Що дозволяє досліджувати взаємозв'язок між різними кількісними змінними. Це, формулюючи математичні рівняння. По-іншому, зазначений аналіз - це процес або модель, що аналізує зв'язок між залежною змінною та однією або кількома незалежними змінними. Таким чином, з цього дослідження виявляється математична залежність. Завдяки процесам регресії можна зрозуміти, як на залежну змінну впливають зміни інших факторів [155].

Застосування для регресійного аналізу є одним з основних застосувань регресійного аналізу є прогнозування з різними сценаріями. Це, беручи до уваги ступінь впливу на залежну змінну [155].

Тобто метою аналізу є побудова функції, яка дозволяє оцінити майбутнє значення досліджуваної змінної. З іншої точки зору, регресія дозволяє розрахувати умовне (середнє) очікування. З цією метою значення незалежних змінних приймаються як задані. Слід зазначити, що коли враховується лише одна незалежна змінна, говоримо про просту лінійну регресію. З іншого боку, якщо включити більше факторів, це буде багатофакторна лінійна регресія [155].

Отже, модель (1.3.3) містить лише статистично значущі індикатори, що отримані процедурою Multiple Regression/Backward Stepwise Selection. Результати, що підтверджують статистичну значущість отриманої моделі (1.3.3), подано в таблицях 1.3.7, 1.3.8.

Таблиця 1.3.7 – Статистичні характеристики параметрів моделі (1.3.3)

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	T- статистика	Рівень значущості
Константа	-0,137446	0,110715	-1,24144	0,2166
K2	-0,119656	0,0263823	-4,53545	0,0000
K3	1,22138	0,132173	9,24074	0,0000
K4	-0,195314	0,0841533	-2,32093	0,0218
K5	0,240431	0,0961305	2,50109	0,0136

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2



Таблиця 1.3.8 відображає результати дисперсійного аналізу та підтверджує статистичну значущість моделі (1.3.3) за значенням критерію Фішера та рівня значущості p-value. Метою дисперсійного аналізу (ANOVA – Analysis of Variation) є перевірка значущості різниці між середніми у різних групах з допомогою порівняння дисперсій цих груп.

Загалом дисперсійний аналіз повинен бути поділений на декілька видів: одномірний (одна залежна змінна) та багатовимірний (кілька залежних змінних); однофакторний (одна групуюча змінна) і багатфакторний (кілька групуючих змінних) з можливою взаємодією між факторами; з простими вимірами (залежна змінна вимірюється лише один раз) та з повторними (залежна змінна вимірюється кілька разів) [156].

Таблиця 1.3.8 – Дисперсійний аналіз (ANOVA)

Джерело	Сума квадратів	Кількість ступенів свободи	Квадрат середнього	F-статистика	Рівень значущості (P-value)
Модель	7,99456	4	1,99864	307,99	0,0000
Залишки	0,863087	130	0,00648938		
Разом	8,85765	134			

Джерело: розраховано автором засобами програмного інструментарію Statgraphics Centurion 19.1.2

Статистика  $R^2$  (коефіцієнт детермінації, дозволяє оцінити, на скільки добре теоретична модель узгоджується з реальними даними) для моделі (1.3.3) та пояснює 90,256% мінливості в  $K_1$  та має дуже сильний рівень зв'язку. Скоригована статистика  $R^2$  (стандартизоване значення), становить 89,963% також свідчить про дуже сильний рівень зв'язку між використовуваними в аналізі значень даних, свідчить про статичну значущість економетричної множинної лінійної регресійної моделі (1.3.3). Стандартна похибка оцінки показує, що стандартне відхилення залишків становить 0,0806. Середня абсолютна похибка дорівнює 0,0566. Статистика Дарбіна-Уотсона дорівнює 1,92405 (P-value = 0,3286), це значення належить проміжку від 0,584 до 2,464 та відповідає зоні невизначеності. Проте подальше дослідження за критерієм

Джона фон Неймона свідчить про її відсутність,  $DW \approx 2$  – автокореляція відсутня [157].

Таким чином, економетрична модель (1.3.3) описує статистично значущий зв'язок змінних та визначає модель поведінки, ступінь впливу та напрямок взаємозв'язку між незалежними змінними  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  та залежною змінною  $K_1$ , що визначає коефіцієнт людської нерівності. Зв'язок між індикаторами  $K_1$  та  $K_3$  (нерівність в очікуваній тривалості життя), між  $K_1$  та  $K_5$  (індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність) прямопропорційний, а між  $K_1$  та  $K_2$  (індекс Джині),  $K_1$  та  $K_4$  (валовий національний дохід) – оберненопропорційний. Так, наприклад, зменшуючи на 1% коефіцієнт  $K_2$  за умови, що значення індикаторів  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  залишатимуться сталими на своєму середньому рівні, значення коефіцієнту людської нерівності буде збільшуватись на величину 0,119656, тобто 11,96%. Розглядаючи зміст індикатора  $K_4$ , слід зазначити, що чим більший валовий національний дохід, тим менше значення коефіцієнту людської нерівності. Розроблена регресійна модель обґрунтовує, що при збільшенні валового національного доходу для досліджуваних країн на 1% (за умови, що значення індикаторів  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_5$  залишатимуться незмінними на своєму середньому рівні) розрив між значеннями коефіцієнтів людського нерівності буде зменшуватися на величину 0,1953, тобто на 19,53%.

#### Висновки до розділу 1.

У процесі проведеного бібліометричного аналізу наукових цитувань взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки виявлено 900 наукових праць у міжнародній базі даних наукових публікацій Scopus. За допомогою використання пакета Bibliometrix та програмного забезпечення ScientoPy

створено й проаналізовано низку візуальних представлень наукових цитувань, таких як хмара ключових слів, деревоподібна карта, кумулятивний графік, графік трендів дослідницьких термінів у часі, мережевий граф ключових слів та країн, графік тематичного простору, алювіальна діаграма еволюцій дослідницьких тематик досліджень, семантична карта, географічна мапа зв'язків досліджень між країнами, стовпчаста діаграма розподілу ключових слів. Цей аналіз засвідчив наявність тісного взаємозв'язку між категоріями, визначив показники, які необхідно використовувати для подальшого дослідження й моделювання взаємозв'язків людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки. Також проведено огляд наукових праць у розрізі нерівності та показника Джині, де виявлено 935 наукових цитувань і проаналізовано за допомогою використання програмного забезпечення VOSviewer. Сформовано мапу зв'язків ключових слів виявлених наукових цитувань, перелік релевантних у цій тематиці журналів та їх кластеризацію, застосовуючи закон Бредфорда, визначено 25 найкращих афіляцій авторів за кількістю публікацій, а також концептуальну структуру ключових слів методом аналізування множинних відповідностей.

У розділі 1 окреслено сутність людського капіталу в розрізі економічної теорії, наголошено на зв'язку людського капіталу з економічним зростанням, визначено складові людського капіталу, такі як освіта, здоров'я, психічний та емоційний стан, пунктуальність, комунікативні навички, а також узагальнено визначення категорії людського капіталу в працях відомих вітчизняних і закордонних науковців.

Крім того, в розділі 1 виконано кластерний аналіз даних десяти показників, що формують людський капітал: коефіцієнта людської нерівності, коефіцієнта Джині, нерівності в очікуваній тривалості життя, очікуваної тривалості життя при народженні, валового національного доходу, індексу очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, загальної кількості населення, міського населення, індексу освіти, населення віком від 15 до 64 років. Процедура кластерного аналізу розподілу 134 країн на групи проведено

методом Уорда в програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2 з метою аналізування взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку їх національних економік у межах кожної групи. Оптимальну кількість кластерів, що становить вісім, обґрунтовано за допомогою застосування формули Стерджеса.

За допомогою розроблених статистично значущих дискримінантних функцій обґрунтовано, що найбільш впливовими показниками для розподілу країн на групи виявилися населення віком 15–64, нерівність в очікуваній тривалості життя та очікувана тривалість життя.

За допомогою методу нейромодельовання з використанням самоорганізаційних карт Кохонена аналізування взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку їх національних економік проведене в межах п'яти кластерів.

Здійснений описативний аналіз у підрозділі 1.3 дозволив сформулювати статистично якісний ознаковий простір показників людського капіталу для розроблення моделі взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки.

Статистичну значущість побудованої економетричної моделі, що характеризує залежність результативної ознаки (коефіцієнт людської нерівності) від впливових факторних ознак (коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність), обґрунтовано критеріями перевірки Стюдента, Фішера, Дарбіна – Уотсона, значенням коефіцієнта детермінації та рівнем значущості (p-value). Факторні ознаки, внесені до моделі, є значущими, а незначущі – були відсіянні за допомогою процедури жорсткого відсіву статистично незначущих показників «Backward Stepwise Selection» засобами програмного забезпечення Statgraphics Centurion 19.1.2.

Основні положення першого розділу дисертаційної роботи опубліковано автором в роботах [170, 171,257]

## **Розділ 2. Продуктивність праці та забезпечення громадського здоров'я як детермінанти якості людського капіталу**

### **2.1. Бібліометричний аналіз наукового доробку щодо дослідження взаємозв'язків «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал»**

Існує тісний взаємозв'язок між категорією людський капітал, забезпеченням громадського здоров'я та продуктивністю праці. Зв'язок виражається в наступних взаємозв'язках між категоріями. Так здоров'я впливає на продуктивність праці, здорові працівники мають більше енергії, менше хворіють та пропускають роботу, краще концентруються на робочих процесах та швидше навчаються новим інноваційним підходом до роботи. Що призводить до підвищення продуктивності праці на підприємствах та в країні в цілому. Інвестиції в людський капітал покращують здоров'я за рахунок наданої освіти, навчання сприяє підвищенню обізнаності про здоров'я, формуванню здорового способу життя та розуміння щодо необхідності звернення до медичних послуг. Покращення громадського здоров'я сприяє економічному зростанню суспільства країни, в цих країнах здорове населення менше витрачає на лікування та більше заробляє та рухає економічний двигун країни, що сприяє економічному зростанню. Здорові працівники приваблюють інвестиції іноземних та розвинутих компаній, вони охочіше інвестують в регіони з здоровим, сильним та рішучим населенням, що сприяє створенню нових робочих місць та розвитку економіки в регіонах країни.

Зв'язок між людським капіталом, громадським здоров'ям та продуктивністю праці є складним та багатогранним його важко досягнути. Інвестиції в ці сфери є важливими для забезпечення сталого економічного зростання та покращення якості життя населення.

Для проведення бібліометричного аналізу використано набір наукових праць з відкритої бази даних Scopus.

В базі даних проведено перший пошук з використанням наступного запиту ( TITLE-ABS-KEY ( "human capital" ) AND TITLE-ABS-KEY ( public health AND provision ) ). Даний запит надав 58 робіт, які відповідають заданому параметру опубліковані в період 1982-2024 років.

Для кращого розуміння напрямлення досліджень створено хмару ключових слів, яка надає візуальне представлення списку ключових слів, де розмір кожного слова відповідає його важливості або частоті використання (рис. 2.1.1).



Рисунок 2.1.1 – хмара ключових слів

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

В процесі побудови хмари використано наступні ключові слова (кількість): Здоров'я (6), людський капітал (6), освіта (3), стать (2), гана (2), охорона здоров'я (2), Індія (2), куріння (2), гостре ураження нирок (1), доступний (1), алкоголь (1), вживання алкоголю (1), арабський регіон (1), азіатський (1), погане управління (1), Бангладеш (1), банківська справа (1), основні зручності (1), блокчейн-технології (1), прив'язаний тест до

коінтеграції (1) та інші. Як видно з списку ключових слів знайдена кількість наукових робіт надає критично малу кількість повторюваних ключових слів які дійсно описують становище. Так тільки наступні слова мають вплив в формуванні цієї категорії знань: Здоров'я (6), людський капітал (6), освіта (3), стать (2), гана (2), охорона здоров'я (2), Індія (2), куріння (2).

Хмара слів демонструє складний взаємозв'язок між здоров'ям, розвитком людського капіталу та соціально-економічними факторами. Вона підкреслює важливість комплексного підходу до покращення здоров'я населення, який враховує не лише медичні аспекти, але й освіту, економічний розвиток, соціальну справедливість та культурні фактори.

Хоча хмара слів ефективно відображає комплексний характер факторів, що впливають на здоров'я, вона не дає чіткого уявлення про їх відносну значимість. Для вирішення цієї проблеми створено деревоподібну карту 2.1.2 яка ілюструє ієрархію факторів та їх кількісний вплив у вигляді процентних значень.



Рисунок 2.1.2. – деревоподібна карта

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

З дерева подібної карти чітко видно дві базових категорії: здоров'я (6) та людського капіталу (6), які мають найбільший вплив сукупно 18%. Та шість менших по впливу додаткових ключових слів впливу: освіта (3), стать (2), гана (2), охорона здоров'я (2), Індія (2), куріння (2), вони мають сукупний вплив в 17%. Усі інші ключові слова мають рівноцінний вплив на формування тематики в 1%.

Деревоподібна карта демонструє широкий спектр інтересів, пов'язаних з розвитком, економікою, соціальними питаннями та громадським здоров'ям. Значний акцент робиться на людському капіталі, що підкреслює його важливість для сталого розвитку. Присутні як глобальні теми (охорона здоров'я, освіта), так і специфічні питання, пов'язані з окремими країнами (Гана, Індія).

Неможливо сформувати повноцінну картину сутності категорії взаємозв'язку людського капіталу та громадського здоров'я без огляду популярності напрямлень досліджень в часі. Для розгляду популярності тематик досліджень побудовано рисунок 3 еволюція популярності ключових слів. 2.1.3 еволюція популярності ключових слів.

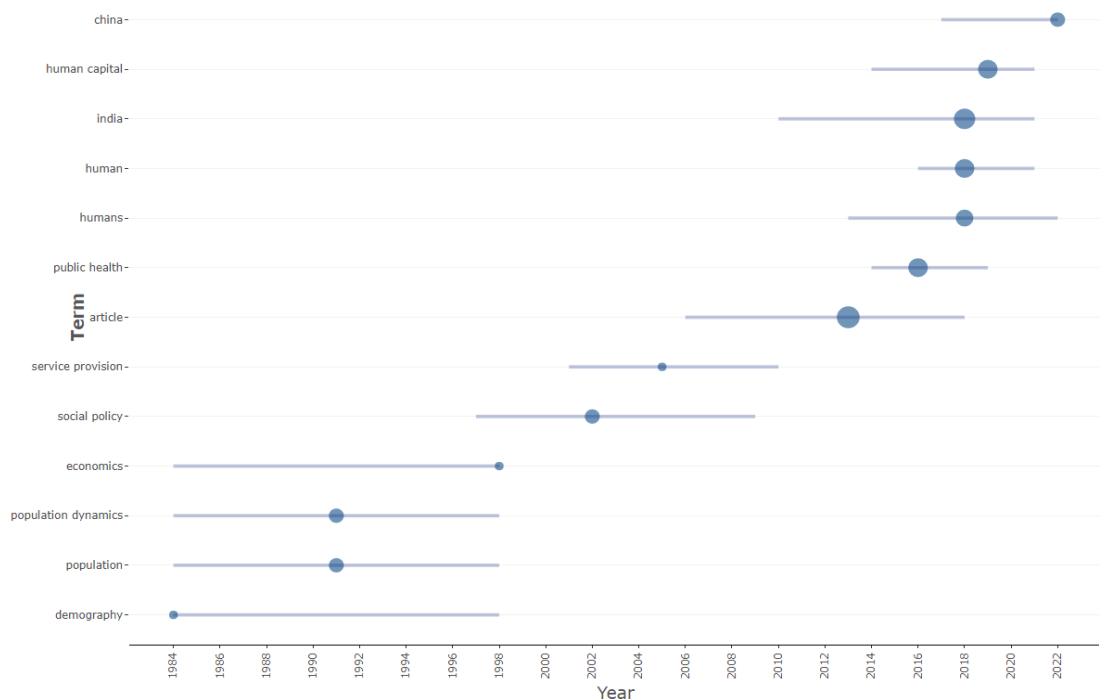


Рисунок 2.1.3 – Еволюція популярності ключових слів

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].



Рисунок 2.1.3 демонструє популярність тематики досліджень, пов'язаних з демографією, населенням, динамікою населення, економікою в період з 1984-1998 років. У період з 2000 по 2008 рік видно, що свою популярність набрали статті з ключовими словами соціальна політика прогноз, надання послуг. Період з 2014 по 2022 роки популярність набрала наступні 6 ключових слів: Китай, людський капітал, Індія, людина, люди, громадське здоров'я.

З еволюційного графіку видно що часом відбулася зміщення фокусу досліджень від загальних питань народонаселення та демографії до більш конкретних тем, пов'язаних з соціально-економічним розвитком, державним управлінням, охороною здоров'я та людським капіталом. Також видно, що в останні роки зріс інтерес до окремих країн, таких як Індія та Китай, це свідчить про зміщення глобального інтересу досліджень до регіонального інтересу.

Еволюція напрямків досліджень відбуваються з поступово, так виживанні ключові слова в один період часу змінюються на інші з плином часу. Перегляд напрямку еволюції досліджень в період 1982 по 2022 рік продемонстровано на рисунку 2.1.4 за допомогою алювіальної діаграми.

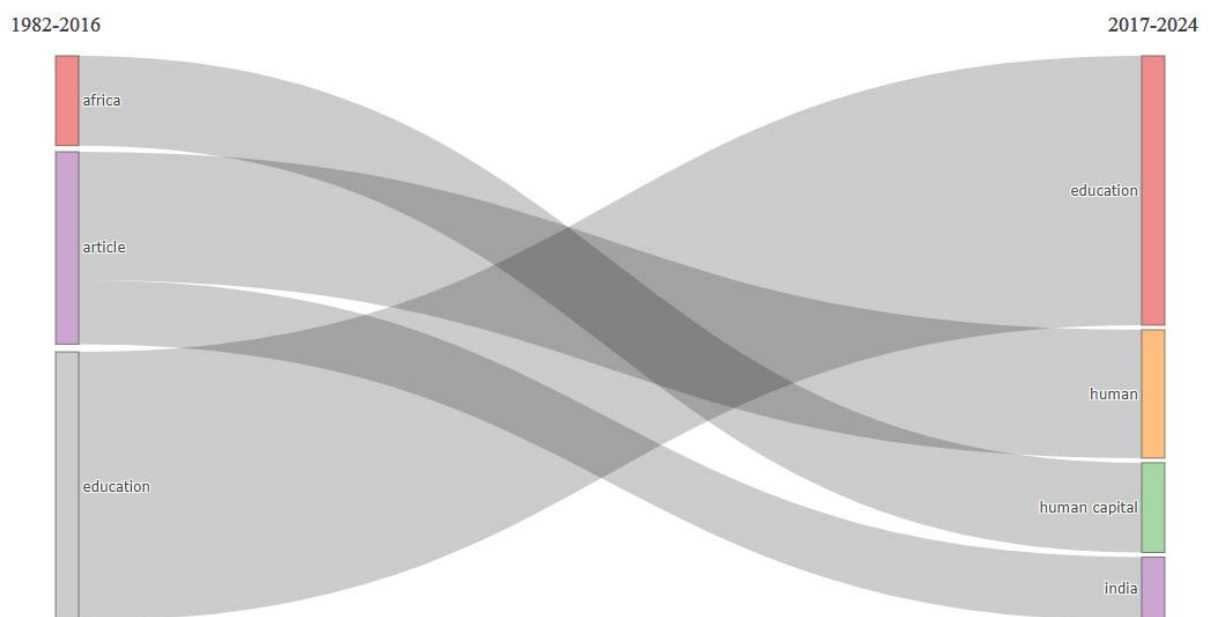


Рисунок 2.1.4 – Еволюція досліджень в період з 1982 по 2024 роки.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Віхою еволюційні дослідження обрано 2016 рік, так само дослідження за тематикою Африки еволюціонувало в дослідження за напрямком людського капіталу. Дослідження з тематикою освіти не змінило свого напрямку. Дослідження з напрямків стаття розділилося на 2 напрямки людина та Індія.

Повноцінний представлення поточної ситуації не можливо виконати без проведення додаткових досліджень бібліографічних цитувань в розрізі людського капіталу та продуктивності праці. Оскільки це нерозривні категорії, їх взаємозв’язок неможливо заперечувати в сучасному світі.

Так, другим пошуковим запитом виступає пошуку наукових робіт які досліджують людський капітал та продуктивність праці. Наукометрична база даних Scopus відобразила за запитом ( TITLE-ABS-KEY ( "human capital" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "labor productivity" ) ) 703 пов’язані наукові праці за період 1970-2022 роки. На основі знайдених праць сформовано хмару ключових слів рисунок 2.1.5 .



Рисунок 2.1.5 – хмара ключових слів.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

При побудови хмари використано наступні ключові слова (кількість): людський капітал (187), продуктивність праці (92), продуктивність (67),

продуктивність праці (60), економічне зростання (47), освіта (27), інновації (22), зростання (20), конвергенція (16), Китай (14), навички (14), навчання (13), загальна факторна продуктивність (11), j24 (10), НДДКР (10), зайнятість (9), здоров'я (9), ІКТ (9), структурні зміни (9), безробіття (9). Цей перелік демонструє інтенсивність використання ключових слів за період 1970-2022 років.

Ця хмара слів вказує на те, що аналіз зосереджений на ролі людського капіталу, інновацій та інвестицій у досягненні економічного зростання та підвищенні продуктивності праці. Враховуються також регіональні аспекти, Щоб зрозуміти, як саме ці фактори взаємодіють та впливають на людський капітал та продуктивність праці, виконано детальніший аналіз бібліометричних цитувань шляхом побудови деревоподібної карти. Для візуального відображення відношень величин впливу ключових слів створено рисунок 2.1.6 деревоподібна карту.

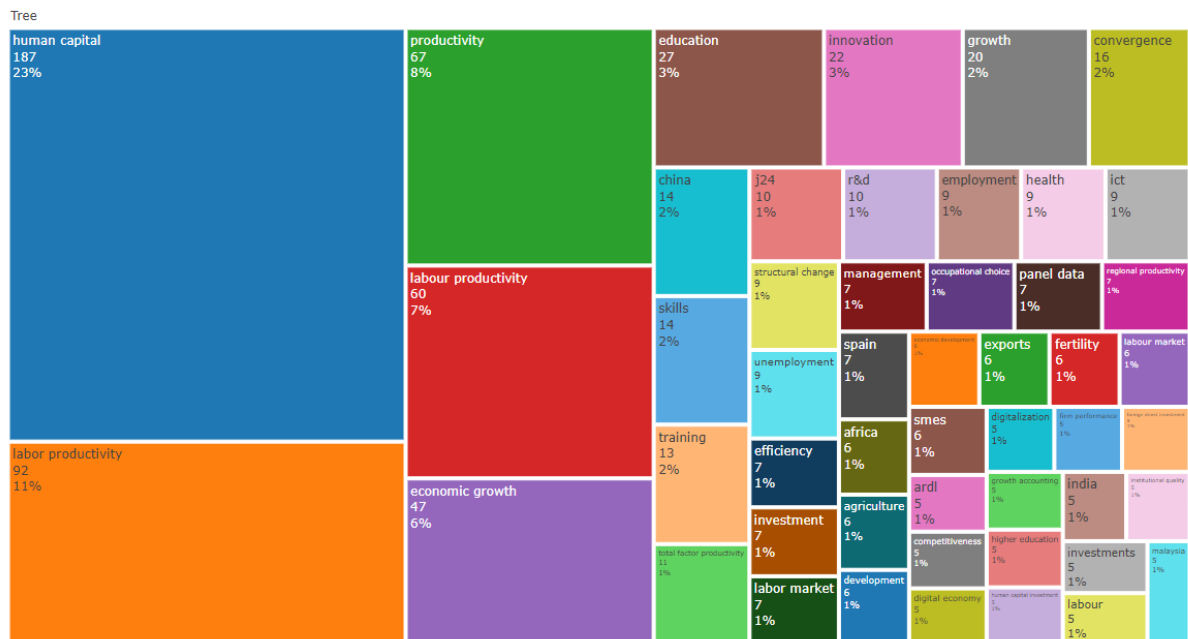


Рисунок 2.1.6. – Деревоподібна карта

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Зображена деревоподібна карта демонструє 2 надзвичайно великі категорії людського капіталу (187) та продуктивність праці (92), які сумарно

описують 34% наукових праць. продуктивність праці (92), продуктивність (67), продуктивність праці (60) формують собою 24% загальної кількості наукових праць. Решта ключових слів описує від 3-1 % праць. Ця візуалізація демонструє, що дослідження в області економіки та розвитку приділяють значну увагу людському капіталу та продуктивності праці, визнаючи їх важливість для економічного зростання та розвитку. Також існує значний інтерес до інших тем, таких як освіта, інновації та розвиток трудових ресурсів. Регіональний фокус та дослідження конкретних аспектів свідчать про комплексний підхід до вивчення економічного розвитку.

Проте, візуальне представлення дослідницьких тенденцій потребує глибшого аналізу, що враховує динаміку змін інтересу до різних тематик впродовж часу. Для розгляду популярності тематик досліджень впродовж часового проміжку побудовано рисунок 2.1.7 Еволюція популярності ключових слів.

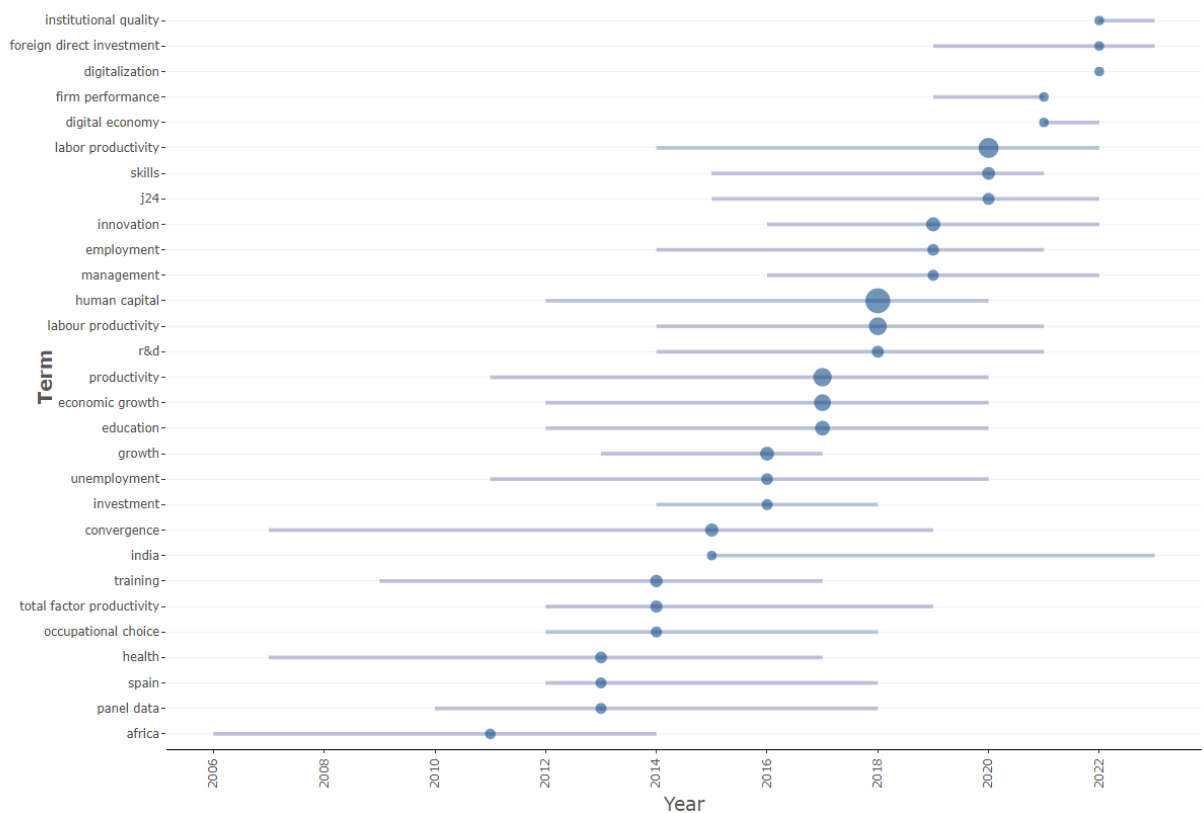


Рисунок 2.1.7 – Еволюція популярності ключових слів

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Так, при детальному розгляді видно, що початкові ключові слова мають проміжок (2006-2012): У цей період домінують такі поняття, як панельні дані, Африка, Іспанія, здоров'я, вибір професії, сукупна факторна продуктивність та Індія. Це може вказувати у фокусі досліджень та дискусій на регіональних аспектах, питаннях охорони здоров'я та продуктивності.

Середина часового періоду 2012-2016 років пов'язана з наступними ключовими словами, пов'язаними з економічним зростанням та розвитком, такими як конвергенція, безробіття, економічне зростання, освіта та продуктивність.

Пізній часовий період 2016-2022 років вийшли на передній план ключові слова, пов'язані з людським капіталом, інноваціями та цифровізацією це» людський капітал, продуктивність праці, менеджмент, інновації, навички, цифровізація, ефективність фірми та прямі іноземні інвестиції.

Деякі ключові слова, такі як продуктивність та економічне зростання, залишаються актуальними і статті за цими напрямками випускаються протягом всього досліджуваного періоду. Загалом, ця часова шкала надає цінну інформацію про те, як змінювалися пріоритети та фокус досліджень у галузі економіки, соціології та політики у період з 2006 по 2022 рік.

Цей аналіз часової шкали досліджень дає загальне уявлення про зміну фокусу наукових інтересів. Однак, для глибшого розуміння еволюції певних тем, таких як людський капітал та продуктивність праці, необхідно провести детальніший аналіз з застосуванням алювіальної діаграми.

Наступний аналіз в виді алювіальної діаграми фокусується на дослідженні еволюції досліджень людського капіталу та продуктивності праці, розглядаючи період з 1970 по 2022 рік. Цей розширений часовий проміжок дозволяє проаналізувати довгострокові тенденції та ключові моменти в розвитку важливих напрямків досліджень.

Дослідження тематиці людського капіталу та продуктивності праці зазнали значних еволюційних змін в період з 1970 по 2022 рік, з ключовою

точкою в 2016 році які продемонстровано на рисунку 2.1.8 за допомогою алювіальної діаграми.

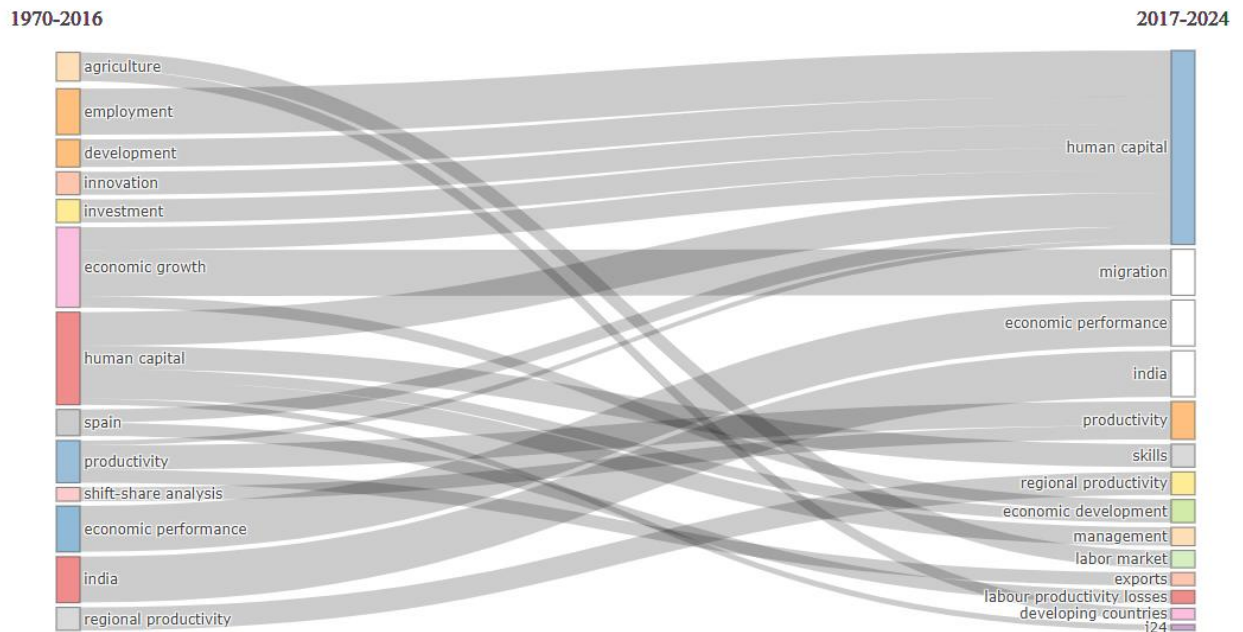


Рисунок 2.1.8 – Алювіальна діаграма тематик наукових досліджень.

Джерело: розроблено автором при використанні Bibliometrix [11].

Так дослідження в тематиці зайнятість, розвиток, інновації, інвестиції еволюціонували в тематику людський капітал. Дослідження за тематикою сільського господарства розділилися на 2 напрямки ринок праці та країни, що розвиваються. Тематика економічного зростання зазначила розподіл на 3 напрямки людський капітал, міграція, економічний розвиток. За тематикою людський капітал видно розподіл на 5 напрямлень це людський капітал, навички, економічний розвиток, менеджмент та j24. Тематика Іспанія розділилася на 2 напрямки людський капітал та втрати продуктивності праці. Тема продуктивності зазначила розподіл на людський капітал, продуктивність, експорт. Аналіз Shift-share змінив свій напрямок на продуктивність. Економічні показники, Індія, регіональна продуктивність не зазнали змін у продовженні досліджуваного періоду.

Дослідницький фокус в економіці та суміжних дисциплінах зазнав суттєвої еволюції з 1970-х років. Раніше увага приділялася загальним

економічним питанням, таким як сільське господарство, зайнятість, розвиток та економічне зростання. Однак, з часом фокус змістився у бік людського капіталу, його навичок та впливу на продуктивність, особливо на регіональному рівні та в країнах, що розвиваються. Ця тенденція відображає зростаюче розуміння ролі людського капіталу як ключового фактору економічного розвитку та добробуту.

Узагальнюючи проведені бібліометричні дослідження категорії людського капіталу, забезпечення громадського здоров'я та продуктивності праці, чітко видно присутні зв'язки між ними. Також дані категорії пов'язані з структурно-логічними зв'язками. Так, в категорії людський капітал важливим ресурсом виступають люди. Для підтримки людського капіталу необхідна освіта, здоров'я, навички та досвід, що забезпечує продуктивність праці. Громадське здоров'я в свою чергу впливає на побудову економічно розвинутого та продуктивного середовища для життя людського капіталу. Показники продуктивності потребують ефективного людського капіталу, який в свою чергу потребує належного рівня громадського здоров'я. Наявність даних зв'язків обумовила подальше використання показників з пов'язаними з цими категоріями, для глибокого розуміння категорії.

Проведене дослідження бібліометричних цитувань надає чітке розуміння поточної ситуації в науковій сфері взаємопов'язаних категорій людського капіталу, громадського здоров'я, продуктивності праці. Отримані аналітичні висновки надають широкий спектр інформації про актуальні в сьогоденні напрямки досліджень. Дана інформація має надзвичайно велике значення для подальших досліджень в описаних категоріях.

## **2.2. Детермінанти продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу: регресійне та MARS Spline моделювання**

Оцінювання продуктивності праці є ключовим фактором визначення людського капіталу, оскільки воно дозволяє виміряти ефективність працівників та їхній внесок у загальний результат діяльності організації.

Оцінювання продуктивності праці допомагає визначити наступні речі. Рівень ефективності використання працівниками своїх знань, навичок та здібностей. Якість виконання працівниками своїх професійних обов'язків. Ступінь досягнення працівниками поставлених перед ними цілей та завдань. Потребу в підвищенні кваліфікації та професійному розвитку працівників. Можливості кар'єрного зростання працівників.

Отже, оцінювання продуктивності праці проводиться за допомогою різних методів, таких як: аналіз результатів роботи працівників (кількісні та якісні показники), опитування клієнтів та колег. Оцінка якості виконання окремих завдань та проєктів. Тестування знань та навичок працівників та самооцінка працівників. Застосування методів моделювання DEA для пошуку математично ґрунтовних показників ефективності.

За результатами оцінювання продуктивності праці приймаються рішення щодо підвищення заробітної плати, преміювання, кар'єрного зростання, підвищення кваліфікації та професійного розвитку працівників.

Таким чином, оцінювання продуктивності праці є ключовим елементом управління людським капіталом, оскільки воно дозволяє визначити рівень ефективності використання працівниками своїх знань, навичок та здібностей, а також визначити потребу в їхньому подальшому розвитку.

Мотивацію працівників до ефективної роботи створюється за допомогою оцінювання продуктивності праці. Якщо працівники бачать, що їхня праця оцінюється справедливо та об'єктивно, що вони мають можливість просування по кар'єрній драбині та отримання премій, то це підвищує їхню мотивацію працювати ефективніше та досягати кращих результатів.



Крім того, оцінювання продуктивності праці дозволяє визначити слабкі місця в роботі працівників та вжити заходів для їх усунення. Наприклад, якщо працівник недостатньо ефективно виконує свої обов'язки, то після оцінювання продуктивності праці можна визначити причини його неефективності та вжити заходів для їх усунення, таких як навчання, тренінги, консультації тощо [257].

Планування та прогнозування діяльності організації не можна виконувати без оцінювання продуктивності праці. За результатами оцінювання можна визначити, скільки працівників потрібно для виконання конкретних завдань, яких навичок та знань вони повинні мати, яку заробітну плату слід виплачувати тощо. Це дозволяє організації ефективніше планувати свій бюджет та діяльність.

Зі всього вище описаного випливає що показники оцінювання продуктивності праці є ключовими факторами управління людським капіталом, оскільки вони дозволяють визначати рівень ефективності використання працівниками своїх знань, навичок та здібностей, мотивувати працівників до кращих результатів, визначити слабкі місця в роботі працівників та вжити заходів для їх усунення, а також ефективніше планувати та прогнозувати діяльність організації.

Сам процес оцінювання є важливим компонентом економічного зростання будь-якого об'єкту економіки, та він не може не існувати окремо від рівня продуктивності праці, котрий залежить від різних показників та факторів виробництва. Комбінований та одиничний вплив цих факторів може здійснювати позитивний або негативний вплив на збільшення чи зменшення рівня продуктивності певного виробничого процесу [39]. Однак в наукових працях наступних вчених розглянуто можливі фактори впливу, так Гарднер Х. та ін. розглянули, як показники міжнародної торгівлі впливають на продуктивність праці; розрахунок проводився за допомогою статистичних методів [40]. Атіятна Д. та ін., застосували метод логістичної регресії для пошуку факторів впливу на продуктивність праці та виявили, що людський

капітал, місце проживання, стать та робочий час суттєво впливають на показники продуктивності праці [41]. До таких змінних найчастіше відносять рівень кваліфікації робочої сили, якість робочого середовища, наявність можливостей до подальшого навчання, доступ до сучасних технологій та новітнього обладнання [42,43]. Також важливими чинниками виступають стиль управління персоналом, [44,45,46], задоволеність умовами праці в поєднанні з мотивацією співробітників та підтримкою їхнього морального стану [47,48]. Крім того, на якість робочого середовища та підвищення рівня продуктивності праці впливають екологічні умови виробництва, нормованість робочого дня, тижня, місяця, охорона праці, медичне страхування. Корнеєва Т. та ін., встановили вплив низки параметрів інноваційного розвитку на підвищення продуктивності праці. [49].

Досліджуючи макроекономічний контекст змін рівня продуктивності праці, дослідники зазначають про суттєвий вплив на неї таких факторів як: кількість населення, охопленого медичним страхування, рівень зайнятості, середня тривалість життя, видатки на охорону здоров'я у відсотках від ВВП та натуральному виразі.

Показники продуктивності праці мають значний вплив на мікро- та макрорівнях в розрізі економіки країни [50,51]. Саме ці показники демонструють обсяги продукції, виробленої на одиницю продуктивності праці. Чим вища продуктивність праці, тим менший робочий час потрібно для виробництва однієї одиниці продукції, що дозволяє зменшити витрати та підвищити прибуток виробника [52]. А це, в свою чергу, дозволяє соціально-економічним об'єктам (фірмам, компаніям, підприємствам) збільшити їхні інвестиції, а отже, і розвиток економіки [53,54]. Одним із найважливіших напрямків підтримки продуктивності праці є інвестування в нові технології, що сприяє підвищенню ефективності виробництва [49]. Крім того, інвестування в освіту та підвищення кваліфікації робітників також є важливим фактором підтримки високої продуктивності праці [55]. Це у свою чергу допомагає покращити стан економіки та слугує підтримкою для зростання.

А з іншого боку, підприємства, що мають високі показники продуктивності праці можуть використовувати накопичену економічну вигоду для інвестування в новітні розробки та покращення наявного виробництва. Введення інноваційних підходів в робочий процес є суттєвим фактором, що стимулює та пришвидшує економічне зростання як в окремому бізнесі, так і в галузі в цілому, та здійснює позитивний вплив на економіку країни. Зокрема, у США, незважаючи на перешкоди, пов'язані з наслідками COVID у 2020 та 2021 роках, у травні 2022 року кількість зайнятих робочих місць зросла порівняно з минулим роком (у сфері професійних та ділових послуг чиста кількість нових працівників збільшилася на 64 тис. осіб, у сфері державних послуг – на 56 тис. робочих місць, у сфері охорони здоров'я - на 52 тис. осіб, відпочинку та гостинності – на 48 тис. та будівництва - на 25 тис. осіб).

Вивчення продуктивності праці є життєво важливим для кожної країни, оскільки її високий рівень сприяє як зростанню конкурентоспроможності країни, розвитку інноваційних технологій, так і підвищенню рівня життя населення (зростанню доходів, поліпшенню житлових умов, доступу до соціальних послуг).

Вплив медичного страхування на економічні процеси розглядається у працях багатьох вчених. Наприклад, у роботі Хо А., - через призму впливу схем медичного страхування на фінансування потреб населення в різних країнах [56]; у роботі Ерланга Д. та ін. - через призму впливу на ефективність отримання медичної допомоги [57]; в роботі Соммерса Б., - через призму наслідків для пацієнтів [58]. Вплив медичного страхування на продуктивність праці описано за допомогою економіко-математичної моделі у роботі Дізіолі А. та ін. [59]. У роботі Леонова С. В. та ін. цей вплив досліджений через кількість часу, який працівники проводять поза роботою через хворобу або травму (страхова медицина надає широкий доступ до профілактичної допомоги, що зменшує втрати робочого часу) [60]. Надання медичного страхування сприяє зменшенню фінансового стресу й занепокоєння, що в

свою чергу призводить до підвищення мотивації та зосередженості, дозволяючи працівникам бути більш продуктивними [60]. Також доступ до медичного страхування може зменшити витрати на охорону здоров'я та використати ці кошти на інші інвестиції щодо розвитку та підвищення продуктивності праці, наприклад підвищення кваліфікації, стажування, тренінги для професійного розвитку [61]. Оптимальний рівень зайнятості може забезпечити максимальну продуктивність праці. Коли рівень зайнятості низький, працівники недостатньо завантажені робочими завданнями, що призводить до зниження їхньої продуктивності [62]. З іншого боку, коли рівень зайнятості високий, працівники можуть бути перевтомлені та стати менш ефективними, що теж призводить до зниження продуктивності [63]. Але в такому випадку для зростання продуктивності праці керівництву, топ-менеджменту доцільно розглянути стимулюючий фактор – підвищення заробітної плати, статті та механізми підвищення доходів працівників [64,65,66].

Розглянемо публікаційну активність щодо впливу зайнятості на продуктивність праці. Абрахам К. Дж. і Керні М у своєму дослідженні визначають тенденції щодо зміни частки зайнятих у загальній чисельності населення [67]. Чжан К. і Ван Х. досліджують фактори, що є найбільш релевантними при визначенні рівня зайнятості серед осіб з вищою освітою в Китаї [68]. Муравська А. дослідила вплив рівня освіти на рівні зайнятості та безробіття на даних країн Європи [69]. Безробіття та продуктивність також розглядаються в контексті розвитку штучного інтелекту та когнітивних технологій. Безробіття та продуктивність також розглядаються в контексті розвитку штучного інтелекту та когнітивних технологій [70].

Важливим фактором визначення продуктивності праці є зайнятість населення. Якщо офіційно працевлаштованого населення більше, то і загальний обсяг роботи, що потрібно виконати, збільшується, а це є фактором підвищення продуктивності праці. Збільшення робочої сили призводить до більш ефективного її розподілу, що теж є фактором підвищення

продуктивності [71]. Слід також відмітити, що високий рівень зайнятого населення має вищий рівень освіти, більше досвіду роботи та підвищену мотивацію до наполегливої праці, що також сприяє розвитку продуктивності праці [72]. Гальмуючим фактором підвищення продуктивності праці є кількість населення, що працевлаштовані не офіційно. Так, зокрема Узякова Е. С., провела дослідження, що присвячене аналізу основних причин поширення неформальної зайнятості на ринку праці. Такими факторами є низькі доходи, низька якість робочих місць, низькі вимоги до кваліфікації [73]. А також виявила, що продуктивність праці неформально зайнятих на 22-25% нижче, ніж у офіційно працевлаштованих осіб в межах організації, а їхній вихід з «тіні» міг би сприяти збільшенню загального фонду оплати праці.

Одним з впливових факторів на продуктивність праці є рівень середньої тривалості життя населення, так Тянь Ф. та ін. довели, що тривалість життя позитивно впливає на продуктивність праці [74]. Бабенко В. та ін. показали, що країни з вищою тривалістю життя, як правило, мають вищу продуктивність праці [75]. Мельник Л. Г. та ін. висловлюють думку, що більша очікувана тривалість життя також дає працівникам більший стимул інвестувати у свою освіту та навички, оскільки вони, швидше за все, отримають плоди своїх зусиль протягом більш тривалого періоду часу [76]. Шмітт М. зазначає, що довша очікувана тривалість життя призводить до вищих рівнів економічної стабільності, сприяє створенню більш комфортного клімату для компаній, щоб інвестувати у свою робочу силу та підвищувати продуктивність [77]. Абурто Дж. та ін розробили концепцію для вивчення очікуваної тривалості життя та рівності тривалості життя з плином часу [78]; Шолей Дж. та ін. дослідили зміни в очікуваній тривалості життя після пандемії COVID-19 [79]; Бельтран-Санчес Г. та ін., встановили тенденції очікуваної тривалості здорового життя та її вплив на майбутнє [80].

Охорона здоров'я та продуктивність праці тісно пов'язані, зміни в сфері охорони здоров'я правляться не завжди одночасно, інколи негативні ефекти з'являються через рік чи 10 років. Збільшення витрат на медичні товари та

послуги може призвести до покращення якості медичної допомоги, покращення здоров'я та добробуту населення, підвищити загальну продуктивність робочої сили, оскільки здоровіші працівники, про яких краще піклуються, будуть продуктивнішими. Крім того, збільшення витрат на медичні товари та послуги призводить до кращого доступу до сучасних медичних технологій і методів лікування, а це впливає на підвищення ефективності медичного обслуговування та скорочення часу, витраченого на лікування, та збільшенню часу на продуктивну діяльність, та сприяє загальній продуктивності нації, розвитку держави в цілому [81].

Витрати на систему громадського здоров'я у відсотках від ВВП впливають позитивно або негативно на продуктивність праці і залежатимуть від конкретного характеру витрат на систему громадського здоров'я [82]. З одного боку, збільшення витрат на державну систему охорони здоров'я, доступ до нових і вдосконалених медичних технологій призводить до покращення стану здоров'я, що, у свою чергу, призводить до підвищення продуктивності праці [83]. З іншого боку, збільшення витрат на державну систему охорони здоров'я може зменшити кількість грошей, доступних для інших інвестицій, таких як освіта та інфраструктура, що потенційно призведе до зниження продуктивності. Крім того, збільшення витрат на систему охорони здоров'я призводить до зростання податків, а це в свою чергу призводить до зменшення споживчих витрат, гальмує економічне зростання [84]. Браннінг Дж. та ін., описали систему охорони здоров'я США та навели головні проблеми сторін-учасниць в процесі надання послуг з охорони здоров'я [85]; Папаніколас І. та ін. проаналізували вплив витрат на охорону здоров'я в США та інших країнах з високим рівнем доходу [86]; Хартман М. та ін. і Національна група з обліку витрат на охорону здоров'я дослідили імпакти від збільшення витрат на охорону здоров'я в США [87]. Рагупаті В. та ін. дослідили взаємозв'язки видатків на охорону здоров'я в США та макроекономічних індикаторів [88]; Тран Л. Д. та ін. дослідили ці витрати через призму їх перерозподілу залежно від рентабельності програм охорони

здоров'я. [89]. Аводжобі О. Н. та ін. разом з колегами дослідили соціально-економічні наслідки карантину, спричиненого COVID-19, і виявили ледь помітну різницю в наслідках для чоловіків і жінок [90]. Обер Дж. і Карвот Дж. дослідили вплив пандемії на функціонування підприємств, суспільства та уряду [91]. Covid-19 також змінив робоче середовище в бік цифровізації [92].

Таким чином, на продуктивність праці впливають такі фактори, як медичне страхування, рівень зайнятості, очікувана тривалість життя та витрати на охорону здоров'я. Вчені також активно досліджують взаємозв'язок між тривалістю життя, освітою та інвестиціями в навички, продуктивністю праці, а також вплив витрат на охорону здоров'я на продуктивність праці та загальний національний розвиток.

Практичну реалізацію перевірки показників охоплення людей державним або приватним страхуванням [93], рівень зайнятості населення [94], середньої тривалості життя [95], витрат на систему охорони здоров'я у відсотках від ВВП [96] та витрати на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні [97] на рівень продуктивності праці [98] запропоновано здійснити на прикладі США, оскільки економіка даної є високорозвинутою та США та за рейтинговими даними Forbes India посідають 1-ше місце в світі одразу за двома показниками ВВП (млрд дол. США) та ВВП на душу населення (тис. дол. США) [99].

Отже, в розрізі подальшого дослідження перевіримо гіпотезу про прямо пропорційний вплив п'яти показників, а саме, охоплення населення державним або приватним страхуванням, рівень зайнятості, очікувана тривалість життя, видатки на систему охорони здоров'я у відсотках від ВВП та видатки на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні на рівень продуктивності праці за допомогою регресійної моделі з процедурою жорсткого відсіву незначущих показників та багатовимірних адаптивних регресійних сплайнів.

Використання регресійної моделі з процедурою підгонки зворотнього покрокового відбору дозволяє вилучити показники, що мають найменший

вплив на пояснення дисперсії залежної змінної (продуктивності праці). Таким чином, ця процедура залишає найбільш впливові показники для подальшого аналізу. За допомогою статистичних критеріїв ( $p$ -значення,  $F$ -тест,  $T$ -статистика, коефіцієнт детермінації) перевіряється статистична значущість регресійної моделі залежності продуктивності праці від обраних показників.

Водночас, при використанні регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection передбачається, що коефіцієнт, який характеризує вплив кожної предикторної змінної на результуючий показник, є сталою величиною.

Однак між предикторними змінними інколи існують більш складні та нелінійні зв'язки, які неможливо врахувати в регресійному аналізі з використанням покрокової процедури. Крім того, неможливо заздалегідь визначити характер зв'язків між предикторними змінними, буває як лінійними, так і нелінійними. З огляду на це, доцільно вийти за межі регресійного аналізу з використанням покрокової процедури і провести більш поглиблене дослідження. У дослідженні використано багатовимірні адаптивні регресійні сплайни (MARS), оскільки вони дозволяють отримати більш складні та гнучкі форми, які краще відображають справжні базові взаємозв'язки в даних. Цей метод використовується, коли зв'язок між залежною змінною та предикторами не є лінійним. MARS дозволяє моделювати нелінійні залежності за допомогою сплайнів, які є кусочно-лінійними функціями. Це має призвести до більш точної моделі, яка краще описує дані, порівняно з лінійними моделями.

Таким чином, у підрозділу 2.2 використано регресійну модель з процедурою підбору Backward stepwise selection, та обрано додатковий метод побудови регресійної моделі з використанням багатовимірного адаптивного регресійного сплайну (MARS). Та порівняно отримані розрахункові значення двох моделей з історичними даними.

Підготовчим та обов'язковим етапом класичної множинної регресії та моделей MARS є обґрунтування статистичної якості вхідного простору ознак



та очищення даних. Оскільки вхідна вибірка являє собою показники, виміряні в різних одиницях виміру, для побудови адекватних регресійних та MARS моделей необхідно виконати процедуру стандартизації даних, при цьому якість проведених розрахунків буде залежати від якості обраної функції нормалізації. Ефективними та широко використовуваними є такі методи нормалізації, як нормалізація за критерієм  $\min\text{-max}$ , нормалізація за критерієм  $Z$ , десяткове масштабування, нормалізація за масштабом ознаки, векторна нормалізація, одинична векторна нормалізація, середня нормалізація, медіана нормалізація, нормалізація за критерієм  $\max\text{-abs}$  та нормалізація за одиничним інтервалом. Нормалізацію, яка враховує стійкі до викидів показники середньої тенденції зміни даних, пропонується здійснювати за модифікованою формулою логістичної нормалізації, яка використовується в багатьох алгоритмах аналізу даних та машинного навчання:

Нормалізація даних проводиться за формулою 2.2.1

$$K = \frac{1}{1 + e^{-3\frac{(x_i - md)}{mx - md}}} \quad (2.2.1)$$

де  $K$  – нормалізоване значення вхідних змінних,  $x_i$  – вхідне значення показника ( $i = (1, \dots, n)$ ),  $md$  – медіана вхідного індикатора,  $mx$  – максимальне значення вхідного показника.

Далі для підтвердження статистичної якості моделі здійснено процедуру описативного аналізу у програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2 що дозволяє визначати базові числові характеристики, виявити закономірності в них та узагальнити.

Розроблення регресійної моделі, що описує вплив показників охоплення людей державним або приватним страхуванням, рівень зайнятості населення, середня тривалість життя, видатки на охорону здоров'я у відсотках від ВВП, національні витрати на медичні товари та послуги на рівень продуктивності праці, запропоновано здійснити за допомогою методу Backward Stepwise

Selection у прикладному статистичному пакеті Statgraphics Centurion 19.1.2, який одразу дозволяє відсіяти показники, що містять мультиколінеарність. The Multiple Regression Backward Selection (MRBS) – це ітераційний алгоритм, що використовується для вибору підмножини змінних із набору змінних-прогнозів у моделі множинної регресії. Цей процес починається з усіх предикторів, включених до моделі, і на кожному кроці змінна з найвищим р-значенням видаляється, доки рівень значущості для решти предикторних змінних не досягне попередньо визначеного рівня або мінімуму. Цей метод часто використовується для оцінки відносної важливості різних змінних предикторів шляхом оцінки впливу кожної з них на загальну модель. Техніка MRBS зазвичай призводить до спрощеної, більш стислої моделі з меншою кількістю змінних та підвищує точність моделі. Отже, метод Backward Stepwise Selection (BSS) реалізується за допомогою виконання декількох кроків. На першому кроці визначається критерій для оцінки коефіцієнтів моделі та обирається набір предикторів та залежна цільова змінна. Далі проводиться аналіз кореляції для з'ясування щільності зв'язку між предикторами. На наступному кроці обираються предиктори, що мають найбільш високу щільність кореляції з цільовою змінною. Останнім кроком є розроблення регресії на основі обраних предикторів, перевірка її статистичної якості та значущості [100].

Перевірку на статистичну якість отриманої моделі здійснено за допомогою критеріїв Фішера та Ст'юдента, значення р-value (рівня значущості), коефіцієнту детермінації  $R^2$ , MAE (середня абсолютна похибка).

Наступним етапом роботи є розробка багатовимірних адаптивних регресійних сплайнів на найбільш значущих показниках, що впливають на результативну змінну (рівень продуктивності праці), отриманих в результаті процедури жорсткого відсіву. MARS використовується для моделювання нелінійного, непараметричного зв'язку між незалежними змінними (вхідними) та результативною змінною (вихідною) шляхом підгонки набору кусково-лінійних функцій. Алгоритм працює шляхом поділу вхідного простору на

області, пов'язані з вихідною змінною, а потім підгонки лінійної моделі до кожної області. MARS дозволяє фіксувати складні нелінійні зв'язки між вхідними та вихідною змінними та точно підганяти дані. Отже MARS являє собою розширення відомого алгоритму лінійної регресії, використовує алгоритм машинного навчання для аналізу взаємодії між залежною та незалежними змінними, що можуть бути лінійними або нелінійними. Для визначення нелінійності в цій технології використовуються сплайн-функції, тобто кусково-лінійні базові функції, які з'єднуються в точках злому, де функція може мати різний нахил.

Алгоритм використовує метод, що базується на пошуку оптимальних точок злому для кожної змінної, а також оптимальних комбінацій змінних, які можуть додатково відображати нелінійні взаємодії між змінними. Використання базових функцій та виконання адаптації до даних дозволяє MARS створювати дуже гнучкі моделі, які можуть точно описувати латентний зв'язок між змінними.

Крім того, MARS автоматично виконує відбір змінних та зменшує розмір моделі, що допомагає уникнути перенавчання. Базові функції вибираються так, щоб найкраще відповідати даним, а потім об'єднуються за допомогою лінійної комбінації для створення моделі, яка фіксує варіації в даних. Ця техніка більш точна, ніж класична лінійна регресія, використовується для точного прогнозування результатів для заданих вхідних даних і розуміння взаємодії між змінними [101].

MARS будує модель, що є зваженою сумою базових функцій  $B_i(x)$ :

$$\hat{f}(x) = \sum_{i=1}^k c_i B_i(x) \quad (2.2.2)$$

де  $c_i$  – сталий коефіцієнт,  $k$  – кількість базових функцій.

Базова функція (шарнірна функція, hinge function) – це функція втрат, що використовується в алгоритмах машинного навчання, опорних векторних

машинах (support vector machines, SVMs) для навчання класифікаторів. Шарнірні втрати використовуються для класифікації «максимального запасу», втрата шарніра вимірює запас між прогнозом класифікатора та фактичною міткою ознаки та штрафує будь-які випадки, коли запас невеликий. В MARS шарнірна функція визначається як  $\max(0, x - \text{constant})$  або  $\max(0, \text{constant} - x)$ . Отже, MARS-модель автоматично вибирає форму шарнірної функції, змінні та їх значення, також дозволяє визначити взаємодію між двома чи більше змінними за допомогою добутку шарнірних функцій

Оптимальна модель MARS обирається таким чином:

на першому етапі MARS будує надмірно велику модель шляхом додавання «базових функцій» – формального механізму, за допомогою якого визначаються інтервали змінних. Базові функції представляють собою або перетворення однієї змінної, або умови взаємодії декількох змінних. У міру додавання базових функцій модель стає більш гнучкою та складною. Цей процес продовжується до тих пір, поки не буде досягнута задана користувачем максимальна кількість базових функцій;

на другому етапі базові функції видаляються в порядку зменшення їх внеску в модель до тих пір, поки не буде знайдена оптимальна модель за заданим перевірочним критерієм. Допускаючи будь-яку довільну форму для функцій, а також їхньої взаємодії, MARS здатний надійно відстежувати дуже складні структури даних, які часто приховуються у високорозмірних даних.

Отже, використання зворотного переходу передбачає застосування узагальненої перевірки перевантаження базовими функціями на основі критерію Generalised Cross-Validation (GCV). Для порівняння ефективності різних підмножин моделей, щоб вибрати найкращу з них використовується така логіка: нижчі значення GCV означають кращі результати. Таким чином, GCV слугує методом регуляризації, що враховує контраст між простотою та продуктивністю моделі [102]:

$$GCV = \frac{RSS}{(N \cdot (1 - ENP)/N)^2} \quad (2.2.3)$$

де  $RSS$  – залишкова сума квадратів (розраховується шляхом взяття суми квадратів різниць між спостережуваними значеннями змінної відповіді та прогнозованими значеннями з моделі);  $N$  – кількість спостережень.

Effective Number Of Parameters ( $ENP$ ) визначається так [101]:

$$ENP = (NMT) + (penalty) \cdot ((NMT) - 1) / 2 \quad (2.2.4)$$

де  $NMT$  – Number of MARS terms (кількість членів MARS);  $penalty$  (штраф) становить значення від 2 або 4;  $(NMT - 1) / 2$  – це кількість вузлів шарнірної функції, штрафує додавання вузлів.

Таким чином, критерій Generalised Cross-Validation (2.2.3) коригує навчальний  $RSS$  для врахування гнучкості моделі, отже необхідним є введення штрафу за гнучкість, тому що занадто гнучкі моделі моделюватимуть конкретну реалізацію шуму в даних, а не просто систематичну структуру даних [103].

Інформаційною базою стали статистичні показники для Сполучених Штатів Америки (50 Штатів) у часовому проміжку з 1987 по 2021 рік, що характеризують: охоплення людей державним або приватним страхуванням [93], рівень продуктивності праці [94], рівень зайнятості населення [98], середню тривалість життя [95], витрати на систему охорони здоров'я у відсотках від ВВП [96], витрати на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні [97].

Вхідні статистичні дані дослідження представлені в Таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1. Вхідні дані для аналізу та моделювання.

Year	N1	N2	N3	N4	N5	N6
A	1	2	3	4	5	6
2021	298 686 000,00	1,0938	152586,25	78,99	0,1830	4255127
2020	297 680 000,00	1,0636	147812,75	78,93	0,1970	4144077

## Продовження таблиці 2.2.1.

A	1	2	3	4	5	6
2019	298 438 000,00	1,0324	157534,3333	78,87	0,1760	3757382
2018	296 206 000,00	1,0209	155763	78,81	0,1761	3604428
2017	296 890 000,00	1,0073	153334,5833	78,84	0,1773	3446454
2016	292 320 000,00	0,9994	151436,4167	78,86	0,1774	3307404
2015	289 903 000,00	1,0000	148844,6667	78,89	0,1742	3165394
2014	283 200 000,00	0,9940	146318,6667	78,91	0,1716	3002623
2013	271 606 000,00	0,9893	143940,6667	78,94	0,1704	2856626
2012	263 165 000,00	0,9848	142474,5833	78,79	0,1718	2783252
2011	260 214 000,00	0,9785	139885,1667	78,64	0,1722	2676540
2010	256 603 000,00	0,9728	139077,1667	78,49	0,1727	2589637
2009	255 295 000,00	0,9408	139893,9167	78,34	0,1725	2492739
2008	256 702 415,60	0,9253	145373,25	78,19	0,1633	2402354
2007	255 017 524,00	0,9177	146050,1667	77,99	0,1595	2305514
2006	251 609 644,70	0,9077	144417,5833	77,79	0,1568	2165093
2005	250 799 438,40	0,8988	141710,0833	77,58	0,1557	2026567
2004	249 414 000,00	0,8823	139239,75	77,38	0,1555	1894672
2003	246 331 727,20	0,8586	137729,25	77,18	0,1545	1770371
2002	246 157 492,10	0,8357	136480,9167	77,04	0,1491	1631013
2001	244 058 640,00	0,8124	136939,3333	76,9	0,1401	1483415
2000	242 931 546,10	0,8036	136900,6667	76,75	0,1332	1365999
1999	239 101 984,00	0,7853	133500,9167	76,61	0,1322	1273213
1998	227 462 000,00	0,7646	131475,9167	76,47	0,1323	1198443
1997	225 646 000,00	0,7484	129572,3333	76,31	0,1321	1132947
1996	225 077 000,00	0,7335	126720,1667	76,14	0,1330	1073558
1995	223 733 000,00	0,7204	124908,25	75,98	0,1336	1020280
1994	222 387 000,00	0,7178	123071,1667	75,81	0,1326	966369
1993	220 040 000,00	0,7107	120258,6667	75,65	0,1334	914871
1992	218 189 000,00	0,7052	118487,9167	75,5	0,1307	852199
1991	216 003 000,00	0,6815	117712,5833	75,35	0,1277	785965
1990	214 167 000,00	0,6769	118795,6667	75,19	0,1205	718730
1989	212 807 000,00	0,6732	117327	75,04	0,1138	642177
1988	211 005 000,00	0,6648	114974,0833	74,89	0,1101	576649
1987	210 161 000,00	0,6580	112439,3333	74,79	0,1060	514473

Джерело: побудовано автором на основі [93,94,95,96,97,98]

Примітки: N1 – охоплення людей державним або приватним страхуванням [93]; N2 – рівень продуктивності, обчислюється як реальний ВВП за одну відпрацьовану годину [94], N3 – рівень зайнятості населення [98]; N4 – тривалість життя (роки) [95], N5 – витрати на систему охорони здоров'я у відсотках до ВВП [96], N6 – витрати на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні) (\$ USA) [97].

Оскільки кожна змінна має свій тип обрахунку, потрібно привести вхідні індикатори до співставного виду для продовження моделювання. Для цього

необхідно застосувати процедуру нормалізації (формула (2.2.1)). Результати процедури нормалізації даних наведено в таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.2. Стандартизовані індикатори дослідження.

Year	N1	N2	N3	N4	N5	N6
2021	0,9526	0,9526	0,8999	0,9526	0,8795	0,9526
2020	0,9497	0,9290	0,8053	0,9473	0,9526	0,9458
2019	0,9519	0,8937	0,9526	0,9414	0,8147	0,9143
2018	0,9453	0,8771	0,9377	0,9349	0,8158	0,8978
2017	0,9474	0,8548	0,9103	0,9382	0,8290	0,8778
2016	0,9317	0,8403	0,8817	0,9404	0,8291	0,8576
2015	0,9217	0,8415	0,8303	0,9434	0,7947	0,8341
2014	0,8867	0,8298	0,7644	0,9454	0,7623	0,8035
2013	0,7943	0,8202	0,6879	0,9482	0,7452	0,7725
2012	0,6979	0,8105	0,6346	0,9326	0,7648	0,7557
2011	0,6587	0,7963	0,5328	0,9128	0,7696	0,7298
2010	0,6077	0,7831	0,5000	0,8878	0,7765	0,7075
2009	0,5886	0,6962	0,5331	0,8568	0,7738	0,6814
2008	0,6092	0,6477	0,7356	0,8190	0,6369	0,6559
2007	0,5845	0,6228	0,7565	0,7571	0,5715	0,6277
2006	0,5334	0,5890	0,7043	0,6822	0,5233	0,5851
2005	0,5211	0,5582	0,6054	0,5921	0,5028	0,5418
2004	0,5000	0,5000	0,5066	0,5000	0,5000	0,5000
2003	0,4532	0,4165	0,4454	0,4079	0,4808	0,4606
2002	0,4506	0,3404	0,3960	0,3467	0,3859	0,4170
2001	0,4192	0,2704	0,4140	0,2902	0,2474	0,3722
2000	0,4026	0,2467	0,4125	0,2361	0,1660	0,3381
1999	0,3480	0,2016	0,2877	0,1924	0,1566	0,3122
1998	0,2081	0,1584	0,2252	0,1550	0,1570	0,2922
1997	0,1904	0,1300	0,1758	0,1199	0,1556	0,2753
1996	0,1852	0,1080	0,1183	0,0903	0,1643	0,2605
1995	0,1731	0,0914	0,0909	0,0686	0,1699	0,2476
1994	0,1617	0,0884	0,0690	0,0509	0,1597	0,2351
1993	0,1433	0,0805	0,0448	0,0383	0,1682	0,2235
1992	0,1300	0,0750	0,0340	0,0292	0,1427	0,2100
1991	0,1157	0,0547	0,0301	0,0223	0,1176	0,1964
1990	0,1047	0,0514	0,0357	0,0166	0,0738	0,1832
1989	0,0972	0,0489	0,0283	0,0126	0,0467	0,1691
1988	0,0880	0,0437	0,0195	0,0096	0,0362	0,1577
1987	0,0839	0,0398	0,0130	0,0080	0,0270	0,1475

Джерело: побудовано автором

В таблиці 2.2.3 приведені числові характеристики нормалізованих значень, визначених у програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2,

та підтверджують статистичну значущість ознакового простору, зокрема коефіцієнт варіації більше 5% для всіх змінних, значення стандартизованого коефіцієнту ексцесу та стандартизованого коефіцієнту асиметрії знаходяться в межах інтервалу (-2;2) та свідчать про нормальність розподілу для всіх змінних.

Таблиця 2.2.3. Дескриптивний аналіз.

Числові характеристики / Індикатор	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Кількість	35	35	35	35	35	35
Середнє значення	0,4953	0,4654	0,4577	0,5008	0,4599	0,5183
Медіана	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Середнє геометричне	0,3772	0,2965	0,2659	0,2402	0,3174	0,4390
Середнє гармонійне	0,2666	0,1593	0,0974	0,0609	0,1762	0,3645
5% Обрізане середнє	0,4927	0,4624	0,4551	0,5031	0,4581	0,5146
5% Вирівняне середнє	0,4954	0,4648	0,4575	0,5007	0,4581	0,5184
Дисперсія	0,0980	0,1155	0,1063	0,1556	0,0980	0,0762
Середньоквадратичне відхилення	0,3131	0,3398	0,3260	0,3945	0,3131	0,2760
Коефіцієнт варіації	63,20%	73,02%	71,23%	78,78%	68,07%	53,25%
Коефіцієнт Джині	0,3649	0,4176	0,4134	0,4437	0,3879	0,3086
Стандартна помилка	0,0529	0,0574	0,0551	0,0667	0,0529	0,0466
Геометричне стандартне відхилення	2,2789	3,0442	3,7861	4,9266	2,7570	1,8479
5% Вирівняна сигма	0,3321	0,3596	0,3451	0,4186	0,3286	0,2922
Середнє абсолютне відхилення	0,7147	0,9915	1,1261	1,3557	0,8818	0,5468
MAD	0,3148	0,3415	0,3053	0,4326	0,3290	0,2557
Sbi	0,3191	0,3508	0,3371	0,4031	0,3227	0,2844
Мінімум	0,0839	0,0398	0,0130	0,0080	0,0270	0,1475
Максимальне	0,9526	0,9526	0,9526	0,9526	0,9526	0,9526
Діапазон	0,8686	0,9127	0,9396	0,9446	0,9256	0,8051
Нижній кuartиль	0,1731	0,0914	0,0909	0,0686	0,1570	0,2476
Верхній кuartиль	0,7943	0,8202	0,7565	0,9349	0,7738	0,7725
Міжкuartильний діапазон	0,6212	0,7288	0,6656	0,8663	0,6167	0,5249
1/6 секстиля	0,1300	0,0750	0,0357	0,0292	0,1427	0,2100
5/6 секстиля	0,9317	0,8415	0,8303	0,9414	0,8147	0,8576
Міжкuartильний діапазон	0,8017	0,7665	0,7946	0,9122	0,6721	0,6476
Асиметрія	0,1710	0,0148	-0,0392	-0,0455	0,0217	0,1500
Середнє квадратичне відхилення	0,4130	0,0357	-0,0947	-0,1099	0,0524	0,3622
Асиметрія	-1,3727	-1,7412	-1,4489	-1,8402	-1,7030	-1,5350
Середнє квадратичне відхилення	-1,6577	-2,1027	-1,7497	-2,2223	-2,0566	-1,8540
Сума	17,3369	16,2886	16,0196	17,5264	16,0973	18,1390
Сума квадратів	11,9198	11,5068	10,9465	14,0680	10,7362	11,9900

Джерело: побудовано автором при використанні Statgraphics Centurion 19.1.2



Преш, ніж розробляти MARS модель, що визначає вплив предикторних змінних на результативну змінну рівня продуктивності праці, що є одним з ключових факторів, що характеризує розвиток економіки, умови та гідність праці, сталий розвиток країни, доцільно провести процедуру жорсткого відсіву незначущих змінних, залишити найбільш релевантні. Використовуючи процедуру Backward Stepwise Selection у статистичному пакеті Statgraphics Centurion 19.1.2 було обрано показник N2 (рівень продуктивності праці) як результативну змінну, а незалежними змінними – N1, N3, N4, N5, N6.

Рівняння регресійної моделі (2.2.5) має такий вигляд:

$$N2 = -0,0645177 + 0,458938 \cdot N4 + 0,579035 \cdot N6 \quad (2.2.5)$$

де N2 – рівень продуктивності праці, N4 – очікувана тривалість життя, N6 – витрати на систему охорони здоров'я (в натуральному вираженні).

Таким чином, в результаті жорсткого відсіву найбільш релевантними щодо впливу на продуктивність праці є два показники – середня тривалість життя та національні витрати на медичні товари та послуги.

Модель є статистично значущою за критерієм Фішера, Ст'юдента, значення R-квадрат (99,6662) і P-Value (0,000). У таблиці 2.2.4 відображені значення отриманих коефіцієнтів регресійної моделі (2.2.5) та перевірка її статистичної значущості за допомогою критерію Ст'юдента та значення стандартної помилки та P-Value. Табличне значення критерію Ст'юдента до 35 змінних дорівнює 2,030 при рівні значущості P-Value 5%, отримані зазначення для K2 = -5,0827, K4 = 10,0419, K6 = 8,8626.. Тобто, абсолютне значення тестової статистики перевищує критичне значення при рівні значущості 5%, нульова гіпотеза H0 (параметр регресії не є статистично значущим) відхиляється, а відповідний параметр регресії вважається статистично значущим.

Таблиця 2.2.4. Стьюдент тест

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	T статистика	P-Value
N2	-0,0645177	0,0126936	-5,0827	0,0000
N4	0,458938	0,0457025	10,0419	0,0000
N6	0,579035	0,0653347	8,8626	0,0000

Джерело: побудовано автором при використанні Statgraphics Centurion 19.1.2

Таблиця 2.2.5. Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Df	Середній квадрат	F-Ratio	P-Value
Model	3,91322	2	1,95661	4777,82	0,0000
Residual	0,0131046	32	0,000406952		
Total (Corr.)	3,92633	34			

Джерело: побудовано автором при використанні Statgraphics Centurion 19.1.2

Коефіцієнт детермінації R-squared на рівні 99,6662% говорить про те, що рівень зв'язку досліджуваних змінних є дуже високим. Ця величина показує, що практично вся зміна залежності між незалежним змінними може бути описана з використанням лінійної регресії. Скоригований коефіцієнт детермінації R-squared (adjusted for d.f.) = 99,6454% відображає частку дисперсії залежної змінної, яка пояснюється моделлю. Оцінка стандартного відхилення розподілу вибірки Standard Error of Est. = 0,0202366 та Mean absolute error MAE = 0,015321 теж підтверджують точність вибіркової статистики та статичну значущість моделі (2.2.5).

Значення вільного члену в рівнянні регресії (2.2.5) є від'ємним, тобто якщо держава не буде інвестувати в галузь охорони здоров'я, а очікувана тривалість життя залишатиметься без змін (на своєму середньому рівні у кожному Штаті Америки), то рівень продуктивності праці буде зменшуватись на 0,06% , тобто на величину 0,000645177.

Середня очікувана тривалість життя (N4) та витрати на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні (N6) здійснюють позитивний прямопропорційний вплив на підвищення рівня продуктивності праці. Так, при збільшенні середнього рівня тривалості життя на один рік, за умови незмінної кількості витрат на медичні товари та послуги, рівень продуктивності праці буде зростати 0,0045% (на величину 0,458938). А якщо на рівні держави збільшити кількість витрат на удосконалені, сучасні, потужні медичні технології, що покращують якість надання медичних послуг,

медичної допомоги на 1 млн доларів США, то це призведе до збільшення рівня продуктивності праці на 0,0057% (на величину 0,579035), що є логічним, адже покращення здоров'я та добробуту населення сприяє підвищенню загальної продуктивності та ефективності робочої сили.

Отже, для комплексного оцінювання впливу показників середньої очікуваної тривалості життя (N4) та витрат на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні (N6) на продуктивність праці запропоновано розробити MARS-модель саме на основі цих показників. Розроблення MARS-моделі здійснено в програмному забезпеченні Salford Predictive Modeler 8 з використанням таких налаштувань:

1) Початковий етап налаштувань потребує визначення цільової змінної та предикторних змінних та вибір цільового типу – регресія, також вибору аналізуючого двигуна на MARS regression splines.

2) Фінальним кроком налаштування виступає обрання пошуку базових функцій та задання граничної кількості в 40 базових функцій, з урахуванням взаємозв'язку між предикторними змінними.

Результати виконання моделювання MARS наведені на рис. 2.2.1. В процесі побудови було створено 11 базових функцій, серед яких автоматично обрано чотири базові функції як оптимальну кількість на основі оцінки GCV (рис. 2.2.1).

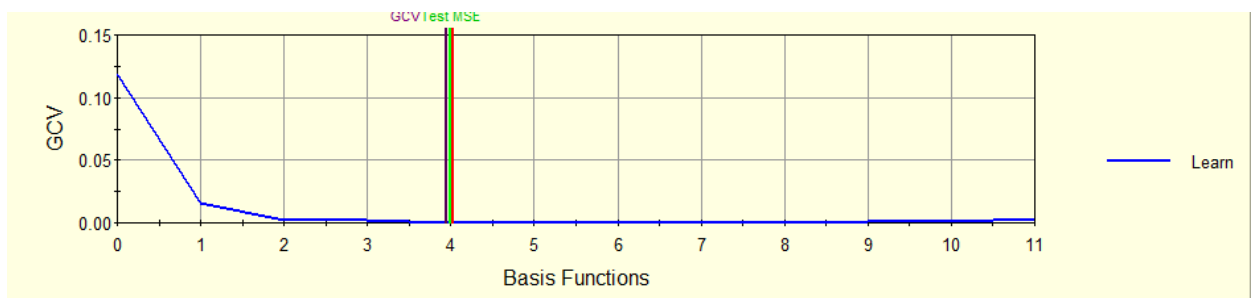


Рисунок 2.2.1 Візуальне представлення MARS regression splines.

Джерело: побудовано автором при використанні Salford Predictive Modeler

Деталізована статистична інформація по всім створеним базовим функціям представлена в наступній таблиці.

Таблиця 2.2.6 – Оцінки всіх базових функцій

Базисна функція	Кількість предикторів	Кількість входів	Ефективні параметри	GCV	GCV R-Sq	Середня квадратична помилка	Коефіцієнт детермінації
11	2	2	31,00	0,00457	0,96152	0,00006	0,99947
10	2	2	28,50	0,00176	0,98518	0,00006	0,99946
9	2	2	26,00	0,00094	0,99213	0,00006	0,99945
8	2	2	23,50	0,00059	0,99508	0,00006	0,99944
7	2	2	21,00	0,00044	0,99629	0,00007	0,99937
6	2	2	18,50	0,00039	0,99671	0,00009	0,99922
5	2	2	16,00	0,00038	0,99683	0,00011	0,99901
4	2	2	13,50	0,00032	0,99729	0,00012	0,99892
3	2	2	11,00	0,00187	0,98428	0,00088	0,99217
2	1	1	8,50	0,00248	0,97913	0,00142	0,98732
1	1	1	6,00	0,01819	0,84702	0,01248	0,88871
0	0	0	3,50	0,13849		0,11218	

Джерело: побудовано автором при використанні Salford Predictive Modeler

Модель оптимального сплайну багатовимірної адаптивної регресії, що використовує чотири базові функції, наведено формулою (2.2.6) та в таблиці 2.2.7:

$$N2 = 0,484277 + 0,800182 \cdot BF1 - 0,901178 \cdot BF6 + 3,10874 \cdot BF8 + 2,31982 \cdot BF9 \quad (2.2.6)$$

Базові функції MARS (2.1.6) являть собою такий вигляд:

$$BF1 = \max(0, N6 - 0,755761) \quad (2.2.7)$$

$$BF5 = \max(0, N4 - 0,5) \quad (2.2.8)$$

$$BF6 = \max(0, 0,5 - N4) \quad (2.2.9)$$

$$BF8 = \max(0, 0,803473 - N6) \cdot BF5 \quad (2.2.10)$$

$$BF9 = \max(0, N4 - 0,81896) \quad (2.2.11)$$

Таблиця 2.2.7 – Зміст базових функцій

Базисна функція	Коефіцієнт	Змінна	Знак	Батьківський знак	Родич	вузол
0	0,48428					
1	0,80018	N6	+			0,75572
6	-0,90118	N4	-			0,50000
8	3,10874	N6	-	+	N4	0,80347
9	2,31982	N4	+			0,81896

Джерело: побудовано автором при використанні Salford Predictive Modeler

Статистичні характеристики оптимальної MARS-моделі (2.2.6) подано в таблиці 2.2.8.

Таблиця 2.2.8 – Статистичні характеристики оптимальної MARS-моделі

Статистична характеристика	Результат
RMSE	0,01102
MSE	0,00012
GCV	0,00027
MAD	0,00844
MAPE	0,03874
SSY	3,92633
SSE	0,00425
R-Sq	0,99892
R-Sq Norm	0,99892
GCV R-Sq	0,99772
MSE Adjusted	0,00010
R-Sq Adjusted	0,99877

Джерело: побудовано автором при використанні Salford Predictive Modeler

Таким чином, узагальнюючи результати проведеного дослідження сформовано порівняльну таблицю, що містить вхідні статистичні дані показника рівні продуктивності праці населення США [94]. Крім того, були розраховані значення регресійної моделі, отриманої за допомогою методу жорсткого відсіву незначущих змінних (2.2.5), що описує залежність продуктивності праці (N2) від очікуваної тривалості життя (N4) та державних видатків на медичні товари та послуги (N6). На основі чотирьох базисних функцій були знайдені значення моделі MARS (2.2.6). Результати представлені в таблиці 2.2.9.

Таблиця 2.2.9 – Порівняльна таблиця реальних значень продуктивності праці та прогнозованих значень за регресією (2.2.5) та MARS (2.2.6)

Year	N2	N2 MARS	N2 reg	$ \Delta _{MARS}$	$ \Delta _{reg}$
A	1	2	3	4	5
2021	0,9526	0,9517	1,0533	0,0009	0,1007
2020	0,9290	0,9340	1,0469	0,0050	0,1179
2019	0,8937	0,8952	1,0260	0,0014	0,1322
2018	0,8771	0,8669	1,0134	0,0102	0,1363
2017	0,8548	0,8586	1,0034	0,0039	0,1486
2016	0,8403	0,8474	0,9927	0,0071	0,1524
2015	0,8415	0,8357	0,9805	0,0058	0,1390
2014	0,8298	0,8157	0,9636	0,0141	0,1338
2013	0,8202	0,8406	0,9470	0,0204	0,1268
2012	0,8105	0,8121	0,9301	0,0016	0,1196
2011	0,7963	0,7964	0,9060	0,0001	0,1097

## Продовження таблиці 2.2.9

A	1	2	3	4	5
2010	0,7831	0,7596	0,8816	0,0235	0,0985
2009	0,6962	0,7074	0,8523	0,0113	0,1561
2008	0,6477	0,6306	0,8202	0,0171	0,1725
2007	0,6228	0,6248	0,7754	0,0020	0,1526
2006	0,5890	0,6080	0,7164	0,0190	0,1274
2005	0,5582	0,5592	0,6500	0,0010	0,0918
2004	0,5000	0,4843	0,5835	0,0157	0,0835
2003	0,4165	0,4013	0,5184	0,0152	0,1019
2002	0,3404	0,3461	0,4651	0,0058	0,1247
2001	0,2704	0,2952	0,4132	0,0248	0,1428
2000	0,2467	0,2465	0,3686	0,0002	0,1220
1999	0,2016	0,2070	0,3336	0,0055	0,1320
1998	0,1584	0,1734	0,3048	0,0150	0,1465
1997	0,1300	0,1417	0,2789	0,0117	0,1489
1996	0,1080	0,1150	0,2568	0,0070	0,1487
1995	0,0914	0,0955	0,2394	0,0041	0,1480
1994	0,0884	0,0796	0,2240	0,0088	0,1356
1993	0,0805	0,0682	0,2115	0,0123	0,1310
1992	0,0750	0,0600	0,1995	0,0149	0,1246
1991	0,0547	0,0537	0,1884	0,0010	0,1337
1990	0,0514	0,0487	0,1782	0,0028	0,1268
1989	0,0489	0,0451	0,1682	0,0039	0,1193
1988	0,0437	0,0423	0,1602	0,0014	0,1165
1987	0,0398	0,0409	0,1536	0,0010	0,1138

Джерело: Побудовано автором

Таким чином, порівнюючи отримані результати (табл. 2.2.9), бачимо, що більш точні результати надає MARS-модель. Проведене машинне навчання з використанням інтелектуального аналізу даних на основі сплайна багатовимірної адаптивної регресії з використанням оптимальної кількості чотирьох базових функцій дозволило визначити інтервали нелінійності, визначити кутові коефіцієнти, точки перегину функції (2.2.6) та оцінити комплексний вплив тривалості життя та витрат держави на медичні товари та послуги на рівень продуктивності праці.

Запропоновану в даному дослідженні методологію оцінювання рівня залежності продуктивності праці від релевантних індикаторів, формування

резервів для його підвищення як ключового драйвера економічного зростання та сталого розвитку можна використати для будь-якої країни світу [104,105].

Дана методика дослідження відрізняється від широко використовуваних у світовій науці методів кореляційно-регресійного аналізу для оцінки впливу факторних ознак на продуктивність праці. Якщо застосування класичних регресійних моделей має більш ніж півстолітню історію, то наукові напрямки, пов'язані з використанням методів машинного навчання та багатовимірних адаптивних регресійних сплайнів, наразі активно розвиваються.

Зокрема, Шарма Дж. та Кумар Мітра С. досліджують ціни на індійські вживані автомобілі, порівнюючи MARS та регресійні моделі, отримані на основі звичайних лінійних квадратів [106]. Вони враховують нелінійне падіння цін на вживані автомобілі залежно від віку, пробігу та кількості попередніх власників. Оцінки похибки, отримані за допомогою цих двох методів, демонструють, що застосування нелінійного моделювання з використанням MARS значно покращує точність результатів. Таким чином, наш висновок і висновок Шарма Дж. та ін. збігаються: моделі MARS є більш точними і гнучкими, ніж регресійні моделі.

Сабанджи Д. та ін. використовують гібридні моделі з генетичними алгоритмами, алгоритмами оптимізації рою частинок (PSO), пошуку гармонії та жадібності (Greedy) для зменшення розміру вхідної вибірки та MARS для прогнозування показників 100 найбільших акцій, що торгуються на стамбульській фондовій біржі Borsa Istanbul [107]. Ці дослідники вважають PSO та MARS найбільш підходящою гібридною моделлю. Якість побудованих MARS-моделей і в роботі Сабанджи Дж. та ін., і в нашому дослідженні перевіряється за допомогою однакових методів: RMSE, MSE, GCV, MAE, MAD, MAPE та R2. Отже, дослідження, результати якого демонструються, проведено відповідно до усталеної світової методології.

Великий інтерес представляє робота (Ясмірулла, С. Д. та ін.) в якій автори використовують багатовимірний адаптивний регресійний сплайн та просторовий авторегресійний багатовимірний адаптивний узагальнений

пуассонівський регресійний сплайн (SAR-MAGPRS оцінювач) для моделювання категоріальних та числових даних щодо показників здоров'я (захворюваність на туберкульоз, дитяча смертність, відвідування лікарень) [108]. Автори статті підкреслюють, що MARS допоможе у моделюванні кількості захворювань для розробки політики у сфері охорони здоров'я. Якість моделі оцінювалася за допомогою критерію найменших квадратів (Penalized Least Square, PLS).

У проведеній роботі в підрозділі 2.2 здійснено розроблення регресійної моделі та MARS-моделі, що описують вплив середньої тривалості життя та витрат на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні на рівень продуктивності праці населення США як фактора-стимулятора економічного зростання країни та її сталого розвитку. При цьому в первинну вибірку дослідження увійшли такі показники, як медичне страхування в США, рівень зайнятості населення, витрати на охорону здоров'я у відсотках від ВВП, але в результаті жорсткого відсіву вони були відкинуті як незначущі, містили ознаки мультиколінеарності. Методологія розробки MARS-моделі була виконана в розрізі 4 етапів. На першому етапі здійснено стандартизацію вхідних даних з використанням модифікованої функції логістичного перетворення для переведення вхідного ознакового простору у співвимірну шкалу та можливості подальшого моделювання. На другому етапі здійснено описовий аналіз числових характеристик вхідного масиву даних та обґрунтування його значущості. В межах третього етапу здійснено розроблення регресійної моделі у програмному забезпеченні Statgraphics Centurion 19.1.2, що містить лише найбільш релевантні індикатори впливу середньої тривалості життя та витрат на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні на рівень продуктивності праці. Результати якості та адекватності моделі обґрунтовані зі статистичної та соціально-економічної точок зору. На четвертому етапі розроблено оптимальний багатовимірний адаптивний сплайн на основі чотирьох базових функцій у програмному забезпеченні Salford Predictive Modeler 8.



В розробленій моделі оптимального багатовимірного сплайну зміна показника продуктивності праці з плином часу відбувається з позитивною динамікою, збільшення показника на 0,48454 за кожний історичний проміжок часу. В одні й ті ж моменти часу базові функції мають коефіцієнти впливу 0,80018 (BF1); -0,90118 (BF5); 3,10874 (BF6); 2,31982 (BF9) на показники середнього рівня тривалості життя (N4) та витрати на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні (N6).

Порівняння результатів моделювання, отриманих за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection та багатофакторного регресійного сплайна, свідчить про більш точне значення розробленого прогнозу за допомогою моделі MARS. Зокрема, у 2021 році рівень продуктивності праці, розрахований за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection, становив 1,0533, тоді як розрахований за допомогою MARS-моделі – 0,9517. Після нормалізації вихідних статистичних даних рівень продуктивності для цього року був визначений на рівні 0,9526. Отже, рівень продуктивності, змодельований за допомогою MARS-моделі, ближче відповідає фактичним даним, підтверджуючи, що MARS-модель надає більш надійні та точні дані, ніж регресійна модель; у 2020 році рівень продуктивності праці, розрахований за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection, становив 1,0469, тоді як розрахований за допомогою MARS-моделі – 0,9340. Після нормалізації вихідних статистичних даних було визначено, що він становить 0,9290.

### **2.3. Ефективність витрат на охорону здоров'я як фактор впливу на якість людського капіталу: фронтірний аналіз**

Якість системи охорони здоров'я відіграє ключову роль у формуванні людського капіталу, який, у свою чергу, є рушійною силою економічного розвитку. Зв'язок між цими двома поняттями можна простежувати через ключові моменти. Першим таким моментом є те, що чим кращий стан здоров'я населення, тим вища його працездатність. Здорове населення рідше хворіє, що означає менше пропусків робочих днів та вищу продуктивність.

Розвинута система охорони здоров'я допомагає людям з хронічними захворюваннями вести активне життя та працювати. Це можливо завдяки ранньому діагностуванню, лікуванню та реабілітації.

Проведення профілактичних заходів, таких як вакцинація та скринінг, допоможуть запобігти багатьом складним захворюванням. Що в свою чергу надасть людям можливість залишатися здоровими та працездатними протягом більш тривалого періоду життя.

Отримання освіти та розвитку навичок доступно для всіх категорій населення та за наявності відносно гарного стану здоров'я в отримувача чи його родичів цей процес буде проходити значно швидше та легше. Це пов'язано з тим, що вони мають більше енергії та мотивації для навчання.

Розвинута система охорони здоров'я прагне допомогти людям з вадами розвитку та інвалідностями отримати освіту та роботу та зробити їх ефективною економічною одиницею. Виконати такі зміни дозволить тільки попереджуваче втручання системи охорони здоров'я в життя людей, спеціальна освіта та реабілітація.

Оскільки здорове населення більш схильне до інновацій та ризиків та отримання в якості результату свої зусиль провалу не призводить до катастрофічних наслідків в їх житті. Кожна така спроба має шанс на утворення нових винаходів, нових підприємств та економічного зростання країни.

Якісна система охорони здоров'я забезпечує доступну медичну допомогу, профілактичні заходи та реабілітацію. Здорові працівники мають більше енергії, здатності до праці та менше простоюють через хвороби. Це призводить до підвищення продуктивності праці.

Захворювання та травми призводять до втрати робочих годин. Якщо система охорони здоров'я ефективна, вона допомагатиме уникати багатьох таких випадків, зберігаючи робочий час і зменшуючи витрати для компаній та економіки в цілому.

Здорові працівники зазвичай мають кращий настрій, більшу мотивацію та здатність до інновацій. Це призводить до покращення якості продуктів і послуг, а також стимулювати розвиток нових технологій та підходів.

Якісна система охорони здоров'я має мету зменшити витрати на лікування захворювань, оскільки вона спрямована на профілактику та раннє виявлення хвороб. Такий підхід дозволяє звільнити ресурси, які можна витратити на інші сфери економіки або на підвищення рівня життя.

Отже, ефективна система охорони здоров'я є каталізатором для підвищення рівня здоров'я нації, покращення людського капіталу та стимулювання економічного розвитку. Тому оцінка продуктивності праці стає важливою для вимірювання ефективності цієї системи та її впливу на економіку.

Оцінювання продуктивності праці є важливим інструментом для визначення впливу системи охорони здоров'я на людський капітал. Це надає необхідну інформацію котра допомагає урядам країн та інвесторам приймати обґрунтовані рішення щодо покращення системи охорони здоров'я та розвитку людського капіталу в країні.

Інвестування в систему охорони здоров'я також є інвестуванням у людський капітал. Це призводить до кращого здоров'я населення, більшої працездатності, більш високого рівня освіти та навичок, а також до економічного зростання суспільства.

Зв'язок між системою охорони здоров'я та людським капіталом є складним і багатогранним. Існує багато факторів, які впливають на цей зв'язок. Уряди країн повинні вжити заходів для покращення цього зв'язку, інвестуючи в систему охорони здоров'я, пропагуючи здоровий спосіб життя, надаючи людям доступ до інформації про здоров'я та борючись з нерівністю.

Але всі ці дії неможливо виконати без чіткого усвідомлення що таке стан здоров'я та як здоров'я виступає в ролі економічної категорії. Отже, стан здоров'я – загальний показник для хвороб (гострих і хронічних), розладів, пошкоджень або травм. Стан здоров'я також охоплює й інші обставини, такі як вагітність, старіння, стрес, вроджена аномалія або генетична схильність [146].

Здоров'я як економічна категорія – це багатовимірна сутність, що включає в себе фізичні показники, психічні показники, соціальні показники, економічні відносини, філософські, культурні, соціально-економічні, екологічні, освітні, харчові, соціальні, лікувальні та профілактичні. При функціюванні системи показників разом з'являється конкретний вимір здоров'я як економічної категорії. Будь які зміни в стані здоров'я людського капіталу ведуть до появи різноманітних позитивних та негативних фізичних, економічних ефектів в житті людини.

Поліпшення стану здоров'я дає економічному механізму здібнішого, ефективного працівника який тим самим збільшує дохід на душу населення. Цей ефект з'являється при швидкому збільшенні витрат на охорону здоров'я. Динаміка державних витрат України у галузь освіти, пенсійний фонд, охорону здоров'я, сферу громадського порядку та безпеки, виплати відсотків за державним боргом, транспортування, соціальне забезпечення, захист, адміністрування органів управління, економічну діяльність за різними видами, культуру та спорт, муніципальні послуги, сільськогосподарську діяльність, захист навколишнього середовища та сферу енергетики у за період з 2004 року по 2022 рік відображена на рисунку 2.3.1.

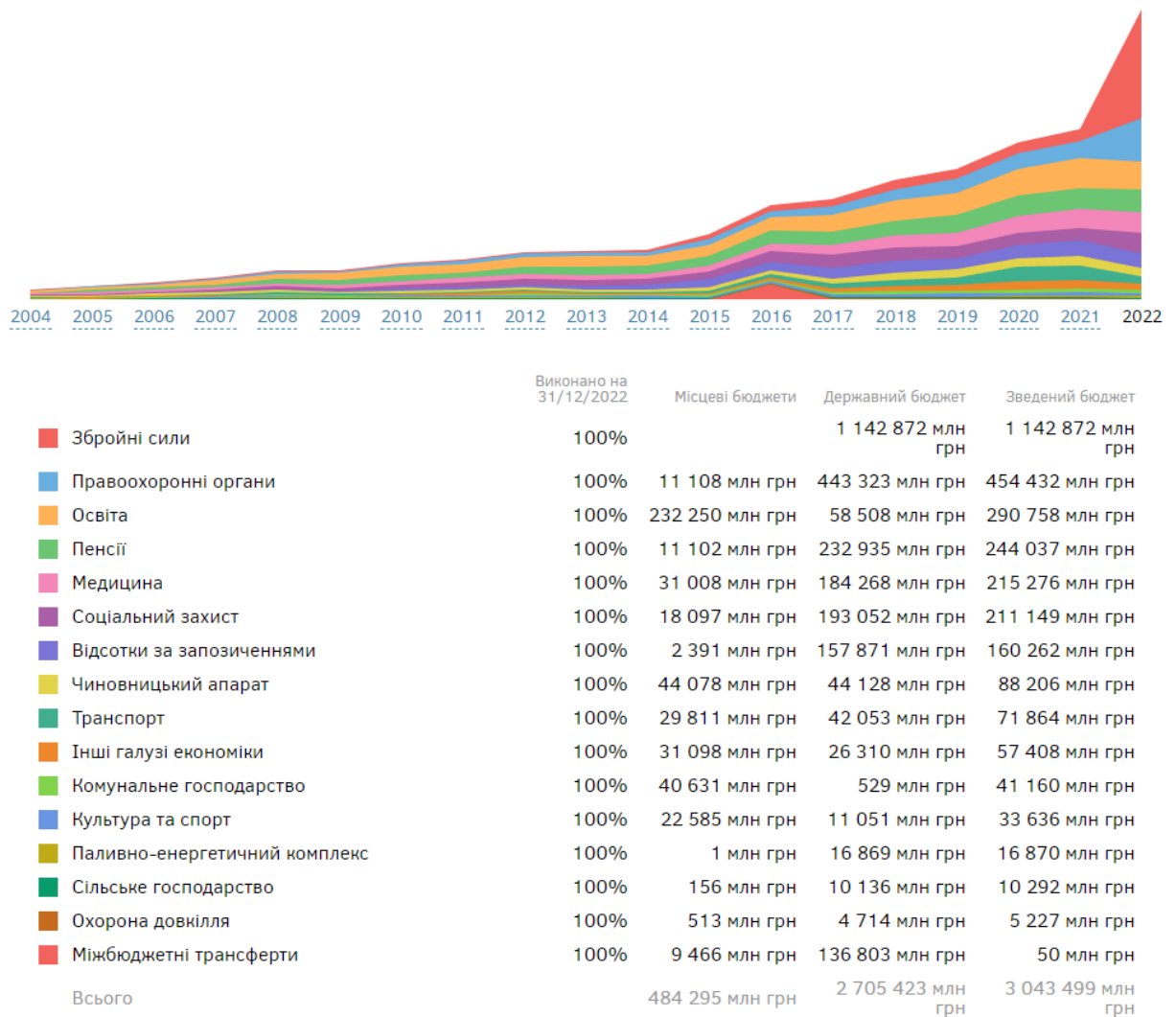


Рисунок 2.3.1 – Динаміка державних витрат України у 2022 році

Джерело: Запозичено автором з відкритого джерела [174]

Зокрема, динаміку внесків держави у галузь охорони здоров'я за період з 2004 року по 2022 рік відображено на рисунку 2.3.1. Як видно з даних (рис. 2.3.1), динаміка внесків коштів держави з консолідованого бюджету стабільно зростала до 2022 року. Порівнюючи дані за 2021 рік, 2022 рік з 2020 роком, видно деяку зміну розподілу бюджету, зменшення місцевого та збільшення загально державного. Безумовно, такі зміни пов'язані з наслідками глобальної пандемії COVID-19. До 2020 року фінансування галузі здоров'я за рахунок місцевих бюджетів перевищувало майже в п'ять разі витрати з бюджету держави. В той час, як у 2020 році витрати з місцевих бюджетів у галузь охорони склали суму 51 323 мільйонів гривень, а бюджетні витрати держави

склали 128 067 мільйонів гривень, що у 2,5 разів більше, ніж внески з коштів місцевих бюджетів. У 2021 році внески з державного бюджету у 5,6 раз перевищили витрати з місцевих бюджетів, така ж ситуація й 2022 році (рис. 2.3.2)

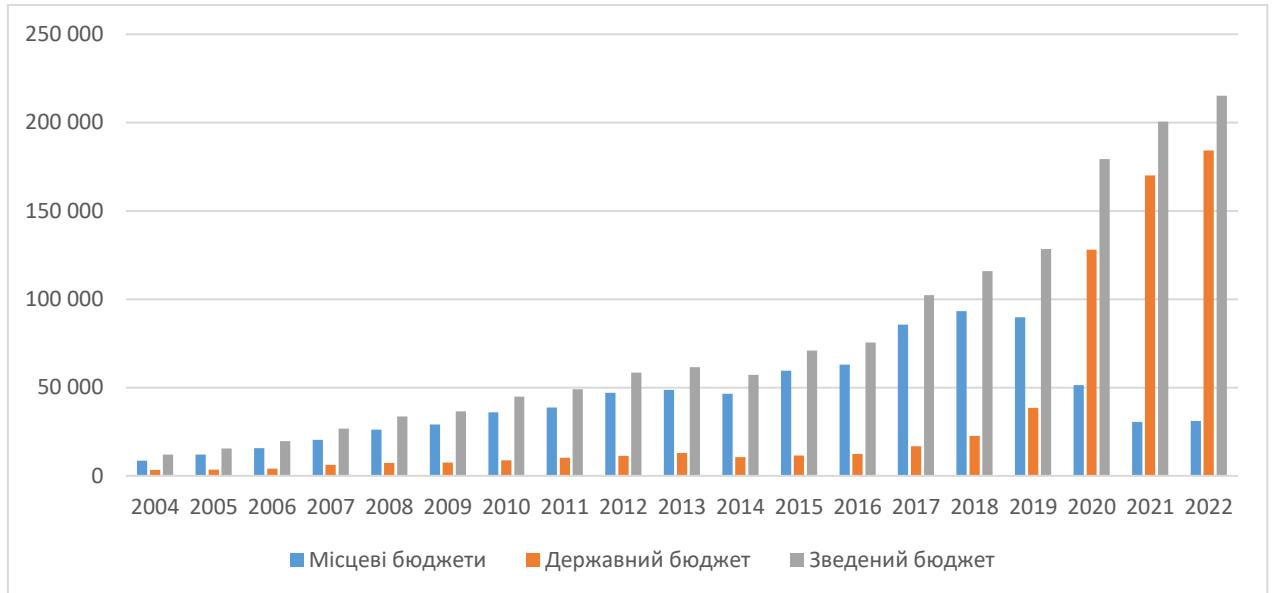


Рисунок 2.3.2. Динаміка державних витрат України у галузь охорони здоров'я, млн грн.

Джерело: побудовано автором на основі [174]

Для більшості людей на планеті поняття бути здоровим знаходиться на розумінні фізичного стану на даний момент часу. Фізична частина займає одну з найголовніших позицій в багатому списку складових здоров'я: соціальна, медична, економічна, духовна.

Більше за все, ключ до здоров'я – це гостро усвідомлювати себе та активно займатися кожним із багатьох аспектів життя, які можливо контролювати. Це набагато більше, ніж просто фізичне здоров'я та психологічне благополуччя.

Отже, питаннями здоров'я та його складових займаються велика кількість науковців, кожен виконав роботу з розширення суспільних знань в цій проблематиці. Зокрема, при огляді досліджень в області аспектів здоров'я серед вітчизняних вчених, слід відмітити праці науковців: Крук Ю. Б. – розглядає правову сторону охорони здоров'я та визначає відповідність українських норм здоров'я нормам міжнародного рівня [110]. Рибалка О.Я.,

Гуріненко Н. О., Іванівський С. В., Пасинок В. Г. – аналізують основні напрямки формування культури здоров'я [111]. Такі вчені як Салата І. В., Горачук В. В. оглядають рівень підготовки медичних процесних кадрів, визначають недостатню кваліфікацію та нерівномірний розподіл кадрових ресурсів [112]. Сурмяк Ю. Р. та Кудрик Л. Г. проводять роботу з вивчення проблеми формування культури здоров'я особистості як складової національної безпеки та розглядають психологічний аспект в формуванні культури здоров'я [113]. Сергин С. М., Соколоский С. І., Шипко А. Ф. провели дослідження щодо визначення впливу психічного здоров'я на професійне життя [114]. Свінціцький А. С. розглядає здоров'я як чинник державної безпеки [115]. Федько О. А. займається визначення положення стану здоров'я в сучасній системі цінностей українського суспільства [116]. На міжнародному рівні психічний аспект здоров'я розглядають автори Принц М., Патель В., Саксена С., Маж М., Маселко Дж., Філіпс М., Рахман А. та обґрунтовують, що велика кількість захворювань пов'язана саме з нервово-психічними розладами [117]. Стоуен Д. Л. описує в своїй науковій праці виміри здоров'я [118]. Фельман А. визначив типи здоров'я та фактори зовнішнього та внутрішнього впливу на компоненти здоров'я [119]. Хубер М., Ноттнерус А., Грін Л., Хорст Х. проводять огляд складових частин здоров'я та підсумовують обмеження визначення здоров'я, а також наводять опис пропозицій щодо його розвитку в майбутньому [120].

Життя та здоров'я населення слугує запорукою процвітання економіки країни, є силою, яка визначає спроможність конкурувати на світовій арені.

Здоров'я, за визначенням Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ), є станом повного фізичного, душевного і соціального благополуччя, характеризується не тільки відсутністю хвороб чи фізичних дефектів. Здоров'я – це багатогранна категорія, що включає в себе надзвичайно велику кількість фізичних, соціальних, медичних, економічних, духовних показників [121].

Такий показник як здоров'я є комплексним та він складається з таких типових медико-статистичних показників: медико-демографічні показники

статистики такі як чисельність населення, стать, склад населення, соціальні групи і так далі; показники захворюваності які формується з кількості звернень людей до медичних закладів, звітів з медичних оглядів; показники інвалідності формується з абсолютного числа інвалідів, котрі зареєстровані в органах соціального захисту населення; показники фізичного розвитку населення характеристикою виступають середній ріст, вага, також соматометричні і стоматоскопічні; показники природного руху населення так як народжуваність, смертність, приріст природний населення, середня тривалість життя [122].

Сукупність окреслених показників утворює комплексний показник здоров'я. Що в свою чергу створює можливості для систематизації даних та виділення впливових індикаторів необхідних для створення моделей.

Кількісними показниками виступають такі параметри як: антропометричний (зростання, вага, об'єм грудної клітки, геометрична форма органів і тканин); фізичних (частота пульсу, артеріальний тиск, температура тіла); біохімічних (зміст хімічних елементів в організмі, еритроцитів, лейкоцитів, гормонів і інші); біологічних (склад кишкової флори, наявність вірусних і інфекційних захворювань і інші).

Якісні показники виступають як дієвий спосіб описувати речі за допомогою слів, а не тільки чисел. Хоча ці показники не завжди можна виміряти точно, як числа, вони роблять дані більш повними та зрозумілими, допомагаючи нам краще зрозуміти ситуацію зі станом здоров'я людського капіталу та його складових.

На людину впливає безліч факторів, як на мікро-, так і на макрорівні. Відмінність цих факторів полягає в часі, який їм потрібен для кардинальних змін у стані здоров'я. Деякі зміни відбуваються за день, а інші - за 10 років. Важливо пам'ятати, що норма - це не фіксоване значення. Вона змінюється залежно від віку, статі, способу життя та інших факторів.

Збудники хвороб та шляхи поширення численні, і нездорові екологічні умови є загальними, в результаті чого більшість категорій захворювань та



травм зазнають впливу. Неінфекційні захворювання, включаючи ішемічну хворобу серця, хронічні респіраторні захворювання та рак, є найбільш частими наслідками глобальних змін в стані навколишнього середовища [123].

Детальної уваги заслуговує кожен вимір здоров'я: фізичний, психічний, соціальний, професійний, економічний, екологічний, духовний, харчовий, адже систематичне ігнорування одного з них з часом негативно вплине на інші, а в кінцевому підсумку – на здоров'я, самопочуття та якість життя. Саме ці основні аспекти, можливо виділити серед багатогранних чинників визначення рівня здоров'я в залежності від змін, що відбуваються в світі та мають колосальний ефект на зміну рівня здоров'я. Хвороби та проблеми зі здоров'ям є навантаженням для економіки якщо вони виражені в масовому варіанті. Означені проблеми зменшують кількість людей, які можуть працювати, підвищують витрати на охорону здоров'я і уповільнюють економічне зростання національної економіки країни. Економічне зростання та людський капітал мають надзвичайно сильний зв'язок, від якого залежить якість життя та продуктивність праці індивіда в економічному циклі.

Отримані результати щодо змістовної суті індикаторів здоров'я надають широкі можливості працівникам системи охорони здоров'я, службовцям медичної сфери з метою виявлення резервів для покращення стану системи охорони здоров'я в розрізі кожної країни світу.

Дослідженням проблем пошуку показників ефективності та методології проведення такого аналізу присвячені роботи багатьох міжнародних та вітчизняних науковців таких як Леонов С.В., Васильєва Т.А., Буряк А.В. [124], Лісек О., Гюго П., Зейдель-Моргенштерн А. [125]. В роботі Денисенко М. П. та Долота В. Д. наведено опис категорії здоров'я в розрізі економічних відносин людини і державного апарату охорони здоров'я [126]. Комплексність та багатоаспектність охорони здоров'я що ґрунтується на кількісних та якісних індикаторах медичної сфери, соціально-духовної та політичної сфер розглядають науковці Коломієць Ю., Петрушенко Ю. М. [127] та Грета Келюотит-Станюленієне, Каміле Даунаравічюте [128].

Важливо зазначити, що не існує єдиної “ідеальної” системи охорони здоров’я. Кожна країна має свої особливості та потреби. Тому при реформуванні важливо адаптувати кращі практики інших країн до власного контексту країни. Аналіз відносно ефективних систем охорони здоров’я є важливим першим кроком на шляху до успішного реформування. Це повинно допомогти у формулюванні чітких цілей, виявленні кращих практик, уникненні помилок та підвищенні підтримки реформ. В аналізі задіяно дані по 37 країнам, котрі є країнами-членами Організації економічного співробітництва та розвитку, дані від цих країн найбільше підходять для пошуку ефективної практики, котру можливо перенести на менш розвинені країни.

Для проведення політики реформування системи охорони здоров’я потрібно виконати аналіз відносно ефективних систем. Для визначення ефективності роботи системи охорони здоров’я необхідно використати метод фронтірного аналізу, котрий використовуються для визначення ефективності роботи соціально-економічних об’єктів.

Фронтірний аналіз – це методологія, що використовується для оцінки ефективності та продуктивності організацій, проектів, або окремих осіб. Він ґрунтується на порівнянні досліджуваного об’єкта з "фронтіром", тобто з найкращими практиками та результатами, що існують у даній сфері.

Фронтірний аналіз використовується для: оцінки ефективності, визначення того, наскільки досліджуваний об’єкт використовує свої ресурси та можливості для досягнення поставлених цілей. Виявлення потенціалу для покращення, тобто визначення області, де досліджуваний об’єкт має можливість покращити свою продуктивність. Порівняння з конкурентами пошук того, як досліджуваний об’єкт веде справи порівняно з іншими організаціями, проектами, або конкурентами в даній сфері.

Існує кілька методів фронтірного аналізу:

Аналіз даних обгортки цей метод використовує дані про досліджуваний об'єкт та дані про "фронтір", щоб побудувати обгорткову криву. Ця крива показує максимальний рівень виходу, який досяжний при даному рівні входу.

Стохастичний аналіз фронтіру використовує статистичні методи для оцінки параметрів "фронтіру". Ці параметри потім будуть використані для порівняння досліджуваного об'єкта з іншими організаціями, проектами.

Аналіз граничного продукту використовує дані про досліджуваний об'єкт, щоб оцінити граничний продукт кожного фактора виробництва. Ця інформація потім повинна бути використана для визначення того, як досліджуваний об'єкт має використовувати свої ресурси найефективніше.

Отже, фронтірний аналіз – це потужний інструмент, що надає можливість організаціям, галузям економіки, системам охорони здоров'я покращити свою продуктивність.

Слід підкреслити, що методи пошуку показників ефективності діляться на два основних типи: об'єктивні методи, що базуються на кількісних вимірах, та суб'єктивні методи, базуються на експертних оцінках. До об'єктивних методів відносяться: аналіз фінансових показників, аналіз показників продуктивності праці, аналіз показників якості продукції та послуг. Суб'єктивні методи включають в себе такі, як: метод експертних оцінок, метод мозкового штурму, метод Дельфі [15].

Так, в своїй науковій праці Черешнюк О.М. описує 3-етапний процес оцінки ефективності діяльності промислових підприємств, що ґрунтується на об'єктивному підході [14].

Етап 1 – підготовчий блок: визначення оцінки. На цьому етапі потрібно визначити об'єкти, суб'єкти та предметів оцінки, що саме буде оцінюватися (наприклад, нові продукти, технології, процеси), хто буде проводити оцінку та що саме буде оцінюватися, формулювання мети оцінки, створення інформаційної бази.

Етап 2 – технологічний блок, в розрізі якого визначають принципи, що будуть покладені в основу оцінки (наприклад, об'єктивність, комплексність,

наукова обґрунтованість). А також проводиться специфікація критеріїв оцінки ефективності діяльності на основі набору показників, враховуючи їх типи та види що будуть використовуватись для проведення оцінювання (наприклад, економічні, технічні, соціальні; абсолютні чи відносні, елементарні чи інтегральні).

Етап 3 – аналітичний блок. В розрізі цього етапу здійснюється систематизація результаті, упорядкування та узагальнення отриманих результатів оцінки; формулювання висновків за кожним критерієм ефективності та формування висновок про загальну ефективність діяльності підприємства [14].

У контексті дослідження впливу витрат на охорону здоров'я на якість людського капіталу, фронтірний аналіз ефективності виступає цінним інструментом для вивчення оптимального використання ресурсів. DEA-методологія (Data Envelopment Analysis) є одним із ключових методів фронтірного аналізу, що дозволяє оцінити ефективність різних об'єктів, зокрема, систем охорони здоров'я, за допомогою зіставлення їх показників з "фронтиром" - умовною межею оптимального використання ресурсів.

Отже, потужним інструментом визначення ефективності витрат на охорону здоров'я як фактора впливу на якість людського капіталу є метод фронтірного аналізу Data Envelopment Analysis (DEA), де за допомогою вхідних та вихідних параметрів моделі визначається показник ефективності, що відповідає максимізаційному або мінімізаційному принципу роботи алгоритму.

Слід також зазначити, що методологія аналізу охоплення даних (DEA-аналіз) широко використовується в різних сферах для всебічного вивчення середовища функціонування конкретного об'єкта та дослідження ефективності окремих процесів, що характеризують діяльність цього об'єкта. Аналіз охоплення даних дозволяє визначити відносну ефективність об'єктів дослідження на основі значень необхідних факторів і показників у порівнянні з еталонними показниками, що представляють кращий досвід, а також

визначити рейтинг і оптимальне граничне значення потенціалу вдосконалення кожного об'єкта дослідження. Так, наприклад, відносна ефективність підприємства (банку, фірми, фінансової установи) визначається як частка зваженої суми всіх вихідних параметрів на зважену суму всіх вхідних параметрів. Основними припущеннями, що підприємство є ефективним на 100%, є наступні критерії: 1) жоден із вихідних параметрів (факторів) не може бути збільшений без збільшення одного чи кількох вхідних параметрів або зниження інших вихідних параметрів; 2) жоден із вхідних факторів не можна зменшити без зниження одного чи кількох вихідних параметрів або збільшення інших вхідних факторів.

Отже, DEA – це непараметричний метод оцінки ефективності, що використовується для порівняння ефективності груп об'єктів, що використовують спільні ресурси для виробництва спільних результатів. В роботі DEA-алгоритму немає жодних припущень про розподіл вхідних даних [16].

Основний зміст методу DEA полягає в тому, щоб знайти таку комбінацію ресурсів, яка дозволить досягти максимуму результатів, або таку комбінацію результатів, яка дозволить досягти мінімуму витрат.

DEA має ряд переваг перед іншими методами оцінки ефективності. По-перше, він є непараметричним, що дозволяє його використовувати для оцінки ефективності об'єктів з різними розподілами даних. По-друге, DEA є гнучким, що дозволяє його використовувати для оцінки ефективності об'єктів з різними цілями. По-третє, надає можливість оцінювання ефективності для великих наборів даних.

Отже основні етапи застосування методу DEA такі: визначення об'єктів оцінки та їхніх характеристик; визначення ресурсів і результатів, що будуть використовуватися для оцінки ефективності; побудова моделі DEA; розрахунок ефективності об'єктів.

Базовими моделями DEA є CCR-модель (Charnes-Cooper-Rhodes model) та BCC -модель (Banker-Charnes-Cooper model).

CCR-модель – це модель оцінки ефективності, яка використовується для порівняння продуктивності кількох одиниць прийняття рішень (DMU). DMU – це будь-яка організація, яка виробляє продукцію (вихід) (наприклад, товари або послуги) з використанням ресурсів (входів). CCR-модель заснована на припущенні, що виробничі технології мають постійні масштаби. Це означає, що збільшення ресурсів виробництва призводить до пропорційного збільшення випуску [17].

Математично CCR-модель для максимізації DEA аналізу представлена формулою:

$$e_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \rightarrow \max \quad (2.3.1)$$

При виконанні наступних умов максимізації (2.3.2)

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jm}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{im}} \leq 1; m = 1, 2, \dots, n; u_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s; v_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r \quad (2.3.2)$$

де  $e_0$  – значення ефективності досліджуваного елемента;  $n$  – кількість одиниць, які порівнюються;  $r$  – кількість вхідних параметрів;  $s$  – кількість вихідних параметрів;  $x_{i0}$  – вираз  $i$ -того вхідного параметра досліджуваного елемента;  $y_{j0}$  – вираз  $j$ -того вихідного параметра досліджуваного елемента;  $x_{im}$  – вираз  $i$ -того вхідного параметра  $m$ -того елемента з  $i = 1, \dots, r$  і  $m = 1, \dots, n$ ;  $y_{jm}$  – вираз  $j$ -того вихідного параметра  $m$ -того елемента з  $i = 1, \dots, r$  і  $m = 1, \dots, n$ ;  $v_i$  – зважування вхідного параметра  $i$  з  $i = 1, \dots, r$ ;  $u_j$  – зважування вихідного параметра  $j$  з  $j = 1, \dots, s$ ;

CCR-модель для мінімізації показників задається формулою (2.3.3)

$$e_0 = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}} \rightarrow \min \quad (2.3.3)$$

При виконанні наступних умов мінімізації (2.3.4)

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{im}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jm}} \geq 1; m = 1, 2, \dots, n; u_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s; v_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r \quad (2.3.4)$$

Модель ВСС є універсальною і використовується для оцінки ефективності у будь-якій галузі, де існує можливість виміряти вхідні та вихідні величини. Принцип роботи моделі ВСС заснована на концепції виробничого кордону, який є наборами всіх виробничих комбінацій для заданого набору вихідних та вхідних величин. DMU вважається ефективним, якщо його фактична комбінація вихідних та вхідних величин знаходиться на виробничому кордоні. Для того, щоб визначити, чи є DMU ефективним, модель ВСС використовує програмне забезпечення для оптимізації, яке знаходить найкраще використання ресурсів для заданого набору вихідних величин. Якщо фактичне використання ресурсів DMU дорівнює найкращому використанню, DMU вважається ефективним [18].

ВСС - модель для максимізації показників подано формулою (2.3.5)

$$e_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_0 \rightarrow \max \quad (2.3.5)$$

При виконанні умов максимізації (2.3.6)

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ij} + u_0 \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n); \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1; \quad (2.3.6)$$

$$u_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, s); v_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, r)$$

де  $u_0$  – вільна змінна.

А ВСС – модель для мінімізації показників має вид (2.3.7)

$$e_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_0 \rightarrow \min \quad (2.3.7)$$

При виконанні умов мінімізації (2.3.8)

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ij} + v_0 \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n); \quad \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1; \quad (2.3.8)$$

$$u_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, s); \quad v_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, r)$$

де  $v_0$  – вільна змінна.

Виконання вище описаних умов (2.3.1- 2.3.8) моделювання DEA надає максимально можливі точні показники ефективності, отримані за допомогою практичних розрахунків.

Основна відмінність між різними орієнтаціями DEA (задача мінімізації чи задача максимізації) полягає в тому, яким чином визначається ефективність і які одиниці порівнюються.

Орієнтація на вхід: У DEA з орієнтацією на вхід (Input-Oriented DEA), аналіз здійснюється з точки зору того, як компанії використовують свої вхідні ресурси для генерації вихідних продуктів або послуг. Мета - мінімізувати вхід при заданих вихідних результатах,

Орієнтація на вихід: У DEA з орієнтацією на вихід (Output-Oriented DEA), аналіз проводиться з точки зору того, як компанії генерують вихідні продукти або послуги при використанні фіксованих вхідних ресурсів. Мета – максимізувати вихід при фіксованих вхідних ресурсах [19].

Обидві орієнтації DEA використовуються для визначення ефективних та неефективних одиниць, але підходять для різних ситуацій і вимагають різних операційних цілей. Вибір між ними залежить від того, який аспект ефективності цікавить більше: максимізація вихідних результатів при фіксованих вхідних ресурсах або мінімізація вхідних ресурсів при досягненні заданих вихідних цілей.

Вхідною інформаційною базою дослідження використано показники за 2019 рік щодо тривалості життя населення, використання охорони здоров'я, витрат на охорону здоров'я в розрізі країн, що входять до складу Організації



економічного співробітництва та розвитку (табл. 2.3.1). Організація економічного співробітництва та розвитку є міжурядовою економічною організацією, з 37 країнами-членами, заснована в 1961 році, щоб стимулювати економічний прогрес і світової торгівлі. Це форум країн, які описують себе відданими демократії та ринковій економіці, забезпечуючи платформу для порівняння політичного досвіду, пошуку відповідей на загальні проблеми, виявлення передової практики та координації внутрішньої та міжнародної політики своїх членів [129].

Кожний показник має свій вимір так показник використання охорони здоров'я визначається як кількість звернень пацієнтів до лікарів за рік. Витрати на охорону здоров'я визначаються в % від ВВП. Тривалість життя визначається в роках життя людини. Входом обрано показник витрати на охорону здоров'я, виходом обрано показники: тривалості життя та використання охорони здоров'я.

Таблиця 2.3.1 – Зведена статистична база дослідження за 2019 рік

Країни	Витрати на охорону здоров'я	Тривалість життя	Використання охорони здоров'я
A	1	2	3
Австралія	9,155	82,8	7,3
Австрія	10,318	81,8	6,6
Бельгія	10,764	81,7	7,3
Канада	10,806	82	6,6
Чилі	9,159	80,4	2,9
Колумбія	7,625	76,5	2,6
Коста-Ріка	7,296	80,4	2,3
Чеська Республіка	7,525	79,1	8,2
Данія	10,071	81	4
Естонія	6,686	78,4	5,5
Фінляндія	9,036	81,8	4,4
Франція	11,198	82,8	5,9
Німеччина	11,45	81	9,8
Греція	7,959	81,9	3,2
Угорщина	6,546	76,2	10,7
Ісландія	8,43	82,9	5,9
Ірландія	6,86	82,3	5,8
Ізраїль	7,532	82,9	8,2
Італія	8,675	83,4	10,4
Японія	10,926	84,3	12,5
Корея	7,52	82,7	17,2
Латвія	6,534	74,9	6,1
Литва	6,191	75,8	9,5
Люксембург	5,286	82,4	5,5
Мексика	5,379	75	2,3
Нідерланди	10,032	81,9	8,8
Нова Зеландія	9,024	81,8	3,8
Норвегія	10,024	82,8	4,4

## Продовження таблиці 2.3.1

A	1	2	3
Польща	6,328	77,7	7,7
Португалія	9,413	81,4	4,1
Словацька Республіка	6,705	77,4	11,1
Словенія	8,279	81,5	6,7
Іспанія	8,99	83,5	7,3
Швеція	10,941	82,6	2,6
Швейцарія	11,151	83,8	4,3

Джерело: побудовано автором на основі [129].

Отже, показники (табл. 2.3.1) є складають інформаційну вибірку для визначення ефективності країн в розрізі охорони здоров'я за допомогою програмного засобу Rstudio. Реалізація методу DEA в дисертації виконана за допомогою пакету rDEA на мові програмування R [20]. Програмний код даного аналізу представлено в додатку В.

Першим етапом в процесі визначення ефективності є знаходження коефіцієнту кореляції між вхідним параметром та вихідними параметрами моделі, тобто знаходження міри щільності зв'язку одного параметра з іншим (2.3.1):

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}, \quad (2.3.1)$$

де  $\bar{x}, \bar{y}$  – середні значення вибірок масиву  $x$  та масиву  $y$ .

Якщо корельований зв'язок дорівнює 0, то зміна вхідного параметра не змінює значення вихідного.

Значення коефіцієнту кореляції між індикаторами витрат на охорону здоров'я та тривалості життя складає 0,63 та -0,04 – між індикаторами витрат на охорону здоров'я та використання охорони здоров'я. *Correl* 0,63: це значення вказує на помірну позитивну кореляцію. Це означає, що дві змінні, мають тенденцію рухатися в одному напрямку. Якщо одна змінна зростає, то й інша, ймовірно, також зростатиме. *Correl* -0,04: це значення вказує на дуже слабку негативну кореляцію. Це означає, що майже немає зв'язку між двома змінними. Зміна однієї змінної не впливає на іншу істотно.

На другому етапі моделювання розраховано значення ефективності таблиця 2.3.2, розрахунки здійснені з використанням BCC та CCR – моделей в розрізі двох підходів до орієнтації Input-Oriented та Output-Oriented.

Таблиця 2.3.2 – Значення ефективності

Країни	bcc_input	bcc_output	ccr_input	ccr_output
Австралія	0,94	0,81	0,80	0,80
Австрія	0,98	0,92	0,92	0,92
Бельгія	0,99	0,95	0,95	0,95
Канада	0,99	0,96	0,96	0,96
Чилі	0,99	0,93	0,86	0,86
Колумбія	1,00	1,00	0,75	0,75
Коста-Ріка	1,00	1,00	0,75	0,75
Чеська Республіка	0,96	0,76	0,68	0,68
Данія	0,99	0,97	0,93	0,93
Естонія	0,96	0,73	0,63	0,63
Фінляндія	0,96	0,83	0,82	0,82
Франція	0,99	1,00	0,99	0,99
Німеччина	1,00	1,00	1,00	1,00
Греція	0,94	0,75	0,73	0,73
Угорщина	0,98	0,86	0,61	0,61
Ісландія	0,93	0,75	0,75	0,75
Ірландія	0,92	0,61	0,61	0,61
Ізраїль	0,92	0,66	0,65	0,65
Італія	0,93	0,76	0,74	0,74
Японія	0,95	0,95	0,92	0,92
Корея	0,92	0,66	0,64	0,64
Латвія	1,00	1,00	0,63	0,63
Литва	0,99	0,85	0,58	0,58
Люксембург	0,91	0,47	0,47	0,47
Мексика	1,00	1,00	0,56	0,56
Нідерланди	0,97	0,88	0,87	0,87
Нова Зеландія	0,96	0,84	0,82	0,82
Норвегія	0,97	0,90	0,90	0,90
Польща	0,96	0,72	0,59	0,59
Португалія	0,97	0,89	0,86	0,86
Словацька Республіка	0,97	0,78	0,61	0,61
Словенія	0,95	0,74	0,74	0,74
Іспанія	0,93	0,79	0,78	0,78
Швеція	1,00	1,00	1,00	1,00
Швейцарія	1,00	1,00	0,99	0,99

Джерело: побудовано автором на основі розрахунків в Rstudio

Отримані результати розрахунку показників ефективності свідчать проте, як країни використовують свої ресурси, і наскільки вони це роблять ефективно в порівнянні з іншими країнами. Так, значення ефективності знаходяться в діапазоні від 0 до 1, де 0 це показник найгіршої ефективності, показник 1 означає наявну максимальну ефективність (еталонну).

Більшість країн демонструють високі значення ефективності за методологію `bss_input`, що орієнтована на вихід, більшість значень близькі до 1. Дана методологія орієнтовна на зменшення вихідних показників (витрати на охорону здоров'я) при фіксованих показниках входу показників (тривалості життя та використання охорони здоров'я). Отримані показники ефективності свідчать про високу ефективність використання ресурсів. Так, 7 країн мають еталонне значення ефективності: Колумбія, Коста-Ріка, Німеччина, Латвія, Мексика, Швеція, Швейцарія.

Значення `bss_output` мають значно більшу розбіжність, що вказує на більш складну ситуацію з досягненням цілей орієнтації на вихід, тобто максимізація показників виходу (тривалість життя, використання охорони здоров'я) та збереженням без зміни показників входу (витрат на охорону здоров'я). Еталонними в даному випадку виступили 8 країн: Франція, Колумбія, Коста-Ріка, Німеччина, Латвія, Мексика, Швеція, Швейцарія.

Вході розрахунків показників ефективності за моделюю `csr_input` та `csr_output` отримано однакові відносно один одного значення, такий результат виник з кількох наступних причин це наявність математичної еквівалентності та інваріантності масштабу.

Такими чином, отримані значення ефективності свідчать, що «еталонними» країнами за ефективністю витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу є дві країни – Німеччина та Швеція, та дві країни, які мають показник дуже близький до еталонного 0,99: Швейцарія та Франція. Решта країн має значні відмінності в показниках ефективності від еталонних значень що говорить про присутність перспектив до подальшого збільшення ефективності.

Головна мета Input-Oriented – мінімізувати вхід (витрати на охорону здоров'я ) при фіксованих вихідних значеннях показників (тривалості життя та використання охорони здоров'я), ця ціль є найбільш бажаною оскільки такий напрямок розвитку є бажаним для більшості країн. Еталоні по показникам ефективності країни ВСС та ССР-моделі: Франція, Колумбія, Коста-Ріка, Німеччина, Латвія, Мексика, Швеція, Швейцарія, підходи до розвитку цих країн мають слугувати орієнтиром для інших менш ефективних країн.

Кількість країн які являються ефективними за двома методами ВСС та ССР відрізняється, за ВСС методологією знайдено 8 країн, тоді як ССР мерологія надала 4 еталонних країни. Такі відмінності закладаються в значній відмінності відношення масштабу даних

Кожна знайдена еталона по ефективності країна має свої унікальні переваги так Франція має загальнодоступну систему охорони здоров'я, регульовані ціни на медичні послуги, міцна система первинної медичної допомоги [247]. Колумбія має змішану систему охорони здоров'я, зростаючу тенденцію інвестицій в охорону здоров'я, великий акцент на профілактику та просування здорового способу життя [248]. Коста-Ріка впровадила універсальне охоплення охороною здоров'я всіх жителів країни та високий рівень інвестицій в охорону здоров'я [249]. Німеччина має розвинуту систему соціального страхування, високий рівень доступу до медичного обслуговування та створено сильний акцент на профілактику та просування здорового способу життя [250]. Латвія має система загальної охорони здоров'я населення країни, високий рівень доступу до медичного обслуговування, особливо в сільських районах та проводиться активна робота над покращенням якості медичного обслуговування [251]. Мексика має змішану система охорони здоров'я яка поєднує державну та приватну медичні системи та Високий рівень інновацій в галузі охорони здоров'я, так Мексика є лідером в розробці нових препаратів та медичних технологій [252]. Всі жителі Швеції мають доступ до медичного обслуговування за доступними цінами, також

країна займає одне з провідних місць в світі за рівнем доступу до медичного обслуговування [253]. Швейцарія впровадила система обов'язкового медичного страхування в країні, Швейцарія займає одне з провідних місць в світі за рівнем доступу до медичного обслуговування [254]. Висока якість медичного обслуговування в поєднанні з провідним місцем в світі за рівнем доступу до медичного обслуговування роблять її досвід надзвичайно цінним.

Загалом, ці країни мають спільні риси, які сприяють ефективності їхніх систем охорони здоров'я, високий рівень інвестицій в охорону здоров'я, що дозволяє забезпечити доступ до високоякісних медичних послуг. Сильний акцент на профілактику та просування здорового способу життя це допомагає запобігати захворюванням та зменшувати витрати на лікування. Міцна система первинної медичної допомоги це допомагає забезпечити своєчасне лікування та зменшити витрати на лікування. Універсальний доступ до медичного обслуговування це гарантує, що всі мають доступ до необхідних медичних послуг. Висока якість медичного обслуговування це забезпечує високий рівень задоволення пацієнтів та високу ефективність лікування.

Важливо зазначити, що ефективність систем охорони здоров'я залежить від багатьох факторів, таких як: рівень розвитку країни, кількість населення, географічне розташування, культурні особливості, соціальні умови.

Тому, не існує одного універсального "еталону" для систем охорони здоров'я. Кожна країна має свої власні особливості та виклики. Важливо враховувати всі ці фактори, щоб зрозуміти, чому певна система охорони здоров'я працює ефективніше, ніж інші.

Щодо дослідження ефективності витрат на здоров'я України як фактору впливу на якість людського капіталу, запропоновано провести третій етап. Його метою є визначення рівня задоволеності населення України реформою в галузі охорони здоров'я та якістю отриманих послуг при зверненні до лікарів як фактору, що характеризує ступінь використання охорони здоров'я, проведено порівняльний аналіз індикаторів : A1.1 – задоволення медичною допомогою, яка надається дільничними терапевтами / сімейними лікарями;

A1.2 – задоволення медичною допомогою, яка надається педіатрами; A1.3 – задоволення медичною допомогою, яка надається стоматологами; A1.4 – задоволення медичною допомогою, яка надається вузькими спеціалістами в поліклініці; A1.5 – задоволення медичною допомогою, яка надається швидкою медичною допомогою; A1.6 – задоволення медичною допомогою, яка надається в стаціонарі; A1.7 – задоволення медичною допомогою, яка надається в пологових будинках (рис. 2.3.3). Статистичною базою для проведення дослідження послуговували дані, що зібрані Київським міжнародним інститутом соціології протягом червня – серпня 2019 року для проведення соціологічного дослідження «Індекс здоров'я. Україна» [130].

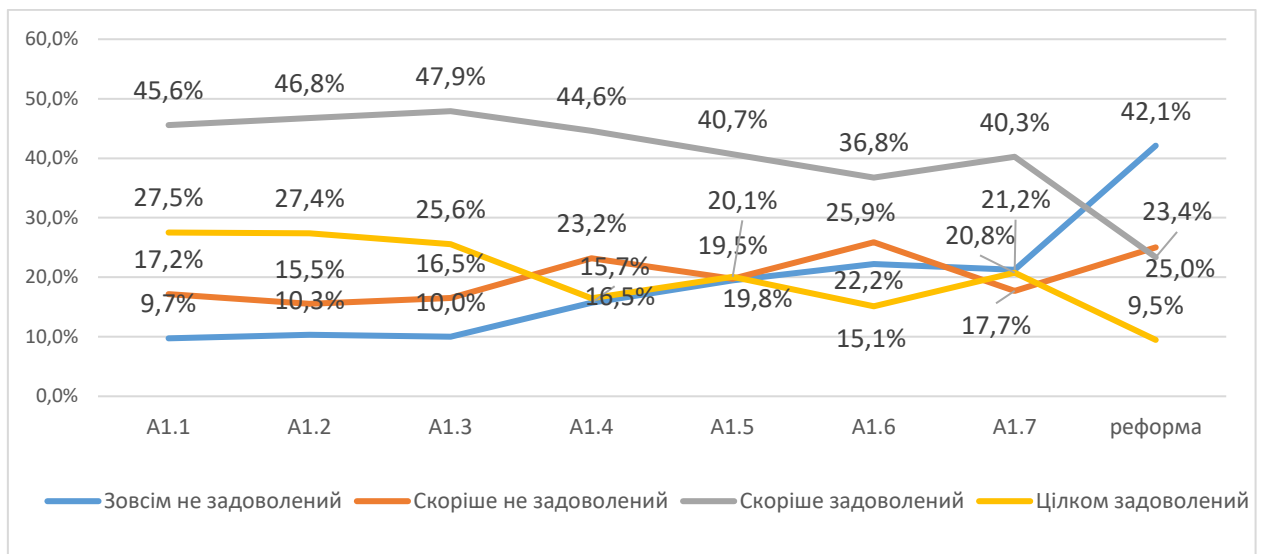


Рисунок 2.3.3 – Діаграма задоволення роботою медичного персоналу в різних сферах та реформою

Джерело: побудовано автором в програмному засобі Excel.

З рисунку 2.3.3 видно, середнє значення рівня “Зовсім не задоволений” для населення має 15,5%. Рівень “Скоріше не задоволений” для опитуваних респондентів складає в середньому 19,4%. Середнє значення рівня “Скоріше задоволений” складає 43,2%. Цілком задоволені якістю медичного обслуговування 21,8% опитуваних респондентів. Проте ставлення до реформи значною мірою відрізняється, а саме: відповіді «не задоволений» надали

42,1% опитуваних, «скоріше не задоволений» – 25,0%, «скоріше задоволений» – 23,4%, «цілком задоволений» – 9,5%.

Отримані результати свідчать про необхідність керівництву системи охорони здоров'я України провести на національному, регіональному та місцевому рівнях ретельне дослідження особливостей впровадження та використання реформи охорони здоров'я та здійснити ґрунтовний аналіз особливостей систем охорони здоров'я так званих «еталонних» країн з метою покращення індикаторів ступеня задоволеності населення та відповідно підвищення рівня економіки в цілому.

## Висновки розділу 2.

У розділі 2 здійснено бібліометричний аналіз двох напрямків досліджень: «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал». За напрямком «громадське здоров'я – людський капітал» у наукометричній базі даних Scopus виявлено 58 наукових праць за період часу 1982–2024 років. За напрямком «продуктивність праці – людський капітал» знайдено 703 наукові праці за період 1970–2024 роки. Для кожного напрямку створено та проаналізовано такі види візуальних представлень: хмара ключових слів, деревоподібна карта, графік еволюції популярності ключових слів, алювіальна діаграма тематик наукових досліджень. За допомогою аналізування бібліометрії доведена наявність взаємозв'язку між категоріями «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал» і визначені перспективні напрямки для подальших досліджень у цій сфері.

Під час дослідження індикатора продуктивності праці за допомогою використання регресійного та MARS Spline-моделювання перевірено гіпотези про прямий вплив п'яти незалежних показників людського капіталу на рівень



продуктивності праці населення США, було підтверджено вплив лише двох показників. Таким чином, доведено, що очікувана тривалість життя й витрати на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні безпосередньо впливають на рівень продуктивності праці населення США. Розроблена регресійна модель є статистично значущою відповідно до критеріїв перевірки (за середньою абсолютною похибкою, коефіцієнтом детермінації,

p-значенням, критеріями Фішера та Стьюдента). Витрати на систему охорони здоров'я більше впливають на зміну рівня продуктивності праці, ніж показник очікуваної тривалості життя. Відмінність між ними становить 1 %, що є цілком логічним, тому що зв'язок між державними витратами на охорону здоров'я та очікуваною тривалістю життя є складним і багатограним, оскільки населення з кращим доступом до медичних послуг має більше шансів отримати своєчасне й ефективне лікування, водночас сприяючи збільшенню тривалості життя. Потрібно також зазначити, що адекватні державні витрати на охорону здоров'я допомагають контролювати поширення інфекційних захворювань, своєчасно лікувати хронічні захворювання та надавати профілактичну допомогу, водночас збільшуючи середню очікувану тривалість життя.

Порівняння результатів моделювання розрахунків, одержаних за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection та багатofакторного регресійного сплайна, свідчить про більш точне значення розробленого прогнозу за допомогою моделі MARS. Зокрема, у 2021 році рівень продуктивності праці, розрахований за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection, становив 1,0533, тоді як розрахований за допомогою MARS-моделі – 0,9517. Після нормалізації вихідних статистичних даних рівень продуктивності для цього року був визначений на рівні 0,9526. Очевидно, що рівень продуктивності, змодельований за допомогою MARS-моделі, краще відповідає фактичним даним, підтверджуючи, що MARS-модель надає більш надійні й точні дані, ніж регресійна модель; у 2020 році рівень продуктивності праці, розрахований

за допомогою регресійної моделі з процедурою підбору Backward stepwise selection, становив 1,0469, тоді як розрахований за допомогою MARS-моделі – 0,9340. Після нормалізації вихідних статистичних даних було визначено, що він становить 0,9290.

За допомогою проведеного дослідження доведено, що продуктивність праці в США зростала щороку впродовж 1987–2021 рр. (постійний член у регресійному рівнянні MARS-моделі становить +0,48428). Для розрахунку конкретних значень продуктивності праці для кожного року була розроблена модель залежності від оптимальних базових функцій (автоматично згенерованих моделлю MARS залежно від поточних значень очікуваної тривалості життя та витрат на систему громадського здоров'я в натуральному вираженні).

Проведено фронтірний аналіз ефективності країн щодо витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу, що входять до складу Організації економічного співробітництва та розвитку. Аналіз ефективності реалізовано в програмному середовищі Rstudio з використанням пакета аналізу rDEA, де вхідним показником є витрати держави на охорону здоров'я, а вихідними – тривалість життя, кількість звернень до лікарів (використання охорони здоров'я). Визначено, що еталонними за ефективністю витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу є країни Франція, Колумбія, Коста-Ріка, Німеччина, Латвія, Мексика, Швеція, Швейцарія, їх підходи до управління та подальшого розвитку повинні бути прикладом для інших, менш ефективних країн світу.

Також у розділі 2 обґрунтовано нагальну необхідність удосконалення реформи охорони здоров'я України на основі порівняльного аналізу щодо якості й ступеня задоволення населення отримуваними медичними послугами.

Основні положення другого розділу дисертаційної роботи опубліковано автором в роботах [169,172,173,258]

### **Розділ 3. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку між результативністю використання людського капіталу та рівнем макроекономічних свобод в країні**

#### **3.1 Теоретичне обґрунтування зв'язку між результативністю використання людського капіталу та макроекономічними свободами**

Людський капітал грає важливу роль в розвитку економічних відносин. Високий рівень його розвитку є одним з найважливіших факторів зростання продуктивності праці, рівня життя населення, важливою детермінантою конкурентоспроможності країни та побудови справедливого та успішного суспільства.

Науковою спільнотою людський капітал частіше за все трактується як сукупність всіх отриманих продовж життя людини знань, навичок, здібностей та досвіду, придатних до використання в процесі створення додаткової економічної цінності.

Так, зокрема, Самсудін С. трактує людський капітал як освоєні знання, навички, вміння генерувати та приймати нові ідеї, пристосовуватись до них [189]; Беккер Г. – як запас знань і здібностей, що формується за рахунок інвестицій у людину [188]; Лоу Дж. – як загальні чи спеціальні навички, набуті під час навчання та досвіду роботи [187]; Merriam-Webster – як навички, знання та кваліфікація, що розглядаються як економічні активи тощо [186].

Вченими у галузях економіки, медицини, суспільних наук тощо напрацьовано значну кількість досліджень, які вивчають вплив різних факторів на розвиток людського капіталу. Так, зокрема, Бенцоні І. розглядає вплив економічних факторів та їх складових (зокрема – рівня заробітної плати працівника протягом його життєвого циклу) на людський капітал [190], Лю Л. – вплив екологічних факторів на стійкість людського капіталу [200]; Рузікулов С. – вплив соціально-демографічних, інтеграційних, соціально-психологічних, екологічних, промислових, демографічних аспектів на формування людського

капіталу [191]; Абдуллаєв Е. – вплив освіти, досвіду, рівня здоров'я та інформаційного середовища на формування людського капіталу [192].

Для цілей дослідження обрано 3 важливих показника, які є дестимуляторами/інгібіторами розвитку людського капіталу, тобто їх зростання зменшує шанси працівника отримати необхідні знання та навички для ефективного перетворення своєї праці в економічний актив:

1) Відсутність на роботі за станом здоров'я (відповідно до Еуропа, розраховується як частка працевлаштованого населення, яка відсутня на роботі протягом певного періоду часу через проблеми зі здоров'ям, що не пов'язані з роботою) [163]. Якщо працівник має проблеми зі здоров'ям та змушений з цих причин бути відсутнім на роботі, то це значною мірою відображається на продуктивності його праці, якщо цей процес є тривалим, то це зменшує конкурентоспособність цього працівника порівняно з іншими, втрачаються важливі навички та час, що в кінцевому підсумку значно зменшує потенціал використання людського капіталу такого співробітника. Важливість впливу рівня громадського здоров'я на розвиток людського капіталу підкреслено у наукових працях Ха Дж., Гумбау А., Чжен Л., Гілард А., Ян Й. [201, 193, 194, 195, 196].

2) Безробіття (відповідно до Еуропа, розраховується як частка населення працездатного віку, яка з незалежних від самих осіб причин не має заробітку або інших передбачених чинним законодавством доходів через відсутність роботи) [164]. Вплив безробіття на розвиток людського капіталу є важливим, тому що безробіття веде до втрати навичок, знань та досвіду, а також до зниження мотивації та самооцінки людей. Вплив безробіття на розвиток людського капіталу розкритий досліджено Нагасубраманіан Г., Тріатманто Б., Маджід Х., Чукву Ч., Буткус М. [202, 197, 203, 198, 204].

3) Смертність (відповідно до Еуропа, розраховується як загальна кількість смертей, що сталися за рік всередині країни) [165]. Вплив стану здоров'я населення на потенціал формування та ефективність використання людського капіталу є значним, оскільки проблеми зі здоров'ям зменшують

можливості ефективно працювати, вчасно підвищувати кваліфікацію, гальмують мобільність робочої сили та набуття інтернаціонального робочого досвіду тощо. Вплив рівня здоров'я населення (через різні показники, у тому числі – і рівень смертності) на розвиток людського капіталу досліджувався де Камарго Кансела М., Хао Х., Рокко Л., Онімаду О., Мураяма Х. [205,206,199,207,208].

Індекс макроекономічних свобод розраховується The Heritage Foundation (стратегічний дослідницький інститут США, що базується у Вашингтоні, округ Колумбія, заснований у 1973 році). Ця інституція регулярно проводить аналітичні дослідження з багатьох актуальних економічних, зовнішньополітичних та соціальних питань, у тому числі – оцінює рівень основних макроекономічних свобод в різних країнах світу. Отримані вимірювання дозволяють побудувати індекси макроекономічних свобод для 184 країн, які можуть слугувати оцінкою політичних, інвестиційних, правових ризиків та допомагають порівнювати різні країни за обраними показниками та прогнозувати політичні зміни цих країнах [162].

Відповідно до методології The Heritage Foundation, рівень макроекономічної свободи для кожної країни оцінюється в діапазоні від 0 до 100, де 100 відповідає найбільш сприятливому середовищу. При цьому індекс макроекономічних свобод включає наступні складові:

1) Свобода бізнесу – оцінює складність започаткування, ведення та припинення підприємницької діяльності, доступу до інфраструктури, рівень інклюзії жінок в бізнесі тощо. Цей субіндекс ґрунтується на чотирьох основних факторах, які визначають: 1) доступ до електроенергії, 2) ризики бізнес-середовища, 3) якість регулювання бізнесу; 4) можливості економічної інтеграції жінок.

2) Свобода праці – оцінює рівень зрегульованості ринку праці через врахування наступних факторів: (1) рівень мінімальної заробітної плати, (2) права асоціацій та профспілок, (3) наявність та тривалість щорічних оплачуваних відпусток, (4) строки попередження про звільнення у зв'язку з

скороченням штату, (5) наявність та розміри вихідної допомоги при звільненні звільнення у зв'язку з скороченням штатів, (6) рівень продуктивності праці, (7) рівень зайнятості населення, (8) наявність та жорсткість обмежень щодо понаднормової роботи, (9) наявність можливості згідно законодавства звільнити персонал у зв'язку зі скороченням штату.

3) Грошова свобода – оцінює ризики спотворення цін та цінової нестабільності за рахунок інфляції (середньозважений рівень інфляції за останні три роки) та дій уряду (якісна оцінка рівня державного впливу на ціни через прямий контроль або субсидії).

4) Свобода торгівлі – відображає рівень торгових бар'єрів при входженні на ринок відповідної країни, базується на двох основних компонентах: оцінці тарифних бар'єрів (середньозважена торговельна тарифна ставка) та якісній оцінці нетарифних бар'єрів.

5) Свобода інвестицій – визначає ризики та обмеження вкладення та виведення інвестиційного капіталу на ринку відповідної країни та враховуються нормативні обмеження. Максимальна оцінка в 100 балів відповідає ситуації, при якій будь-які обмеження відсутні (ідеальний ринок). Бальна оцінка знижується за кожний випадок наявності обмежень інвестиційного режиму країни: нерівні можливості для національних та іноземних інвестицій, обмеження по трансферу капіталу, обмінному курсу, непрозорість та бюрократія, можливість експропріації тощо.

6) Фінансова свобода – оцінює ефективність функціонування банківської системи та ступінь втручання держави у фінансовий сектор через врахування рівня державного регулювання фінансових послуг, ступеню втручання держави в діяльність банків та фінансових корпорацій, в т.ч. через володіння банками та фінансовими установами, вплив держави на виділення та алокацію кредитів, розвиток фінансового ринку та його відкритість до іноземної конкуренції.

Це дослідження базується на розумінні, що зменшення показників відсутності на роботі, безробіття та смертності (як дестимуляторів зміцнення

людського капіталу) призводить до зростання рівнів макроекономічних свобод.

Зв'язок між показниками смертності та макроекономічними свободами досліджено Марсон М. (емпірично підтвердили вплив різних макроекономічних свобод на рівень смертності від сезонного грипу) [209]; Чень Р. (на основі розробленої авторської математичної моделі спростували існування істотного зв'язку між показниками макроекономічної свободи та рівнем смертності від COVID-19) [210]; Демпер Дж. (вивчив зв'язок між рівнями макроекономічних свобод та успіхом країн у боротьбі з першою хвилею COVID-19) [214]; Мога Рогоз А. (визначили, як макроекономічна свобода сприяє збільшенню очікуваної тривалості життя в нових країнах-членах ЄС, що переживають трансформації) [218].


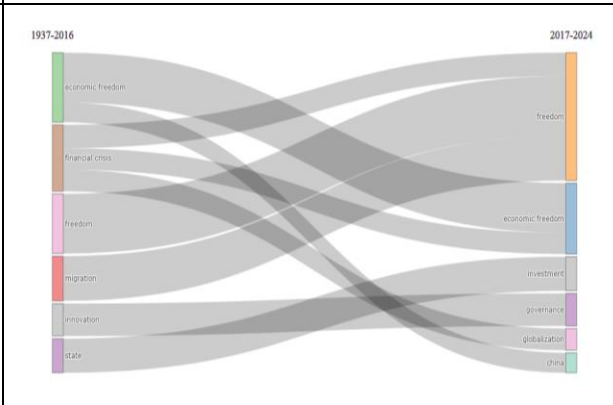
Зв'язок між рівнем безробіття та макроекономічними свободами досліджено Сервелло-Ройо Р. (на емпіричних даних аргументували необхідність врахування макроекономічних свобод для напрацювання ефективних механізмів зниження рівня безробіття) [211]; Гоуідер А. (визначили, який саме субіндекс макроекономічних свобод здійснює найсильніший вплив на безробіття серед молоді) [212]; Ман Л. (побудували економетричну модель залежності рівня безробіття в країні від рівнів макроекономічних свобод та якості державного управління) [213]; Калле Дж. (визначили зв'язок між рівнем макроекономічних свобод, інституційною якістю та економічним зростанням протягом періоду кризи 2002-2007 років) [215].

Зв'язок між показниками відсутність на роботі за станом здоров'я та макроекономічними свободами досліджено Нісан Е. (вивчали зв'язок продуктивності праці з показниками макроекономічних свобод) [216]; Чжан Ф. (вони дослідили вплив показників макроекономічної свободи на показники продуктивності праці, з використанням багатокрокової напівпараметричної стохастичної оцінки межі виробництва) [217].

Для бібліометричного аналізу літератури з тематики дослідження використаємо пакет R Bibliometrix [11], в програмному забезпеченні RStudio, який дозволяє сформувати хмари найуживаніших ключових слів та проаналізувати динаміку їх застосування, побачити, як еволюціонували напрямки відповідних наукових досліджень та вживані ключові слова, побудувати тематичну карту дослідницького інтерфейсу тощо.

Основу бібліометричного аналізу в цій статті склали публікації, проіндексовані наукометричною базою Scopus (період – 1937-2024).

Результати бібліометричного аналізу для кожного дестимулятора зміцнення людського капіталу (смертність, безробіття та відсутність на роботі за станом здоров'я) та сукупності видів макроекономічних свобод (свобода бізнесу, свобода праці, грошова свобода, свобода торгівлі, свобода інвестицій, фінансова свобода) представлені на рис. 3.1.1, 3.1.2 та 3.1.3.

<b>Програмний пакет</b>	Rstudio package and Bibliometrix software	<b>База</b>	Scopus
<b>Ключові слова за запитом</b>	(TITLE-ABS-KEY (deaths) OR TITLE-ABS-KEY (business AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (labor AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (monetary AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (trade AND freedom) AND TITLE-ABS-KEY (investment AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (financial AND freedom))		
<b>Кількість публікацій в базі Scopus за ключовими словами</b>	1618	<b>Період</b>	1937-2024
<b>Хмара найуживаніших ключових слів:</b>	<b>Еволюція ключових напрямів досліджень:</b>		
			
<b>Динаміка ключових слів:</b>	<b>Еволюція популярності ключових слів:</b>		



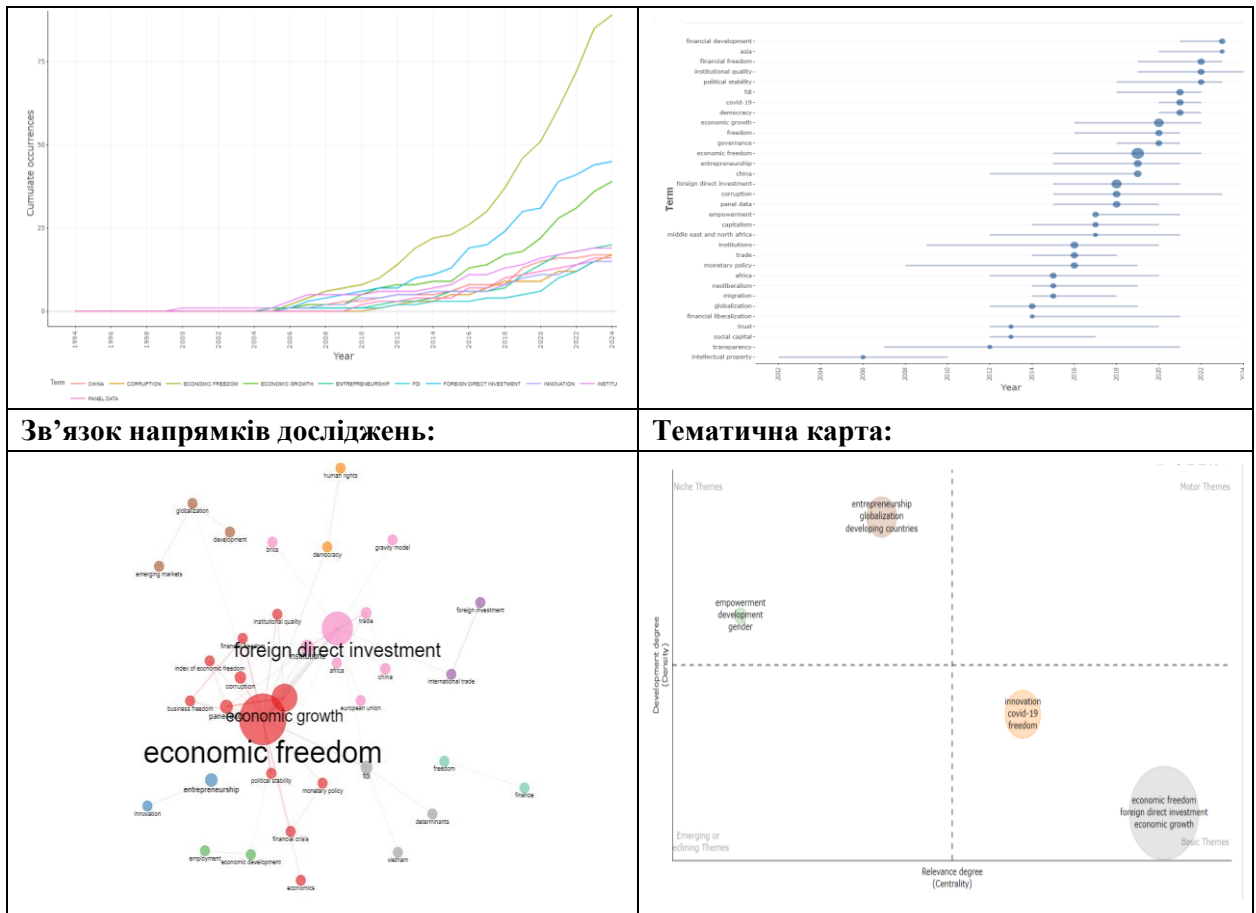


Рисунок 3.1.1 - Результати бібліометричного аналізу для такого дестимулятора зміцнення людського капіталу як смертність та сукупності макроекономічних свобод (свобода бізнесу, свобода праці, грошова свобода, свобода торгівлі, свобода інвестицій, фінансова свобода)

Джерело: складено автором за допомогою пакета Rstudio та програмного забезпечення Bibliometrix

<b>Програмний пакет</b>	Rstudio package and Bibliometrix software	<b>База</b>	Scopus
<b>Ключові слова за запитом</b>	(TITLE-ABS-KEY (unemployment) OR TITLE-ABS-KEY (business AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (labor AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (monetary AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (trade AND freedom) AND TITLE-ABS-KEY (investment AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (financial AND freedom)		
<b>Кількість публікацій в базі Scopus за ключовими словами</b>	1578	<b>Період</b>	1937-2024
<b>Хмара найуживаніших ключових слів:</b>	<b>Еволюція ключових напрямів досліджень:</b>		

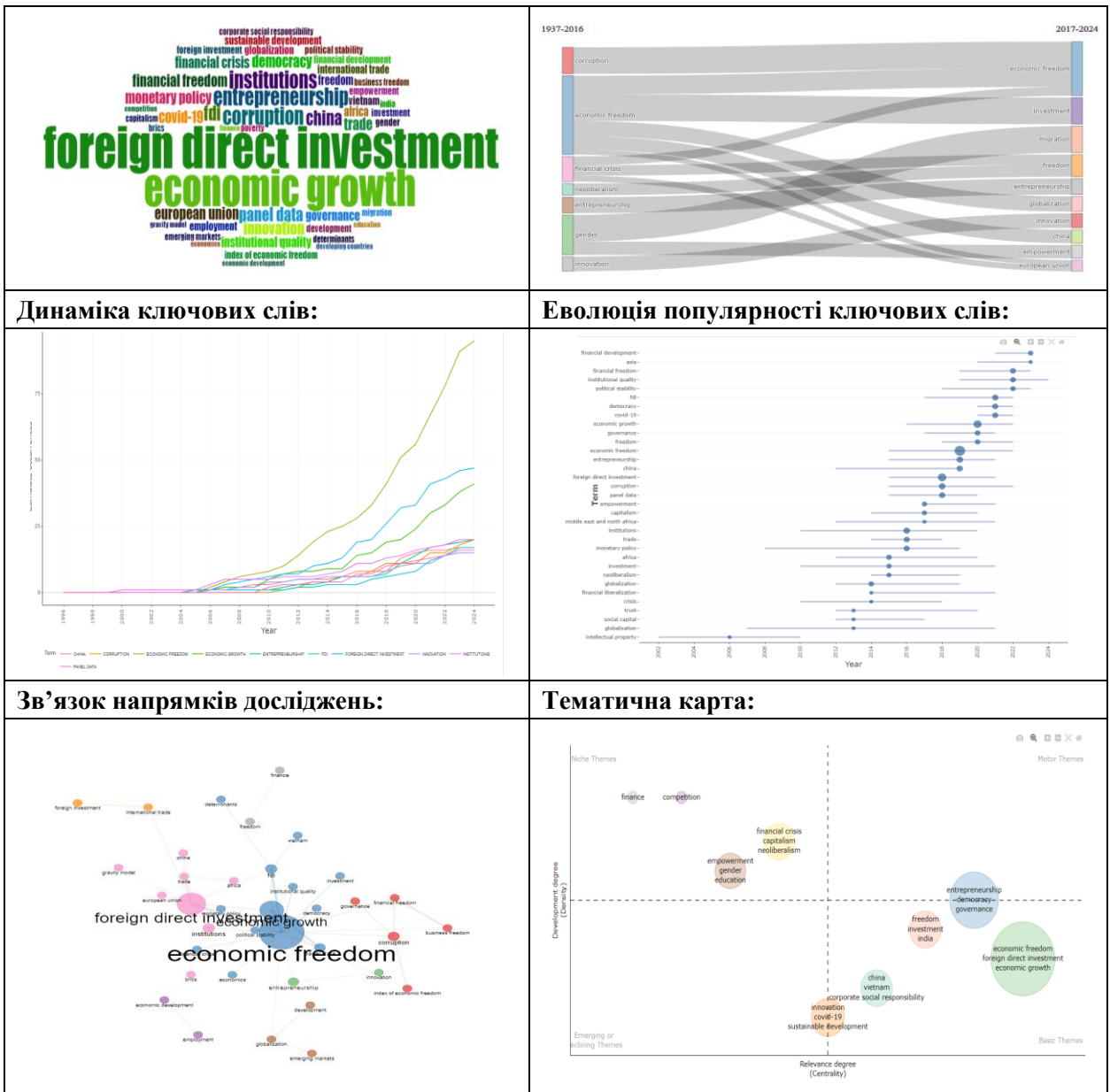


Рисунок 3.1.2 - Результати бібліометричного аналізу для безробіття як дестимулятора зміцнення людського капіталу та свобода бізнесу, свобода праці, грошова свобода, свобода торгівлі, свобода інвестицій, фінансова свобода

Джерело: складено автором за допомогою пакета Rstudio та програмного забезпечення Bibliometrix

<b>Програмний пакет</b>	Rstudio package and Bibliometrix software	<b>База</b>	Scopus
<b>Ключові слова за запитом</b>	(TITLE-ABS-KEY (absence AND from AND work AND due AND to AND personal AND health AND problem) OR TITLE-ABS-KEY (business AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (labor AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (monetary AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (trade AND freedom) AND TITLE-ABS-KEY (investment AND freedom) OR TITLE-ABS-KEY (financial AND freedom))		

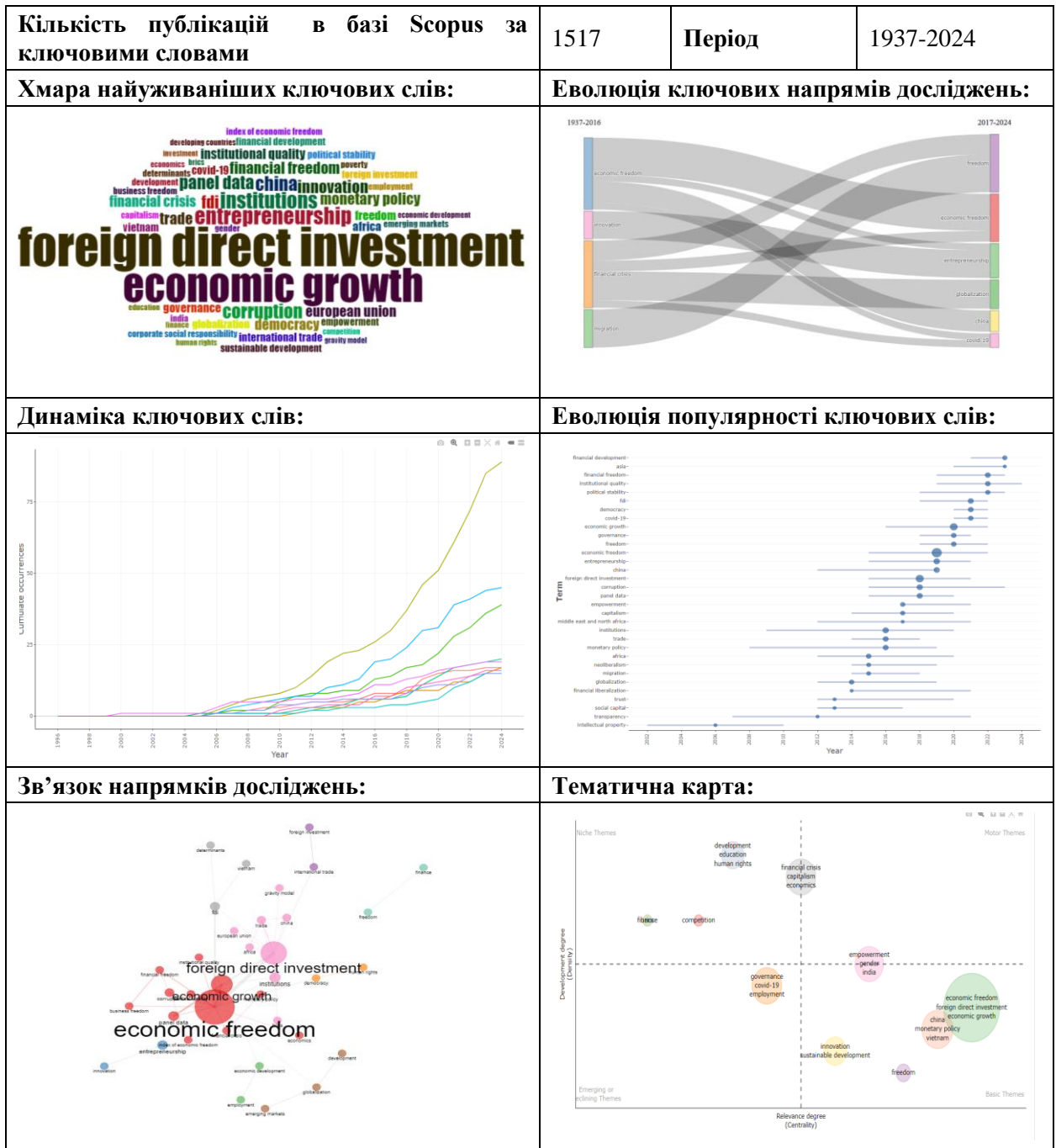


Рисунок 3.1.3 – Результати бібліометричного аналізу для Відсутність на роботі за станом здоров'я як дестимулятора зміцнення людського капіталу та свобода бізнесу, свобода праці, грошова свобода, свобода торгівлі, свобода інвестицій, фінансова свобода (разом)

Джерело: складено автором за допомогою пакета Rstudio та програмного забезпечення Bibliometrix

Аналіз результатів бібліометричного аналізу, представлених на рис. 3.1.1, 3.1.2 та 3.1.3, дозволяє зробити низку цікавих висновків.

В межах дослідження взаємозв'язку смертність та сукупності макроекономічних свобод (рис. 3.1.1) значне зростання кількості статей відбулося у 2006-2024, а аналіз еволюції популярності ключових слів засвідчив, що переважна більшість піків їх популярності припадає на період 2012- 2022. Найвища активність авторів, що досліджують зв'язок макроекономічних свобод та безробіття (рис. 3.1.2), припадає на 2013-2020. Найвища активність авторів, що досліджують макроекономічні свободи з урахуванням фактору Відсутність на роботі за станом здоров'я, припадає на 2012-2022.

Найуживанішими ключовими словами (кількість використань) є:

1) при дослідженні взаємозв'язку смертність та сукупності макроекономічних свобод: економічна свобода (89), прямі іноземні інвестиції (45), економічне зростання (39), підприємництво (20), інституції (19), Китай (17), корупція (17), панельні дані (16), ПІІ (15), інновації (15), covid-19 (14), європейський союз (14), фінансова свобода (14), монетарна політика (14), торгівля (14), демократія (13), фінансова криза (13), свобода (13), інституційна якість (12), Африка (11);

2) при дослідженні взаємозв'язку безробіття та сукупності макроекономічних свобод: економічна свобода (95), прямі іноземні інвестиції (47), економічне зростання (41), корупція (20), підприємництво (20), інституції (20), Китай (17), ПІІ (17), панельні дані (16), інновації (15), covid-19 (14), демократія (14), європейський союз (14), фінансова свобода (14), монетарна політика (14), торгівля (14), фінансова криза (13), управління (12), інституційна якість (12), Африка (11);

3) при дослідженні взаємозв'язку відсутності на роботі за станом здоров'я та сукупності макроекономічних свобод: економічна свобода (89), прямі іноземні інвестиції (45), економічне зростання (39), підприємництво (20), інституції (19), Китай (17), корупція (17), панельні дані (16), ПІІ (15), інновації (15), фінансова свобода (14), монетарна політика (14), торгівля (14),

демократія (13), європейський союз (13), фінансова криза (13), інституційна якість (12), Африка (11), свобода (11), управління (11).

Чітко видно, що ключові слова, знайдені за цими запитами, носять різноспрямований характер та описують широку область досліджень. Більшість з них є логічними та зрозумілими, але поява двох географічних назв у цих списках, зокрема, China та Africa, - дозволяють припустити, що цікавим напрямком подальших досліджень з обраної в цій статті проблематики було б проведення поглибленого аналізу на прикладі цих регіонів та з'ясування специфічних особливостей.

Так, зокрема, аналіз еволюції ключових напрямків досліджень щодо зв'язків всіх досліджуваних факторів людського капіталу з макроекономічними свободами, представлений на рис. 3.1.1, 3.1.2 та 3.1.3, засвідчив, що з напрямку «economic freedom», який був значущим у науці у 1937-2016, виокремився окремий напрямок - «China» у 2017-2024. Це свідчить про те, що дотримання макроекономічних свобод в Китаї – це суттєва проблема, на вирішенні якої концентрують свої зусилля вчені різних країн. З одного боку, з 1978 року, коли Китай запровадив економічні реформи, країна відзначилася вражаючим економічним зростанням, яке було досягнуте шляхом посилення ролі ринку та залучення іноземних інвестицій. Це принесло значний розвиток бізнесу та підприємництва в Китаї. Однак з іншого боку, китайська економіка залишається сильно контрольованою державою. Влада зберігає значний вплив на економічний сектор через державну власність, регулювання та інші механізми контролю. Це може обмежувати деякі аспекти економічної свободи, такі як свобода власності та свобода ринкової конкуренції. Індекс економічної свободи Heritage Foundation зазвичай відображає цей дихотомічний характер ситуації в Китаї. Незважаючи на те, що китайська економіка має значні досягнення, вона може отримувати низькі оцінки щодо рівнів макроекономічних свобод згідно з Heritage Foundation за категоріями, які стосуються державного втручання та рівня регулювання.

Напрямок досліджень «financial crisis», який на рис. 3.1.1, 3.1.2 та 3.1.3 зазначений як такий, що був популярним у 1937-2016, розділюється у 2017-2024 на декілька інших напрямків. Так, зокрема, на рис 1 видно, що похідними від нього стали такі напрямки як «freedom», «economic freedom» та «globalization». Це свідчить, що у контексті фінансових криз і глобалізації, економічні свободи можуть впливати на стабільність фінансової системи та здатність країни адаптуватися до змін у світовій економіці. Економічні свободи, фінансова криза та глобалізація є взаємопов'язаними явищами, які впливають на сучасну економіку. Фінансові кризи можуть виникати з різних причин, включаючи надмірне ризиковане кредитування, нестабільні фінансові ринки та неадекватне регулювання, що знижує економічні свободи. Глобалізація відноситься до процесу зростання економічної, соціальної та політичної інтеграції між країнами та регіонами світу. Вона сприяє зближенню ринків, збільшенню міжнародної торгівлі, зростанню іноземних інвестицій та обміну технологіями. Проте глобалізація також створює нові виклики, такі як більша конкуренція на світових ринках та ризик транскордонного розповсюдження криз, що висуває нові вимоги до ефективного регулювання та економічної політики країни, а також виникає потреба у спільних регулюючих механізмах різних країн.

В контексті дослідження впливу характеристик людського капіталу та макроекономічних свобод цікавим виявилось поєднання напрямів «freedom»/«economic freedom» та «migration» у 1937-2016 в один напрямок «freedom» у 2017-2024 (рис. 3.1.1 та 3.1.3). Це свідчить про те, що економічні свободи можуть створювати стимули для міграції, залежно від індивідуальних цілей та можливостей людей. Поняття «freedom» та «migration» пов'язані між собою через: (1) трудову міграцію (традиційно країни з вільним ринком створюють більше можливостей для заробітку, що приваблює мігрантів); (2) бізнес-міграцію, підприємці можуть бажати переселитися в країни з вищим рівнем економічних свобод (зі сприятливим бізнес-середовищем, низькими податками та мінімальними обмеження для запуску або розвитку бізнесу); (3)

інвестиційну міграцію, коли інвестори можуть шукати країни з високим рівнем економічних свобод для вкладення своїх коштів; (4) фінансову міграцію, для захисту фінансових активів від політичних та економічних ризиків.

Цікавим фактом є те, що дослідження за 1937-2016 за напрямком «corruption», еволюціонували у 2017-2024 в тематику «economic freedom» (рис. 3.1.2). Розвинуті економічні свободи можуть допомогти зменшити рівень корупції: (1) чим більші економічні свободи і транспарентність, тим менше можливостей для корупції, оскільки дії державних службовців стають більш видимими і піддані більшому громадському контролю; (2) економічні свободи сприяють розвитку правової системи, що може стати перешкодою для корупційних схем; (3) здорова конкуренція, що часто виникає в умовах економічних свобод, може зменшувати корупцію, оскільки підприємства та організації віддають перевагу інноваціям і ефективності, а не взаємним домовленостям. Тому, боротьба з корупцією і забезпечення економічних свобод взаємопов'язані і важливі для стабільного розвитку суспільства.

В контексті дослідження зв'язків між безробіттям та макроекономічними свободами цікавим виявилось виділення в сукупності досліджень за 1937-2016 (рис. 3.1.2) за напрямком «economic freedom», «безробіття» з 2017-2024 окремих напрямків: «economic freedom», «investment», «globalization», «China» та «European union». Країни з високим рівнем економічних свобод, такі як західні демократії, зазвичай мають стабільнішу правову систему, що забезпечує захист прав власності та контрактів та, в свою чергу - стимулює інвесторів вкладати свої кошти в ці країни. Економіка Китаю все більше стає окремим напрямом досліджень, адже в Китаї політичні та соціальні чинники грають ключову роль у визначенні економічної політики та регулюванні ринків. Не зважаючи на великий обсяг робочої сили в Китаї, сектори та регіони цієї країни можуть зазнавати великих відмінностей у рівнях безробіття через економічні коливання та перехідні процеси у китайській економіці. European union є складною економічною та

політичною структурою, спільна політика якої здійснює значний вплив на рівень безробіття та економічних свобод країн-членів (це є цікавим напрямком для продовження досліджень).

В контексті дослідження зв'язків між безробіттям та макроекономічними свободами цікавим виявилось, що дослідження, які велися у період 1937-2016 за з ключовим словом «gender», змінили свій напрям у 2017-2024 на «empowerment» та «migration». Розширення прав людини, включаючи права жінок, мігрантів та інших груп, впливає на більш широкую соціальну та економічну справедливість, адже може включати доступ до робочих місць, освіти та медичних послуг, що сприяє їхньому інтегруванню та сприяє соціальному та економічному розвитку. Не дарма інклюзія жінок в ринок праці оцінюється в індексі трудових свобод.

Дослідження, що велись у період 1937-2016 роки за напрямком «economic freedom», з врахуванням фактору Відсутність на роботі за станом здоров'я (рис. 3.1.3), розділились у 2017-2024 на 4 окремі напрямки: «economic freedom», «entrepreneurship», «china» та «covid-19». Вплив пандемії Covid-19, під час якої багатьма державами були запровадженні обмеження на пересування, запроваджені режими віддаленого робочого місця набув популярності в цей період. Економічні свободи, такі як свобода утворення підприємств, свобода конкуренції, свобода власності та низький рівень регулювання, стимулюють «підприємництво» та створення нових бізнесів. Підприємництво є одним з основних джерел створення робочих місць у суспільстві, враховуючи що базою підприємництва є розвиток малих та середніх підприємств, які є основою економічної активності та забезпечують значну кількість робочих місць

Зміни в дослідженнях, що велись у період 1937-2016 (рис. 3.1.3) з ключовим словом «financial crisis», розділились у 2017-2024 на 4 напрямки: «economic freedom», «freedom», «globalization» та «covid-19». Виникнення криз в зв'язку з обмеженнями запровадженими під час пандемії Covid-19, обмеженням свобод привертало увагу науковців в зазначений період.



Аналіз тісноти зв'язків ключових слів та тематичних карт (рис. 3.1.1, 3.1.2 та 3.1.3) засвідчує, що такі ключові слова як «economic freedom», «economic growth» та «foreign direct investment» мають сильний зв'язок між собою, крім того вони тісно пов'язані з іншими ключовими словами. Слід зазначити, що ці ключові слова є базовими в обраній тематиці досліджень. Також до базових ключових слів відносяться «innovation», «covid-19» та «freedom». До групи популярних ключових слів, що визначають підтематики досліджень відносяться наступні: «entrepreneurship», «globalization», «developing countries», «empowerment», «development» та «gender».

Людський капітал як категорія стосується навичок, знань і здібностей людей, які мають відношення до економічних процесів підприємства чи країни. Макроекономічні свободи формують образ існування країни де окремі особи та підприємства мають право приймати вільно та самостійно економічні рішення без втручання уряду чи інших зовнішніх факторів. Економічне зростання та розвитку країни та світу не можливе без присутності зв'язку між використанням людського капіталу та макроекономічними свободами в країні.

По-перше, економічне зростання та підвищення показників продуктивності неможливо без добре освіченої та кваліфікованої робочої сили. Внесок людей зі знаннями та навичками, необхідними для ефективного виконання своєї роботи не можливо оцінити, вони виконують значний об'єм роботи, розвивають економіку та допомагають підприємствам впроваджувати інновації та конкурувати на ринку. Дані дії призводять до підвищення рівня економічного виробництва в країні та підвищення рівня життя суспільства в цілому [220].

По-друге, без високих показників макроекономічних свобод важко створити середовище, яке сприятиме ефективному використанню людського капіталу. Так, економічна свобода дозволяє підприємствам проводити інвестування в навчання та розвиток своїх працівників, що допомагає підвищити рівень кваліфікації та знання робочої сили. Крім того, показники економічної свободи дають змогу людям знаходити підприємницькі

можливості та відкривати власний бізнес, який створює нові робочі місця та сприяти економічному зростанню країни[219].

Загалом, показники в макроекономічних свобод в країні та людський капітал формують тісний нерозривний зв'язок, тим самим підсилюють один одного. Кваліфікована робоча сила, яка до того добре освічена має важливе значення для стимулювання й формування економічного зростання країни, та без необхідного рівня показників макроекономічні свободи не створити необхідні умови для процвітання людського капіталу і підприємств.

Ключовим фактором економічного зростання є знання, навички та кваліфікації працівників сформовані в єдину сутність людський капітал. Так отримавши якісну освіту люди, розвивають сформовані навички та використовують їх у виробництві на підприємствах, що сприяє підвищенню показників продуктивності праці, відповідно, збільшенню виробництва товарів і послуг. Показники макроекономічних свобод, такі як свобода підприємництва, свобода ринку праці і свобода обміну, сприяють розвитку показників людського капіталу, дозволяючи розкрити потенціал кожного індивіда тим самим сприяючи інноваціям та зростанню показників ефективності в економіці.

Людський капітал маючи високий рівень освіти і навичок у працівників, створює необхідні умови для економіки країни щоб воно ставала більш конкурентоспроможною на міжнародному ринку. Так як, висококваліфікована робоча сила дозволяє ефективно конкурувати на глобальному ринку, створюючи продукти і послуги високої якості. В той час показники макроекономічні свободи сприяють розвитку інновацій в виробництві та створенню нових підприємств, що дозволяє економіці країни адаптуватися до бурхливого глобального ринку та змін у міжнародному середовищі.

Зростання показників людського капіталу в країні сприяє соціо-економічному розвитку та зменшенню нерівності в середні суспільства. Люди які отримали достатній рівень освіти та навичок мають більше можливостей для виходу з бідності і підвищення свого соціального статусу.

Макроекономічні свободи забезпечують рівноправний доступ усіх громадян до різноманітних можливостей для розвитку та підвищення економічного статусу.

Ефективний підхід до використання людського капіталу є запорукою стабільності економіки через зменшення показників безробіття, підвищення рівня доходів населення та покращення загального благополуччя суспільства. Макроекономічні свободи сприяють вище означеним покращенням за рахунок стабільної політики цін, фінансової стабільності і правової держави, та є важливими для забезпечення стабільного розвитку економіки.

Під фактори показника макроекономічної свободи, такі як свобода інвестицій та фінансова стабільність, є запорукою залученню інвестицій у сферу освіти та розвитку навичок. Забезпечують людям доступ до якісної освіти та навчальних ресурсів, й покращують рівень людського капіталу в економіці країни [221].

Свобода ринку праці та конкуренція, стимулюють створення робочих місць та підвищення рівня зайнятості. Так, люди використовують продуктивно свої знання та навички на практиці, що призводить до подальшого розвитку людського капіталу країни. Захист прав власності та свобода підприємництва, надають необхідне підґрунтя до інновацій та розвитку нових технологій. Що призводить до зростання якості людського капіталу через поширення знань та розвиток нових навичок, необхідних для роботи з новими технологіями.

Макроекономічні свободи надають без бар'єрний доступ до різноманітних ресурсів та можливостей таких як навчання провідним методам поліпшення стану та отримання знань для розвитку людського капіталу. Так, ефективна система соціального захисту та доступ до медичних послуг підтримують здоров'я та добробут працівників на належному рівні, що впливає на їхню продуктивність та ефективність на робочому місці [222].

Поняття людського капіталу та макроекономічні свободи взаємопов'язані і впливають один на одного, сприяючи економічному

зростанню, конкурентоспроможності, соціальному розвитку та стабільності на підприємствах, суспільстві та країні в цілому.

Також, показники макроекономічної свободи впливають на розвиток людського капіталу через стимулювання інвестицій у освіту та навички людей, підвищення зайнятості, підтримку введення нових інновацій та підприємництва в цілому, а також забезпечення доступу до ресурсів та можливостей росту людського капіталу. Це, в свою чергу, сприяє економічному зростанню, підвищенню конкурентоспроможності та соціальному розвитку [223].

Окрім взаємозв'язку між людським капіталом та макроекономічними свободами, ефективне використання людського капіталу також залежить від наявності сприятливого інституційного середовища в країні.

Це включає в себе верховенство права, тобто захист прав власності, дотримання контрактів та ефективна судова система, що створюють довіру та стабільність, необхідні для залучення інвестицій в освіту та розвиток навичок населення країни.

Політична стабільність в країні та регіоні, відсутність корупції та ефективне управління є запорукою розвитку людського капіталу, забезпечуючи прозорість та передбачуваність для особистостей та компаній. Так створена сучасна соціальна інфраструктура, надає вільний доступ до якісної охорони здоров'я, транспорту та інших послуг які підтримують здоров'я та добробут населення, покращуючи показники його продуктивності та здатність до навчання новим передовим практикам [224].

Незважаючи на важливість людського капіталу та макроекономічних свобод для країни та суспільства, існують певні виклики, які перешкоджають їх ефективному розвитку та використанню. Це віражаться в нерівності в доступі до освіти, не всі люди в країні мають рівні можливості для отримання якісної освіти необхідної для розвитку навичок, що призводить до соціальної нерівності та обмеження економічного зростання економіки країни.

Існує тенденція щодо відтоку мізків, це процес коли кваліфіковані працівники емігрують до країн з кращими економічними можливостями, що призводить до втрати накопиченого людського капіталу в країнах походження. Ще одним викликом постає швидкий розвиток технологій, який призводить до повної або частинної автоматизації робочих місць та кардинальної зміни вимог до навичок особистості, даний процес вимагає постійного навчання та адаптації до ситуації в світі [225].

Ефективне використання людського капіталу та постійне економічне зростання країни потребує, інвестування в якісну освіту та розвиток навичок людей, це включає забезпечення рівноправного доступу до освіти, покращення якості вже впроваджених навчальних програм та розвиток новітніх програм професійної підготовки та перепідготовки.

Ефективне використання людського капіталу та макроекономічні свободи є взаємопов'язаними та важливими факторами економічного зростання країни, соціального розвитку та підвищення добробуту населення. Створення сприятливого інституційного середовища, подолання викликів та використання можливостей дозволить країнам розкрити свій людський потенціал та забезпечити сталий економічний розвиток.

### **3.2. Економіко-математичне моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки.**

Категорія здоров'я має широке представлення в сучасному світі. Здоров'я розглядається як стан повного фізичного, психічного та соціального добробуту, а не просто відсутність хвороб або недуг. Здоров'я людини впливає на всі сфери її життя, включаючи роботу, навчання, особисті стосунки та загальну якість життя.

Категорія національної економіки також має значне значення в сучасному світі. Національна економіка – це система, яка організовує виробництво, обмін та розподіл товарів і послуг. Національна економіка впливає на життя людей, надаючи їм робочі місця, товари та послуги.

Взаємозв'язок між категоріями здоров'я та національної економіки є складним і багатогранним. З одного боку, здоров'я людей впливає на положення національної економіки. Здорові люди більш працездатні, продуктивні та креативні. Вони рідше хворіють, що веде до зменшення витрат на лікарняні та інші медичні послуги. Здорові люди також є більш лояльними працівниками та клієнтами.

З іншого боку, національна економіка також впливає на здоров'я людей. Умови праці, рівень стресу, доступ до медичного обслуговування – все це впливає на здоров'я працівників. Також присутній значний вплив на здоров'я людей, національної економіки через свої продукти та послуги. Наприклад, виробництво та продаж нездорової їжі та алкоголю призводить до зростання рівня хронічних захворювань.

Питання присутності взаємозв'язків між категоріями здоров'я та національної економіки не досліджено повною мірою. Необхідність проведення досліджень в даній тематиці обумовлює актуальність даної проблеми.

Запропоновано перевірити чотири гіпотези, що розглядають наявність та розміри впливів коефіцієнтів інтегральних показників здоров'я та національної економіки в різних випадках. Гіпотеза Н1 – чи існує та яке має значення впливу інтегрального показника національної економіки на інтегральний показник здоров'я. Гіпотеза Н2 – чи існує та яке має значення впливу інтегрального показника здоров'я на інтегральний показник національної економіки. Гіпотеза Н3 – чи присутні статистичні докази впливу складових інтегрального показника національної економіки на інтегральний показник здоров'я, та які вони мають значення коефіцієнтів впливу. Гіпотеза Н4 – присутні статистичні докази впливу складових інтегрального показника здоров'я на інтегральний показник національної економіки, та які вони мають значення коефіцієнтів впливу.

Інтегральний показник здоров'я та інтегральний показник національної економіки – це два важливі інструменти, які допомагають у прийнятті кращих рішень на макро- та мікрорівнях держави.

Важливість побудови інтегрального показника здоров'я та інтегрального показника національної економіки полягає в наступних ключових причинах: це отримання цілісного уявлення про загальний стан здоров'я населення, враховуючи різні фактори, такі як очікувана тривалість життя, рівень смертності, безпеки охорони здоров'я, нерівності в житті, доступність навчання тощо [175]. Також інтегральний показник повинен допомагати у визначенні пріоритетних напрямків для покращення здоров'я населення, наприклад, інвестування в профілактику захворювань, покращення доступу до медичної допомоги тощо. Це наочний показник стану медичної сфери в країні в порівнянні з іншими країнами [176].

Своєю чергою інтегральний показник національної економіки дає уявлення про загальний стан економіки країни, враховуючи такі фактори, як податковий тягар, індекс свободи ведення бізнес, свободи праці, ВВП та ВНД тощо. Допомагає у визначенні пріоритетних напрямків для покращення

національної економіки, наприклад, зниження податків, спрощення регулювання, інвестування тощо.

Побудова інтегрального показника здоров'я та інтегрального показника національної економіки - це складний процес, який потребує ретельного вибору та обробки даних, а також врахування різних факторів. Проте, це дуже важливий процес, який допоможе у прийнятті кращих рішень, покращенні здоров'я населення та стимулюванні економічного зростання.

Так, інтегральний показник - це узагальнений показник, який використовується для комплексної характеристики певного явища, процесу або об'єкта. Він об'єднує в собі множину окремих показників, які дають уявлення про різні аспекти досліджуваного об'єкта. Також це зазвичай число або метрика, що узагальнює декілька різних показників чи параметрів у велику загальну оцінку або рейтинг. Отримане значення допомагає спростити аналіз складних систем та процесів, консолідує інформацію з різних джерел в один числовий показник [177].

Інтегральні показники використовуються в різних сферах, таких як: Економіка, для оцінки фінансового стану підприємства, конкурентоспроможності країни, рівня життя населення тощо. Соціологія, для вивчення суспільних явищ, таких як рівень бідності, рівень освіти, якість життя тощо. Екологія, для оцінки стану довкілля, рівня забруднення тощо. Техніка, для оцінки якості продукції, надійності роботи машин та обладнання тощо [178].

Отже, побудувавши два інтегральні показники для змінних пов'язаних зі здоров'ям та національною економікою, вони продемонструють зв'язок між ними та зв'язок складових національної економіки з інтегральним показником здоров'я й обернену ситуацію. Для побудови інтегрального показника здоров'я використано наступні показники за 2021 рік: Смертність за віком і статтю (T1) в даному випадку обрано дані по всім смертям та віку та обох статей, вимірюється в одинцях [179]. Global Health Security Index (T2) Глобальний індекс безпеки охорони здоров'я (GHS) це перша комплексна



оцінка та порівняльний аналіз безпеки охорони здоров'я та відповідних можливостей. Він визначається числом від 0 до 100 [180]. Human Development Index (Т3) зведений індекс, що вимірює середні досягнення в трьох основних вимірах людського розвитку довге та здорове життя, знання та гідний рівень життя, вимірюється в числові значення. Він визначається числом від 0 до 1 [140]. Очікувана тривалість життя при народженні (Т4) це демографічний показник, що показує усереднений очікуваний інтервал між народженням та смертю для певного покоління, вимірюється в роках [181]. Середня тривалість навчання в школі (Т5), вимірюється в роках [140]. Коефіцієнт Джині (Т6) – це показник, що характеризує ступінь нерівності розподілу доходів, зарплат, або будь-якої іншої характеристики серед населення країни чи регіону. Він визначається числом від 0 до 100 [140]. Коефіцієнт нерівності людей (Т7) визначається як середня нерівність у трьох основних вимірах людського розвитку. Він визначається числом від 0 до 100 [140]. Індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність (Т8) це показник, який використовується для вимірювання очікуваної тривалості життя людей у країні з урахуванням нерівності у розподілі здоров'я та багатства. Він визначається числом від 0 до 1 [140]. Індекс освіти з поправкою на нерівність (Т9) це показник, який використовується для оцінки рівня освіти в країні з урахуванням нерівності у доступі до освіти. Він визначається числом від 0 до 1 [140]. Індекс доходів з поправкою на нерівність (Т10) це показник, який використовується для вимірювання рівня нерівності у розподілі доходів у країні. Він враховує не лише середній дохід, а й ті, як доходи розподілені між різними групами населення. Він визначається числом від 0 до 1 [140].

Таким чином в згортку інтегрального показника людського капіталу увійшли показники, що дають комплексне уявлення про стан справ людського капіталу завдяки поєднанню показників знань, навичок, професійних кваліфікацій, досвіду та особистих якостей, що накопичуються протягом життя, використовуються для створення економічної цінності та покращення якості власного життя.

Включає показники, що оцінюють нерівність у доступі до ресурсів та можливостей до розвитку. Та дає більш точне уявлення про взаємозв'язки між різними аспектами розвитку людського капіталу.

Інтегральний показник, що характеризує національні економіки країн світу, запропоновано визначити для 38 країн на основі таких макропоказників: Податковий тягар (B1) це міра, що показує, наскільки податки впливають на економіку країни. Він розраховується як сума всіх податків, сплачених як фізичними, так і юридичними особами, в процентах від ВВП. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Індекс свободи ведення бізнесу (B2) оцінює, наскільки нормативно-правова та інфраструктурна система країни ускладнює ведення бізнесу. Цей індикатор розраховується на основі сукупності факторів, що впливають на простоту відкриття, ведення та закриття підприємства. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Свобода праці (B3) це числова величина, що описує ступінь свободи на ринку праці певної країни. Він враховує різні аспекти законодавства та нормативних актів, які стосуються трудових відносин. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Грошова свобода (B4) вимірює рівень інфляції з оцінкою різноманітних дій уряду, які спотворюють ціни. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Свобода торгівлі (B5) це комплексний показник, що характеризує ступінь тарифних та нетарифних бар'єрів, що впливають на імпорт та експорт товарів та послуг. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Свобода інвестицій (B6) це фундаментальне право людей вільно вкладати свої кошти в активи та підприємства, на свій розсуд, без надмірного державного втручання. Визначається числом від 0 до 100 [162]. Фінансова свобода (B7) це показник ефективності банківської діяльності та показник незалежності від державного контролю та втручання у фінансовий сектор. Визначається числом від 0 до 100 [162]. ВВП та основні компоненти (B8) це загальна вартість усіх кінцевих товарів і послуг, вироблених в країні протягом певного періоду, вимірюються в млн євро [182]. Валовий національний дохід на душу населення (B9) це

загальний дохід, який отримує країна за рахунок своєї економічної діяльності та власності на фактори виробництва, вимірюються в одиницях доларів [183].

Зібрані вхідні данні по 38 країнам світу налічують в собі 18 показників за 2021 рік. В аналіз приймають участь наступні країни: Албанія, Австрія, Азербайджан, Бельгія, Болгарія, Хорватія, Кіпр, Чехія, Данія, Естонія, Фінляндія, Франція, Грузія, Німеччина, Греція, Угорщина, Ісландія, Ірландія, Італія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Чорногорія, Нідерланди, Північна Македонія, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Іспанія, Швеція, Швейцарія, Туреччина, Україна.

Оскільки дані вхідні показники мають різні виміри їх потрібно нормалізувати. Для нормування використовуємо формулу 2.2.1.

На отриманих нормованих значеннях проводяться додаткові обчислення в програмному забезпеченні Statistica 12 для отримання вагових коефіцієнтів змінних. Для цього використовується методика головних компонентів, доступна в модулі "Multivariate Exploratory Techniques" програмного забезпечення Statistica 12, конкретно підпункт "Principal Components&Classification Analysis". На цьому етапі будується максимально можлива кількість власних значень кореляційної матриці, і обчислюються внески змінних, що базуються на кореляціях.

Кількість найсуттєвіших факторів визначена за допомогою правила Кайзера [184]. Вибираються лише ті власні значення впливових факторів кореляційної матриці, які перевищують 1. Наступним кроком є вибір кількості факторів змінних внесків, яка відповідає кількості впливових факторів кореляційної матриці.

Вагові коефіцієнти обчислюються для кожного вхідного показника, використовуючи власні значення впливових факторів з кореляційної матриці та внески факторів змінних за допомогою середньої зваженої формули (3.2.1).

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ji} \cdot \sigma_i^2}{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}, \quad (3.2.1)$$

Де  $w_j$  – коефіцієнт вагомості за  $j$ -м індикатором,  $F_{ji}$  –  $j$ -те значення факторного навантаження показника  $i$ -го фактору,  $i = \overline{1, n}$ ;  $\sigma_i^2$  – значення дисперсії  $i$ -го фактору,  $i = \overline{1, n}$ .

Спосіб перевірки правильності обчислених вагових коефіцієнтів - це перевірка суми цих коефіцієнтів, яка повинна дорівнювати 1.

Для отримання інтегрального показника застосовується формула (3.2.2):

$$I_{ij} = \sum X_{ij} \cdot w_j \quad (3.2.2)$$

Де  $I_{ij}$  – інтегральний показник, де  $X_{ij}$  нормоване значення  $i$ -го показника стимулятора/дестимулятора,  $w_j$  – коефіцієнт вагомості за  $j$ -м індикатором,

За допомогою даної методології побудуємо інтегральний показник здоров'я (int\_z) та інтегральний показник бізнесу (int\_n).

В таблиці 1 представлено вхідні данні, що мають зв'язок та вплив на категорію здоров'я та використані для побудови для інтегрального показника здоров'я.

Таблиця 3.2.1. Вхідні данні щодо показників стану здоров'я.

Code	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALB	30507	45	0,796	76,463	11,286	30,800	10,768	0,810	0,682	0,649
AUT	91962	56,9	0,916	81,580	12,257	30,200	6,904	0,917	0,832	0,808
AZE	76878	34,7	0,745	69,366	10,543	26,500	7,916	0,673	0,700	0,683
BEL	112331	59,3	0,937	81,879	12,376	27,200	6,587	0,918	0,859	0,848
BGR	148995	59,9	0,795	71,798	11,413	40,300	11,372	0,756	0,721	0,633
HRV	62712	48,8	0,858	77,580	12,191	28,900	6,984	0,853	0,791	0,751
CYP	7202	41,9	0,896	81,203	12,440	31,200	8,399	0,917	0,768	0,781
CZE	139891	52,8	0,889	77,728	12,869	25,300	4,378	0,860	0,868	0,821
DNK	57152	64,4	0,948	81,375	12,960	27,700	5,187	0,916	0,909	0,870
EST	18587	55,5	0,89	77,144	13,548	30,800	6,648	0,853	0,876	0,763
FIN	57659	70,9	0,94	82,038	12,874	27,700	5,224	0,928	0,907	0,839
FRA	661779	61,9	0,903	82,499	11,610	32,400	8,485	0,925	0,762	0,797
GEO	59906	52,6	0,802	71,694	12,822	34,500	11,412	0,743	0,836	0,566
DEU	1023687	65,5	0,942	80,630	14,091	31,700	6,177	0,901	0,917	0,833
GRC	143923	51,5	0,887	80,111	11,409	33,100	10,663	0,891	0,777	0,714
HUN	156131	54,4	0,846	74,530	12,250	30,000	6,370	0,806	0,802	0,767
ISL	2333	48,5	0,959	82,678	13,767	26,100	4,556	0,945	0,938	0,864
IRL	34292	55,3	0,945	81,998	11,582	30,600	6,162	0,927	0,856	0,877
ITA	701346	51,9	0,895	82,850	10,740	35,200	11,221	0,940	0,727	0,724
LVA	34600	61,9	0,863	73,579	13,253	34,500	7,962	0,790	0,872	0,722
LTU	47746	59,5	0,875	73,720	13,498	35,300	8,316	0,791	0,870	0,744
LUX	4489	48,4	0,93	82,629	13,015	34,200	8,413	0,926	0,794	0,833
MLT	4163	40,2	0,918	83,777	12,210	31,000	7,426	0,950	0,829	0,776
MNE	9152	44,1	0,832	76,343	12,176	36,800	9,011	0,847	0,760	0,670
NLD	170972	64,7	0,941	81,687	12,582	29,200	6,698	0,917	0,875	0,842
MKD	28 516	42,2	0,77	73,842	10,228	33,000	10,647	0,792	0,659	0,619

## Продовження таблиці 3.2.1.

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOR	42 002	60,2	0,961	83,234	13,004	27,700	5,435	0,948	0,912	0,866
POL	519517	55,7	0,876	76,457	13,165	30,200	6,831	0,834	0,845	0,770
PRT	124802	54,7	0,866	81,044	9,576	32,800	10,570	0,909	0,685	0,741
ROU	335527	45,7	0,821	74,185	11,275	34,800	10,409	0,793	0,729	0,682
SRB	136622	45	0,802	74,192	11,370	34,500	9,933	0,799	0,723	0,647
SVK	73461	54,4	0,848	74,910	12,911	23,200	5,169	0,805	0,819	0,787
SVN	23261	67,8	0,918	80,690	12,804	24,400	4,371	0,908	0,898	0,829
ESP	449149	60,9	0,905	83,010	10,605	34,300	12,643	0,941	0,717	0,725
SWE	91958	64,9	0,947	82,983	12,610	29,300	6,417	0,944	0,885	0,830
CHE	71192	58,8	0,962	83,987	13,860	33,100	6,900	0,954	0,902	0,830
TUR	566485	50	0,838	76,032	8,633	41,900	14,196	0,811	0,680	0,667
UKR	714263	38,9	0,773	71,624	11,131	25,600	5,967	0,748	0,758	0,675

Джерело: розроблено автором на основі [140,179,180, 181]

В таблиці 3.2.2 представлено вхідної вибірки даних, котрі мають зв'язок з категорію національної економіки.

Таблиця 3.2.2 Вхідні данні для інтегрально показника національної економіки.

Code	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ALB	89	66,1	51,6	82	82,8	70	70	15157,4	14131,11
AUT	45,7	72,6	68,4	81,7	84	90	70	405241,4	53618,67
AZE	88,1	80,5	65,9	73,2	68	70	60	50310,	14256,74
BEL	46,5	80,1	61,1	82	84	85	70	507929,6	52293,4
BGR	93,9	62,9	68,5	85,2	84	70	60	71060,1	23078,96
HRV	79	56,2	43,6	78,7	84	75	60	58455,1	30132,29
CYP	80,2	76,1	60,5	85	84	75	60	24927,6	38188,42
CZE	79,1	68,8	77,1	79,7	84	70	80	238249,5	38745,21
DNK	43,7	88,8	73,8	84,5	84	90	80	342961,7	60364,79
EST	81	72,7	57,8	79,7	84	90	70	31169,0	38048,26
FIN	68	85,8	50,5	83,3	84	85	80	250664,0	49452,17
FRA	50,7	80,2	44,8	77,3	84	75	70	2502118,0	45937,05
GEO	89,1	84,9	76,7	76,7	86	80	70	17220,0	14664,17
DEU	60,4	82,4	53	77,2	84	80	70	3617450,0	54534,22
GRC	59,9	75,8	49,8	80	84	55	50	181500,4	29002,49
HUN	83,6	59,9	64,8	78,8	84	80	70	153963,3	32789,01
ISL	72,4	83,6	62	79,4	86,8	80	70	21647,7	55782,05
IRL	76,6	81,5	76,1	84,4	84	90	70	434069,7	76168,98
ITA	58,1	68,1	50,5	84,2	84	80	50	1821934,6	42839,51
LVA	76,7	76,5	73,8	79,6	84	85	60	33348,9	32803,23
LTU	84,6	73,1	74,4	80,1	84	70	70	56478,1	37931,3
LUX	63,4	66,1	45,9	76,5	84	95	80	72360,9	84649,47
MLT	68,6	67,6	61,8	77,1	84	85	60	15327,3	38884,46
MNE	83,6	73,5	78	83,4	79,4	75	50	4955,1	20838,8
NLD	51,7	80,5	60,1	80,4	84	90	80	870587,0	55979,41
MKD	94,9	77,8	65,2	78,7	77,4	65	60	11834,7	15917,75
NOR	57,1	85,5	57,8	75,4	84	75	60	425445,6	64660,11
POL	73,9	61,6	66,1	80,8	84	80	70	576382,6	33033,96
PRT	60	75,9	44,1	85	84	70	60	216053,2	33154,53
ROU	94,3	59,7	63,6	77,7	84	70	50	241611,3	30027,29
SRB	92,5	71	67,3	81,1	77,2	70	50	53345,3	19123,03
SVK	78,4	55,6	52,2	74,8	84	75	70	100255,7	30690,49

## Продовження таблиці 3.2.2.

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SVN	58,2	78,8	61,5	81,9	84	70	50	52278,8	39746,02
ESP	61,7	66,3	57,9	83,5	84	85	70	1222290,0	38353,6
SWE	43,6	83,2	53,9	81,5	84	85	80	540734,0	54489,37
CHE	70,4	73,6	72,5	85,4	86	85	90	687568,4	66933
TUR	73,2	68,5	48,8	65,4	76	70	60	690246,0	31032,8
UKR	88,7	63,5	48,7	65,8	79,2	35	30	184220	13255,51

Джерело: розроблено автором на основі [162,182,183]

Нормовані показники категорії здоров'я представлено в таблиці 3.2.3.

Таблиця 3.2.3. Нормовані показник здоров'я.

Code	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
ALB	0,465	0,148	0,020	0,038	0,149	0,493	0,822	0,011	0,023	0,036
AUT	0,513	0,606	0,750	0,732	0,475	0,452	0,468	0,742	0,550	0,745
AZE	0,501	0,026	0,003	0,000	0,048	0,231	0,576	0,000	0,037	0,085
BEL	0,529	0,705	0,877	0,777	0,525	0,267	0,434	0,756	0,715	0,899
BGR	0,558	0,727	0,020	0,001	0,179	0,928	0,857	0,001	0,062	0,023
HRV	0,490	0,258	0,214	0,090	0,447	0,367	0,476	0,094	0,295	0,377
CYP	0,446	0,089	0,567	0,666	0,552	0,520	0,625	0,744	0,187	0,584
CZE	0,551	0,420	0,495	0,101	0,718	0,178	0,229	0,135	0,763	0,810
DNK	0,486	0,859	0,918	0,697	0,748	0,295	0,296	0,736	0,903	0,942
EST	0,455	0,543	0,505	0,064	0,889	0,493	0,440	0,098	0,797	0,460
FIN	0,486	0,953	0,890	0,800	0,720	0,295	0,299	0,839	0,898	0,874
FRA	0,865	0,794	0,636	0,854	0,233	0,601	0,634	0,816	0,164	0,686
GEO	0,488	0,411	0,026	0,001	0,702	0,727	0,859	0,000	0,577	0,004
DEU	0,953	0,882	0,898	0,554	0,953	0,554	0,391	0,562	0,921	0,856
GRC	0,554	0,364	0,474	0,446	0,177	0,646	0,815	0,438	0,224	0,181
HUN	0,564	0,493	0,142	0,008	0,472	0,439	0,411	0,009	0,360	0,491
ISL	0,443	0,248	0,947	0,871	0,921	0,213	0,243	0,928	0,953	0,933
IRL	0,468	0,534	0,909	0,794	0,224	0,480	0,390	0,831	0,699	0,953
ITA	0,879	0,381	0,557	0,887	0,065	0,764	0,849	0,909	0,072	0,227
LVA	0,468	0,794	0,250	0,004	0,830	0,727	0,580	0,004	0,779	0,217
LTU	0,478	0,713	0,354	0,004	0,881	0,769	0,617	0,004	0,770	0,336
LUX	0,444	0,244	0,842	0,867	0,765	0,711	0,627	0,827	0,314	0,857
MLT	0,444	0,067	0,765	0,944	0,455	0,507	0,524	0,941	0,534	0,549
MNE	0,448	0,128	0,085	0,034	0,441	0,833	0,685	0,072	0,157	0,061
NLD	0,575	0,866	0,894	0,749	0,610	0,386	0,446	0,751	0,791	0,884
MKD	0,463	0,094	0,007	0,004	0,028	0,639	0,814	0,004	0,013	0,016
NOR	0,474	0,738	0,951	0,915	0,762	0,295	0,319	0,937	0,910	0,936
POL	0,803	0,553	0,364	0,037	0,808	0,452	0,460	0,039	0,632	0,509
PRT	0,539	0,507	0,274	0,636	0,010	0,627	0,809	0,662	0,025	0,318
ROU	0,695	0,165	0,055	0,006	0,147	0,743	0,798	0,005	0,075	0,083
SRB	0,548	0,148	0,026	0,006	0,168	0,727	0,763	0,007	0,065	0,033
SVK	0,499	0,493	0,152	0,011	0,732	0,109	0,294	0,009	0,466	0,621
SVN	0,459	0,919	0,765	0,566	0,695	0,145	0,229	0,649	0,876	0,841
ESP	0,765	0,762	0,655	0,899	0,053	0,717	0,912	0,913	0,056	0,231
SWE	0,513	0,870	0,915	0,897	0,622	0,393	0,416	0,922	0,832	0,845
CHE	0,497	0,686	0,953	0,953	0,931	0,646	0,467	0,953	0,886	0,843
TUR	0,825	0,303	0,106	0,027	0,002	0,953	0,953	0,012	0,022	0,056
UKR	0,883	0,054	0,008	0,001	0,119	0,191	0,370	0,000	0,149	0,070

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення MS Excel.

Нормовані показники категорії національної економіки представлено в таблиці 3.2.4.

Таблиця 3.2.4. Нормовані показник здоров'я.

Code	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
ALB	0,898	0,188	0,149	0,749	0,217	0,217	0,500	0,463	0,176
AUT	0,020	0,453	0,782	0,716	0,500	0,895	0,500	0,548	0,731
AZE	0,885	0,797	0,696	0,021	0,000	0,217	0,182	0,471	0,177
BEL	0,022	0,784	0,491	0,749	0,500	0,783	0,500	0,571	0,714
BGR	0,946	0,110	0,785	0,947	0,500	0,217	0,182	0,476	0,275
HRV	0,683	0,032	0,040	0,319	0,500	0,394	0,182	0,473	0,374
CYP	0,718	0,623	0,464	0,941	0,500	0,394	0,182	0,466	0,501
CZE	0,686	0,282	0,945	0,451	0,500	0,217	0,818	0,512	0,510
DNK	0,015	0,953	0,904	0,924	0,500	0,895	0,818	0,535	0,808
EST	0,740	0,458	0,348	0,451	0,500	0,895	0,500	0,467	0,499
FIN	0,314	0,918	0,126	0,861	0,500	0,783	0,818	0,515	0,675
FRA	0,039	0,787	0,049	0,176	0,500	0,394	0,500	0,883	0,623
GEO	0,899	0,903	0,941	0,133	0,895	0,606	0,500	0,464	0,181
DEU	0,136	0,851	0,184	0,168	0,500	0,606	0,500	0,953	0,742
GRC	0,128	0,609	0,112	0,493	0,500	0,021	0,047	0,500	0,357
HUN	0,804	0,064	0,652	0,332	0,500	0,606	0,500	0,494	0,415
ISL	0,460	0,878	0,531	0,410	0,953	0,606	0,500	0,465	0,757
IRL	0,606	0,827	0,935	0,920	0,500	0,895	0,500	0,555	0,921
ITA	0,102	0,255	0,126	0,911	0,500	0,606	0,047	0,807	0,576
LVA	0,609	0,641	0,904	0,437	0,500	0,783	0,182	0,467	0,415
LTU	0,825	0,478	0,913	0,507	0,500	0,217	0,500	0,472	0,497
LUX	0,194	0,188	0,059	0,120	0,500	0,953	0,818	0,476	0,953
MLT	0,333	0,237	0,522	0,161	0,500	0,783	0,182	0,463	0,512
MNE	0,804	0,498	0,953	0,867	0,007	0,394	0,047	0,461	0,247
NLD	0,044	0,797	0,446	0,549	0,500	0,895	0,818	0,646	0,760
MKD	0,953	0,698	0,668	0,319	0,001	0,105	0,182	0,463	0,193
NOR	0,090	0,913	0,348	0,069	0,500	0,394	0,182	0,553	0,847
POL	0,512	0,087	0,703	0,604	0,500	0,606	0,500	0,585	0,419
PRT	0,130	0,614	0,044	0,941	0,500	0,217	0,182	0,507	0,421
ROU	0,949	0,062	0,602	0,211	0,500	0,217	0,047	0,513	0,372
SRB	0,935	0,377	0,746	0,643	0,001	0,217	0,047	0,472	0,227
SVK	0,664	0,028	0,163	0,050	0,500	0,394	0,500	0,482	0,383
SVN	0,104	0,737	0,509	0,738	0,500	0,217	0,047	0,472	0,526
ESP	0,159	0,194	0,352	0,874	0,500	0,783	0,500	0,713	0,504
SWE	0,015	0,870	0,209	0,693	0,500	0,783	0,818	0,578	0,742
CHE	0,391	0,502	0,882	0,953	0,895	0,783	0,953	0,608	0,865
TUR	0,488	0,270	0,096	0,000	0,000	0,217	0,182	0,609	0,388
UKR	0,894	0,122	0,094	0,000	0,006	0,001	0,002	0,500	0,168

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення MS Excel.

На основі нормалізованих показників здоров'я та національної економіки виконано розрахунок в програмному забезпеченні Statistica 12 для отримання за допомогою "Principal Components&Classification Analysis" максимально можливої кількості власних значень кореляційної матриці. Розрахунок проведений окремо для двох груп даних.

В таблиці 3.2.5 розраховано максимально можлива кількість власних значень кореляційної матриці.

Таблиця 3.2.5. Власні значення кореляційної матриці даних здоров'я

Число значень	Власне значення	% Всього	Кумулятивний	Кумулятивний
1	5,465686	54,65686	5,46569	54,6569
2	1,910242	19,10242	7,37593	73,7593
3	1,049773	10,49773	8,42570	84,2570
4	0,917252	9,17252	9,34295	93,4295
5	0,397185	3,97185	9,74014	97,4014
6	0,110446	1,10446	9,85058	98,5058
7	0,086702	0,86702	9,93729	99,3729
8	0,044765	0,44765	9,98205	99,8205
9	0,016355	0,16355	9,99841	99,9841
10	0,001595	0,01595	10,00000	100,0000

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення Statistica 12 .

Оскільки відповідно до вище описаного правила Кайзера, для подальшого розрахунку вагових коефіцієнтів використано лише перші 3 оскільки тільки вони мають значення більше одиниці. Це перші три фактори. Власне значення фактора F1  $\lambda_1 = 5,4656$ , та цей фактор пояснює 54,66% загальної дисперсії вхідної вибірки. Власні значення для факторів F2 та F3 дорівнюють  $\lambda_2 = 1,9102$  та  $\lambda_3 = 1,0498$ , відповідно. Фактор F2 пояснює 19,10% загальної дисперсії, а фактор F3 – 10,48%. Більш чисел, котрі відповідають правилу Кайзера тобто більше одиниці ( $>1$ ) в проведених розрахунках не виявлено. Відповідні власні числа формують собою 84,25% кумулятивного ефекту опису вхідної вибірки даних відповідних категорії здоров'я. В таблиці 3.2.6. відображено отримані з мінні внески засновані на кореляціях для даних здоров'я.

Таблиця 3.2.6. Змінні внески

Змінна	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3	Fact. 4	Fact. 5	Fact. 6	Fact. 7	Fact. 8	Fact. 9	Fact.10
T1	0,0085	0,0876	0,2403	0,5248	0,1316	0,0035	0,0000	0,0010	0,0027	0,0001
T2	0,0733	0,0072	0,3598	0,0015	0,5121	0,0001	0,0336	0,0077	0,0048	0,0000
T3	0,1556	0,0625	0,0007	0,0029	0,0160	0,0017	0,0687	0,1078	0,5840	0,0001
T4	0,0940	0,2248	0,0444	0,0016	0,0014	0,0348	0,0185	0,0347	0,0399	0,5060
T5	0,0913	0,1087	0,0852	0,0778	0,2491	0,0229	0,3554	0,0016	0,0080	0,0000
T6	0,0592	0,1140	0,1465	0,2698	0,0739	0,1542	0,0713	0,1105	0,0006	0,0001
T7	0,1138	0,1280	0,0109	0,0943	0,0012	0,0707	0,0439	0,5043	0,0301	0,0025
T8	0,0977	0,2111	0,0481	0,0018	0,0009	0,0444	0,0110	0,0707	0,0251	0,4891
T9	0,1378	0,0558	0,0604	0,0198	0,0112	0,1519	0,3896	0,0215	0,1518	0,0000
T10	0,1689	0,0003	0,0037	0,0056	0,0026	0,5159	0,0080	0,1401	0,1530	0,0020

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення Statistica 12 .



Для розрахунку вагових коефіцієнтів використав лише перші три фактори змінних внесків. В таблиці 3.2.7. відображено отримані змінні внески засновані на кореляціях для даних здоров'я, лише ті, що використані для розрахунку вагових коефіцієнтів необхідних для отримання інтегральних показників.

Таблиця 3.2.7. демонструє розраховані вагові коефіцієнти для даних здоров'я.

Таблиця 3.2.7. Зважений вплив показників здоров'я

Змінна\Власне значення	Фактор 1 $\lambda_1 = 5,465686$	Фактор 2 $\lambda_2 = 1,910242$	Фактор 3 $\lambda_3 = 1,049773$	Ваговий коефіцієнт
T1	0,0085	0,0876	0,2403	0,0553
T2	0,0733	0,0072	0,3598	0,0940
T3	0,1556	0,0625	0,0007	0,1152
T4	0,0940	0,2248	0,0444	0,1174
T5	0,0913	0,1087	0,0852	0,0945
T6	0,0592	0,1140	0,1465	0,0825
T7	0,1138	0,1280	0,0109	0,1042
T8	0,0977	0,2111	0,0481	0,1172
T9	0,1378	0,0558	0,0604	0,1096
T10	0,1689	0,0003	0,0037	0,1101
			Сума	1

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення MS Excel.

Отримана сума вагових коефіцієнтів в Таблиці 3.2.7 для даних здоров'я, дорівнює 1 та відповідає правилу перевірки формули (3.2.1), тобто сума отриманих значень вагових коефіцієнтів дорівнює 1.

Для даних пов'язаних з національною економікою бізнесом також проведені відповідні розрахунки. Так таблиця 3.2.8. демонструє власні значення кореляційної матриці даних національної економіки.

Таблиця 3.2.8. Власні значення.

Число значень	Власне значення	% Всього	Кумулятивний	Кумулятивний
1	3,602810	40,03122	3,602810	40,0312
2	1,642700	18,25222	5,245510	58,2834
3	0,963787	10,70874	6,209296	68,9922
4	0,832428	9,24921	7,041725	78,2414
5	0,599936	6,66596	7,641661	84,9073
6	0,537320	5,97022	8,178981	90,8776
7	0,405132	4,50146	8,584112	95,3790
8	0,252670	2,80744	8,836782	98,1865
9	0,163218	1,81353	9,000000	100,0000

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення Statistica 12 .

В результаті отримано найбільш впливові перші два фактори, що мають такі власні значення:  $\lambda_1 = 3,6028$ ,  $\lambda_2 = 1,6427$ . Фактор F1 пояснює 40,03% загальної дисперсії вхідної вибірки, а фактор F2 – 18,25%. Кумулятивний внесок цих двох факторів пояснює 58,28% загальної дисперсії.

В Таблиці 3.2.9. продемонстровано в Змінні внески, засновані на кореляціях для даних національної економіки.

Таблиця 3.2.9. Змінні внески

Змінна	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3	Fact. 4	Fact. 5	Fact. 6	Fact. 7	Fact. 8	Fact. 9
V1	0,1681	0,1155	0,0506	0,0068	0,0366	0,0138	0,0581	0,0842	0,4663
V2	0,0694	0,0037	0,3606	0,4141	0,0167	0,0035	0,0468	0,0747	0,0104
V3	0,0002	0,4477	0,0227	0,0317	0,1498	0,1085	0,0797	0,0995	0,0602
V4	0,0304	0,1040	0,2635	0,5264	0,0047	0,0034	0,0471	0,0063	0,0143
V5	0,1198	0,0364	0,0947	0,0001	0,3277	0,3968	0,0075	0,0166	0,0004
V6	0,1774	0,0306	0,0538	0,0035	0,0462	0,0714	0,2230	0,3939	0,0003
V7	0,1448	0,0352	0,1356	0,0041	0,0795	0,0686	0,4690	0,0186	0,0448
V8	0,0622	0,2259	0,0158	0,0108	0,3380	0,3146	0,0095	0,0138	0,0094
V9	0,2277	0,0010	0,0027	0,0024	0,0009	0,0196	0,0594	0,2924	0,3938

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення Statistica 12 .

Розрахунок вагових коефіцієнтів для даних національної економіки виконаний в Таблиці 3.2.10.

Таблиця 3.2.10. Зважений вплив показників національної економіки

Змінна\Власне значення	Фактор 1	Фактор 2	Ваговий коефіцієнт
	$\lambda_1 = 3,602810$	$\lambda_2 = 1,642700$	
V1	0,1681	0,1155	0,1516
V2	0,0694	0,0037	0,0489
V3	0,0002	0,4477	0,1404
V4	0,0304	0,1040	0,0534
V5	0,1198	0,0364	0,0937
V6	0,1774	0,0306	0,1314
V7	0,1448	0,0352	0,1105
V8	0,0622	0,2259	0,1134
V9	0,2277	0,0010	0,1567
		Сума	1

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення MS Excel.

Отримана сума вагових коефіцієнтів в таблиці 3.2.10. дорівнює 1 та відповідає правилу перевірки формули (3.2.1), тобто сума отриманих значень вагових коефіцієнтів дорівнює 1.

На основі отриманих значень вагових коефіцієнтів до даних здоров'я та національної економіки виконано розрахунок інтегральних показників здоров'я та національної економіки, які мають назву  $int\_z$  та  $int\_n$  відповідно до формули (3.2.2) та продемонстровані в таблиці 3.2.11.

Таблиця 3.2.11. Розраховані інтегральні показники.

$int\_z$	$int\_n$
0,1945	0,3903
0,6178	0,5696
0,1274	0,4017
0,6707	0,5322
0,2937	0,5020
0,2935	0,3588
0,5089	0,5049
0,4339	0,5781
0,7100	0,6671
0,4621	0,5584
0,7293	0,5604
0,6228	0,4125
0,3483	0,6192
0,7415	0,5031
0,4225	0,2588
0,3129	0,5370
0,7050	0,6046
0,6542	0,7394
0,5497	0,4077
0,4385	0,5620
0,4675	0,5658
0,6682	0,5189
0,5986	0,4468
0,2647	0,4751
0,7120	0,5847
0,1797	0,4061
0,7546	0,4251
0,4340	0,5265
0,4361	0,3250
0,2373	0,4397
0,2149	0,4221
0,3220	0,3962
0,6325	0,3792
0,5927	0,4945
0,7477	0,5330
0,8051	0,7552
0,2775	0,2791
0,1446	0,2386

Джерело: розраховано автором при використанні програмного забезпечення MS Excel.

Подальшим етапом перевірка гіпотез, чи існує статистично значущий зв'язок між інтегральними показниками здоров'я та національної економіки.

Перевірку гіпотези реалізовано за допомогою побудови парних регресій в програмному забезпеченні Stata 18, результати наведено в таблиці 3.2.12..

За результатами парного регресійного аналізу в програмному засобі Stata 18, рівень значущості для кожної регресійної пари визначено на рівні 0,0004 що значно нижче ніж загально прийнятий рівень значущості 0,05, тобто моделі є статистично значущими. Значення R-квадрат в двох парних аналізах визначено на рівні 0,2991, тобто кожна регресійна модель пояснює приблизно 30% варіації залежної змінної. Зазначення скоригованого R-квадрату 0,2797, нижче за значення R-квадрат, що свідчить про незначне коригування через кількість незалежних змінних.

Таблиця 3.2.12. Значення коефіцієнтів моделі  $int\_z/int\_n$  та  $int\_n/int\_z$

	Коефіцієнт	Стандартні похибки	t-статистика	P> t	95% довірчий інтервал	
<b>int_z від int_n</b>						
int_n	0,9305	0,2373	3,92	0,000	0,4490	1,4119
Con при int_z/int_n	0,0297	0,1187	0,25	0,803	-0,2110	0,2706
<b>int_n від int_z</b>						
int_z	0,3214	0,0820	3,92	0,000	0,1551	0,4877
Con при int_n/int_z	0,3312	0,0428	7,74	0,000	0,2444	0,4180

Джерело: розраховано авторів при використанні програмного забезпечення Stata 18.

Коефіцієнт  $int\_n$  дорівнює 0,9305, що свідчить про те, що на кожному збільшенні  $int\_n$  показник  $int\_z$  буде збільшуватися в середньому на 0,9305. Стандартна похибка  $int\_n$  становить 0,2373, що свідчить про те, що даний коефіцієнт є досить точним. Т-статистика  $int\_n$  дорівнює 3,92, що значно більше за критичне значення 2,024 (при рівні значущості 0,05). Це свідчить про те, що даний коефіцієнт є статистично значущим.  $P>|t|$  для  $int\_n$  становить 0,000, що значно менше за 0,05. Це також свідчить про те, що даний коефіцієнт є статистично значущим. 95% довірчий інтервал для  $int\_n$  знаходиться в межах від 0,4490 до 1,4119. Це свідчить про те, що з 95% ймовірністю істинний вплив  $int\_n$  на результат знаходиться в даному інтервалі.

Коефіцієнт регресії для  $int\_z$  становить 0,3214, що означає, що при збільшенні  $int\_z$  на 1 одиницю, залежна змінна  $int\_n$  буде в середньому збільшуватися на 0,3214 одиниці. Стандартна похибка коефіцієнта регресії становить 0,0820, що свідчить про відносну точність оцінки. Т-статистика для коефіцієнта регресії становить 3,92, що більше за критичне значення 2,024 (при рівні значущості 0,05). Це свідчить про те, що зв'язок між  $int\_z$  та залежною змінною є статистично значущим. Р-значення для коефіцієнта регресії становить 0,000, що менше за 0,05. Це також свідчить про те, що зв'язок між  $int\_z$  та залежною змінною  $int\_n$  є статистично значущим. 95% довірчий інтервал для коефіцієнта регресії становить від 0,1551 до 0,4877. Це означає, що з 95% ймовірністю істинний коефіцієнт регресії знаходиться в цьому діапазоні.

Con: Змінна  $const$  (intercept) показує на скільки зміниться значення залежної змінної, коли регресор дорівнює 0 в парному аналізі такий варіант є неможливим.

Також проведено регресійний аналіз між показниками  $int\_z$  та B1 - B9. Рівень значущості визначено на  $Prob > F = 0,0000$ , що значно перевищує обраний рівень значущості 0,05, це свідчить про те, що спостережуваний зв'язок між змінними є статистично значущим.

R-квадрат визначений на рівні 0,9514, що свідчить про те, що модель пояснює 95,14% мінливості залежної змінної  $int\_z$ . Відкоригований R-квадрат також високий 0,9358, що свідчить про те, що модель все ще добре пояснює мінливість залежної змінної, навіть з урахуванням кількості незалежних змінних. В цілому, ці дані свідчать про те, що модель добре описує дані й придатна для використання в прогнозуванні залежної змінної. Значення коефіцієнтів моделі продемонстровано в таблиці 3.2.13.

Таблиця 3.2.13. Регресійна модель, що характеризує вплив показників національної економіки B1- B9 на інтегральний показник здоров'я

$int\_z$	Коефіцієнти	Стандартні похибки	t-статистика	$P> t $	95% довірчий інтервал	
A	1	2	3	4	5	
B1	-0,140329	0,046151	-3,04	0,005	-0,234865	-0,0457931

## Продовження таблиці 3.2.13.

A	1	2	3	4	5	
B2	0,0962825	0,0322427	2,99	0,006	0,0302362	0,1623287
B3	-0,0019903	0,0285351	-0,06	0,954	-0,0726311	0,0686504
B4	0,0442461	0,0450507	1,55	0,132	-0,0142055	0,1026976
B5	0,1716316	0,0454284	3,81	0,001	0,0793495	0,2639137
B6	0,0355461	0,0454284	0,78	0,441	-0,0575098	0,128602
B7	0,0095499	0,042519	0,22	0,824	-0,0775464	0,0966462
B8	0,0787756	0,087056	0,90	0,373	-0,0995506	0,2571017
B9	0,452204	0,0719841	6,28	0,000	0,3047512	0,5996569
Con	0,1068347	0,075107	1,42	0,166	-0,047015	0,2606843

Джерело: розраховано авторів при використанні програмного забезпечення Stata 18.

Коефіцієнти (B1, B2, ..., B9) показують, на скільки одиниць зміниться  $\text{int\_z}$  при збільшенні відповідної незалежної змінної на 1 одиницю, за умови, що інші незалежні змінні залишаються незмінними. Стандартні похибки показують, наскільки точно оцінюються коефіцієнти. Чим менша стандартна похибка, тим точніша оцінка. t-статистика використовується для перевірки статистичної значущості коефіцієнтів. Якщо t-статистика більше ніж 2,024 (або менше ніж -2,024), то коефіцієнт вважається статистично значущим на рівні 5%.  $P > |t|$  - це р-значення, яке показує ймовірність того, що t-статистика буде більшою або меншою за 2,024 (або -2,024) випадково. Якщо р-значення менше ніж 0,05, то коефіцієнт вважається статистично значущим на рівні 5%. Довірчий інтервал 95% показує діапазон, в якому з 95%-ю ймовірністю знаходиться істинне значення коефіцієнта.

Надамо інтерпретацію результатів для кожної змінної. B1: Негативний і статистично значущий коефіцієнт. Це означає, що зі збільшенням B1 на 1 одиницю  $\text{int\_z}$  зменшується в середньому на 0,1403 одиниці. B2: Позитивний і статистично значущий коефіцієнт. Говорить про те, що зі збільшенням B2 на 1 одиницю  $\text{int\_z}$  в середньому збільшується на 0,0962 одиниці. B3: Незначний коефіцієнт. Це означає, що B3 не має статистично значущого впливу на  $\text{int\_z}$ . B4: Незначний коефіцієнт. B5: Позитивний і статистично значущий коефіцієнт 0,1716. B6: Незначний коефіцієнт. B7: Незначний коефіцієнт. B8: Незначний коефіцієнт. B9: Позитивний і статистично значущий коефіцієнт 0,4522.

При розгляді оберненої картини, тобто регресійного аналізу між показниками  $int\_n$  та T1-T10. R-квадрат ( $R\text{-squared} = 0,5879$ ), модель пояснює 58,79% дисперсії залежної змінної. Це досить високе значення, що свідчить про те, що модель має хорошу пояснювальну здатність. Скоригований R-квадрат ( $Adj\ R\text{-squared} = 0,4353$ ) враховує кількість змінних у моделі й також є досить високим. І говорить про те, що модель не просто перенавчається на даних тренування, а й добре узагальнюється на нових даних. В цілому, дані свідчать про те, що модель є значущою, має хорошу пояснювальну здатність, узагальнюється на нових даних і має високу точність. Значення коефіцієнтів моделі продемонстровано в таблиці 3.2.14.

Таблиця 3.2.14. Регресійна модель, що характеризує вплив показників здоров'я T1-T10 на інтегральний показник національної економіки

$int\_n$	Коефіцієнти	Стандартні похибки	t-статистика	$P >  t $	95% довірчий інтервал	
T1	-0.1401593	0.1206139	-1.16	0.255	-0.3876386	0.1073201
T2	-0.0410537	0.0800691	-0.51	0.612	-0.2053419	0.1232345
T3	-0.1727114	0.2565564	-0.67	0.507	-0.6991216	0.3536988
T4	-0.1964519	0.667906	-0.29	0.771	-1.566882	1.173978
T5	-0.0460646	0.1112536	-0.41	0.682	-0.2743383	0.182209
T6	0.271581	0.1517657	1.79	0.085	-0.0398165	0.5829785
T7	0.0748421	0.2720068	0.28	0.785	-0.4832697	0.6329538
T8	0.2193002	0.6461284	0.34	0.737	-1.106446	1.545046
T9	0.278954	0.168851	1.65	0.110	-0.0674995	0.6254076
T10	0.2733161	0.1813858	1.51	0.143	-0.0988568	0.6454891
con	0.235925	0.1903921	1.24	0.226	-0.1547273	0.6265772

Джерело: розраховано авторів при використанні програмного забезпечення Stata 18.

Інтерпретація внесків для кожної впливої змінної T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9, T10 говорить, що їхній вплив є статистично незначущим, оскільки рівень значущості  $P$  перевищує допустимі 5%.

На основі проведеного регресійного аналізу, який ґрунтується на даних, оброблених у програмних пакетах Stata 18 та STATISTICA 12, зроблено наступні висновки.

Підтверджено гіпотезу  $H1$ , тобто існує сильний та статистично значущий зв'язок між інтегральним показником національної економіки ( $int\_n$ ) та інтегральним показником ( $int\_z$ ). На кожну одиницю збільшення

$int\_n$ ,  $int\_z$  буде збільшуватися в середньому на 0,9305. Цей зв'язок є надійним, адже стандартна похибка  $int\_n$  є відносно малою, а t-статистика та p-значення свідчать про його статистичну значущість. З 95% ймовірністю, істинний вплив  $int\_n$  на  $int\_z$  знаходиться в межах від 0,4490 до 1,4119.

Підтверджено гіпотезу H2, коефіцієнт регресії для  $int\_z$  становить 0,3214, що свідчить про те, що  $int\_z$  також впливає на  $int\_n$ , але цей вплив є меншим, ніж вплив  $int\_n$  на  $int\_z$ . При цьому 95% довірчий інтервал для коефіцієнта регресії  $int\_z$  становить [0,1551; 0,4877], що говорить про значно менший діапазон впливу.

Отже, результати регресійного аналізу свідчать про те, що між  $int\_n$  та  $int\_z$  існує сильний та статистично значущий зв'язок. Збільшення  $int\_n$  призводить до збільшення  $int\_z$ .  $int\_z$  також впливає на  $int\_n$ , але цей вплив є меншим. Гіпотези H1 та H2 підтверджені, існує прямий зв'язок між рівнем розвитку національної економіки в країні та загальним станом здоров'я в країні. Це означає, що країни з більш сприятливим середовищем для розвитку національної економіки, як правило, мають кращі показники за ключовими показниками здоров'я населення.

Гіпотеза H3 також знайшла часткове підтвердження, бо не всі складові інтегрального показника національної економіки мають вплив на інтегральний показник здоров'я. Так лише, показник Індексу свободи ведення бізнесу (B2), Свободи торгівлі (B5) та Валового національного доходу на душу населення (B9) мають позитивний вплив на інтегральний показник здоров'я. Це свідчить про те, що політики держав у сфері національної економіки, достатньою мірою стимулюють підприємницьку діяльність, вільну торгівлю та економічне зростання, та призводять до покращення загального стану здоров'я в країні. Проте показник Податкового тягаря (B1) має негативний вплив на інтегральний показник здоров'я. Це говорить про те, що надмірне податкове навантаження стримує економічне зростання та негативно впливає на загальний показник здоров'я у населення.



Гіпотеза H4 повністю спростована, тобто при розгляді оберненої картини, пошуку статистично значущих показників сили впливу складових  $int\_z$  на  $int\_n$ , чітко видно, що всі складові інтегрального показника здоров'я не мають статистично значущих доказів впливу на залежну змінну  $int\_n$  при рівні  $p\text{-value} = 0.05$ .

Регресійний аналіз в цілому підтверджує, що розвиток національної економіки відіграє важливу роль у забезпеченні стабільного підвищення загального стану здоров'я країни.

### **3.3 Вплив результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод в країні: DEA-моделювання.**

Ефективність національної економіки – це показник, який відображає, наскільки ефективно країна використовує свої ресурси, включаючи людський капітал, макроекономічні свободи, природні ресурси та інфраструктуру, для створення багатства нації та підвищення рівня життя свого населення. Ефективність охоплює продуктивність праці, стабільність економіки та здатність адаптуватися до глобальних змін. Країна яка має високий показник ефективності національної економіки має сформовані ключові фактори для стійкого розвитку та процвітання країни. Така країна забезпечує зростання рівня життя, покращує доступ до якісної освіти та охорони здоров'я, сприяє інноваціям та технологічному прогресу, та зменшує рівень бідності населення. З іншого боку, низька ефективність національної економіки призводить до економічної нестабільності, зменшення інвестицій, зростання безробіття та зниження рівня життя населення. Тому, підвищення ефективності національної економіки є ключовою задачею для будь-якої країни, яка прагне до сталого розвитку та процвітання.

Оцінювання показників ефективності потребує використання об'єктивний метод Data Envelopment Analysis. Оскільки вибір методу дослідження напряму залежить від типу вхідних даних показника (кількісні чи якісні показники) та доступності цих даних. Кількісні показники вимагають використовувати об'єктивні методи дослідження, якісні вхідні дані – потребують суб'єктивних методів.

Всі вхідні данні мають кількісну природу, тому для подальших розрахунків обрано об'єктивний метод Data Envelopment Analysis (DEA). Даний статистичний метод виконує пошук значень ефективності в групі об'єктів та визначає еталонні об'єкти в групі. DEA-аналіз не робить жодних припущень про розподіл даних, оскільки цей метод є непараметричним.

Розглянемо деякі приклади використання аналізу охоплення даних (DEA) в сучасних економічних дослідженнях.

Флегль М. застосували двоетапний аналіз охоплення даних (DEA) для пошуку показників технічної ефективності систем громадської безпеки в Мексиці [158]. Сі К. виконали роботу зі створення змішано-цілочисельної узагальненої моделі DEA для оцінки рівня ефективності регіонального університетського трансферу технологій у Китаї [159]. Васей М. представили модель аналізу охоплення мережевих даних для оцінки ефективності сталого процесу поставок за допомогою початкового моделювання [160]. Іакуй С. разом з колегами провели аналіз ефективності з використанням методу аналізу охоплення даних і функції направленої відстані (DEA-DFF) для показників зелених фінансів, фінансового розвитку та зелених інноваційних технологій з огляду на їх вплив на сукупну екологічну продуктивність факторів виробництва у Китаї [161]. Лотфі Ф. в своєму дослідженні розробили модель ефективності праці співробітника та визначили фактори, які впливають на неї (вимір ефективності проводився тільки за допомогою ССР моделі) [166]. Таснім Н. за допомогою DEA-аналізу та моделі Tobit дослідили вплив національних систем підприємництва на рівень ефективності факторів виробництва на рівні країни, що дозволило їм виявити найбільш релевантні макродетермінанти, які визначають цю ефективність [167]. Дугелова М. за допомогою методу ССР на основі якісних показників (на даних опитування співробітників компанії) оцінили ефективність системи управління персоналом [168].

Основний зміст методу DEA полягає в тому, щоб знайти таку комбінацію ресурсів, яка дозволить досягти максимуму результатів, або таку комбінацію результатів, яка дозволить досягти мінімуму витрат. Для цього DEA використовує множину лінійних програм, щоб обмежити використання ресурсів і забезпечити досягнення бажаних результатів.

DEA має ряд переваг перед іншими методами оцінки ефективності. По-перше, він є непараметричним, що дозволяє його використовувати для оцінки

ефективності об'єктів з різними розподілами даних. По-друге, DEA є гнучким, що дозволяє його використовувати для оцінки ефективності об'єктів з різними цілями. По-третє, DEA є ефективним, що дозволяє його використовувати для оцінки ефективності великих наборів даних.

Отже, метод пошуку показників ефективності Data Envelopment Analysis (DEA) відповідає головній меті дослідження – визначення переліку країн, в яких найбільш ефективно працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод.

Методологія DEA надає можливість провести аналіз ефективності за допомогою двох типів моделей:

- ССR-моделі (Charnes-Cooper-Rhodes model) – це моделі оцінки ефективності, які використовуються для порівняння продуктивності кількох одиниць прийняття рішень (DMU). DMU – це будь-яка організація, що виробляє продукцію (вихід) (наприклад, товари або послуги) з використанням ресурсів (входів). ССR-моделі засновані на припущенні, що виробничі технології мають постійні масштаби. Це означає, збільшення ресурсів виробництва призводить до пропорційного збільшення випуску [17];
- моделі ВСС (Banker-Charnes-Cooper model) – це моделі, засновані на концепції виробничого кордону, який є наборами всіх виробничих комбінацій для заданого набору вихідних та вхідних величин. В моделі Banker-Charnes-Cooper DMU вважається ефективним, якщо його фактична комбінація вихідних та вхідних величин знаходиться на виробничому кордоні. Для того, щоб визначити, чи є DMU ефективним, модель ВСС використовує програмне забезпечення для оптимізації, яке знаходить найкраще використання ресурсів для заданого набору вихідних величин. Якщо фактичне використання ресурсів DMU дорівнює найкращому використанню, DMU вважається ефективним [18].

В додаток до двох моделей пошуку ефективності (CCR та ВСС), методика DEA розділяє кожену модель за допомогою двох різних орієнтацій вхідних ресурсів. Існує орієнтація на вхід та орієнтація на вихід, кожна з них використовуються для визначення ефективних і неефективних одиниць, але вони підходять для різних ситуацій пошуку значень ефективності. Вибір між ними залежить від того, який аспект ефективності необхідно дослідити більше: максимізацію вихідних результатів при фіксованих вхідних ресурсах або мінімізацію вхідних ресурсів при досягненні заданих вихідних цілей.

В підході з орієнтацією на вхід аналіз здійснюється з точки зору того, як компанії (або інші об'єкти дослідження, наприклад, країни) використовують свої вхідні ресурси для генерації вихідних продуктів або послуг. Мета - мінімізувати вхід при заданих вихідних результатах.

В підході з орієнтацією на вихід аналіз проводиться з точки зору того, як компанії генерують вихідні продукти або послуги при використанні фіксованих вхідних ресурсів. Мета – максимізувати вихід при фіксованих вхідних ресурсах [19].

У даному дослідженні використовується Output-Oriented модель використання методів ВСС та ССР. Приймається як припущення, що оптимальними будуть такі комбінації, при яких утримання наявного рівня вихідних даних (рівні макроекономічних свобод) досягається за рахунок зменшення вхідних показників (вхідними показниками в нашому дослідженні виступають дестимулятори /інгібітори зміцнення людського капіталу (відсутність на роботі із за проблем зі здоров'ям, рівень безробіття та рівень смертності), тому їх рівень необхідно зменшувати).

Для проведення дослідження сформовано статистичну базу даних з наступних показників:

- Свобода бізнесу (M1) [162],
- Свобода праці (M2) [162],
- Грошова свобода (M3) [162],
- Свобода торгівлі (M4) [162],

- Свобода інвестицій (M5) [162] ,
- Фінансова свобода (M6) [162],
- Відсутність на роботі за станом здоров'я (M7) [163],
- Безробіття (M8) [164],
- Смертність (M9) [165].

Для вирішення даної оптимізаційної задачі процедура нормалізації даних не є обов'язковою, тому вихідні дані використано в розрахунках в своїх одиницях виміру.

Реалізація методу DEA в дослідженні виконана за допомогою пакету rDEA на мові програмування R [20]. Програмний код даного аналізу представлено в додатку Г. Реалізація побудови графіків ефективності в дослідженні виконана за допомогою пакету Benchmarking на мові програмування R [21].

Використовуючи описаний код в додатку Г, необхідно провести шість ітерацій для того, щоб визначити країни, в яких найбільш ефективно працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод. Кожна ітерація моделювання використовує тільки один показник економічної свободи в якості виходу та три показники людського капіталу в якості вхідних показників. Іншими словами, виходом (X) обрано один показник для кожної з шести моделей, що характеризують макроекономічні свободи (M1, M2, M3, M4, M5, M6), а входом (Y) у всіх шести моделях виступають показники M7, M8 та M9, які використовуються одночасно. Бажаним трендом для вхідних показників має бути мінімізація їх значень; для вихідних – їх максимізація.

Вхідна вибірка показників для 30 країн дослідження подана в таблиці 3.3.1. Вхідна вибірка налічує 30 країн Європи, всі ці країни мають показники людського капіталу та макроекономічних свобод на достатньо високому рівні. Отже, пошуку, оптимальних по ефективності використання ресурсів країн, надасть в результаті найкращу інформаційну базу для розвитку й реформування в країнах які мають значно нижчі показники.

Таблиця 3.3.1. Вхідні показники для 30 країн дослідницької вибірки

Назва країни	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Австрія	72,6	68,4	81,7	84,0	90,00	70,00	53,1	6,2	91962,00
Бельгія	80,1	61,1	82,0	84,0	85,00	70,00	41,3	6,3	112331,00
Болгарія	62,9	68,5	85,2	84,0	70,00	60,00	15,8	5,3	148995,00
Хорватія	56,2	43,6	78,7	84,0	75,00	60,00	21,8	7,6	62712,00
Кіпр	76,1	60,5	85,0	84,0	75,00	60,00	20,4	7,5	7202,00
Чехія	68,8	77,1	79,7	84,0	70,00	80,00	21,1	2,8	139891,00
Данія	88,8	73,8	84,5	84,0	90,00	80,00	51,1	5,1	57152,00
Естонія	72,7	57,8	79,7	84,0	90,00	70,00	33,4	6,2	18587,00
Фінляндія	85,8	50,5	83,3	84,0	85,00	80,00	57,9	7,7	57659,00
Франція	80,2	44,8	77,3	84,0	75,00	70,00	31,8	7,9	661779,00
Німеччина	82,4	53,0	77,2	84,0	80,00	70,00	58,6	3,7	1023687,00
Греція	75,8	49,8	80,0	84,0	55,00	50,00	16,2	14,7	143923,00
Угорщина	59,9	64,8	78,8	84,0	80,00	70,00	29,7	4,1	156131,00
Ісландія	83,6	62,0	79,4	86,8	80,00	70,00	53,7	6,1	2333,00
Ірландія	81,5	76,1	84,4	84,0	90,00	70,00	20,0	6,2	34292,00
Італія	68,1	50,5	84,2	84,0	80,00	50,00	30,3	9,5	701346,00
Латвія	76,5	73,8	79,6	84,0	85,00	60,00	31,7	7,6	34600,00
Литва	73,1	74,4	80,1	84,0	70,00	70,00	27,9	7,1	47746,00
Люксембург	66,1	45,9	76,5	84,0	95,00	80,00	47,1	5,3	4489,00
Мальта	67,6	61,8	77,1	84,0	85,00	60,00	41,2	3,4	4163,00
Нідерланди	80,5	60,1	80,4	84,0	90,00	80,00	48,0	4,2	170972,00
Норвегія	85,5	57,8	75,4	84,0	75,00	60,00	46,1	4,4	42002,00
Польща	61,6	66,1	80,8	84,0	80,00	70,00	23,3	3,4	519517,00
Португалія	75,9	44,1	85,0	84,0	70,00	60,00	29,7	6,6	124802,00
Румунія	59,7	63,6	77,7	84,0	70,00	50,00	3,5	5,6	335527,00
Сербія	71,0	67,3	81,1	77,2	70,00	50,00	16,4	11,1	136622,00
Словаччина	55,6	52,2	74,8	84,0	75,00	70,00	23,1	6,8	73461,00
Словенія	78,8	61,5	81,9	84,0	70,00	50,00	36,5	4,8	23261,00
Іспанія	66,3	57,9	83,5	84,0	85,00	70,00	22,8	14,8	449149,00
Швеція	83,2	53,9	81,5	84,0	85,00	80,00	41,0	8,8	91958,00

Джерело: побудовано автором на основі [162,163,164,165]

На основі цих даних проведено шість ітерацій DEA-моделювання, кожна з яких використовує тільки один показник економічної свободи (M1, M2, M3, M4, M5, M6) в якості виходу та три показники людського капіталу (M7, M8 та M9) в якості вхідних показників. Результати DEA-моделі (специфікації - CCR та BCC; орієнтація – output) для 30 країн дослідницької вибірки представлені в таблиця 3.3.2.

Таблиця 3.3.2. Результати DEA-моделі (специфікації - CCR та BCC; орієнтація – output) для 30 країн дослідницької вибірки

Країна	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M1		Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M2		Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M3		Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M4		Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M5		Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M6	
	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Австрія	0,820	0,607	0,892	0,581	0,960	0,606	0,971	0,587	0,947	0,654	0,875	0,595
Бельгія	0,930	0,702	0,795	0,533	0,963	0,646	0,976	0,634	0,905	0,673	0,875	0,616
Болгарія	0,863	0,856	0,939	0,925	1,000	1,000	0,999	0,982	0,871	0,866	0,888	0,884
Хорватія	0,686	0,609	0,571	0,502	0,925	0,802	0,996	0,855	0,830	0,733	0,817	0,758
Кіпр	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Чехія	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Данія	1,000	0,876	0,984	0,755	1,000	0,735	0,977	0,681	0,957	0,749	1,000	0,825
Естонія	0,894	0,839	0,839	0,745	0,952	0,842	0,988	0,861	0,979	0,916	0,939	0,918
Фінляндія	0,966	0,651	0,662	0,405	0,979	0,572	0,969	0,548	0,895	0,551	1,000	0,656
Франція	0,952	0,580	0,581	0,294	0,907	0,465	0,982	0,475	0,814	0,511	0,875	0,477
Німеччина	1,000	0,906	0,687	0,520	0,945	0,733	0,991	0,757	0,921	0,865	0,875	0,662
Греція	0,991	0,924	0,680	0,627	0,939	0,855	0,997	0,880	0,644	0,598	0,733	0,714
Угорщина	0,773	0,657	0,840	0,655	0,954	0,755	0,990	0,765	0,951	0,839	0,875	0,690
Ісландія	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ірландія	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Італія	0,812	0,453	0,655	0,306	0,988	0,459	0,983	0,430	0,871	0,493	0,625	0,325
Латвія	0,917	0,741	0,970	0,778	0,936	0,728	0,987	0,760	0,922	0,735	0,795	0,669
Литва	0,878	0,738	0,976	0,797	0,942	0,769	0,990	0,800	0,765	0,635	0,935	0,802
Люксембург	0,845	0,805	0,734	0,665	0,957	0,869	0,980	0,887	1,000	1,000	1,000	1,000
Мальта	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Нідерланди	0,959	0,809	0,780	0,556	0,971	0,700	0,986	0,690	1,000	0,857	1,000	0,719
Норвегія	1,000	0,974	0,821	0,688	0,923	0,755	0,986	0,781	0,829	0,712	0,771	0,723
Польща	0,855	0,781	0,857	0,750	0,997	0,879	0,996	0,866	1,000	1,000	0,875	0,773
Португалія	0,912	0,695	0,573	0,397	0,998	0,714	0,985	0,690	0,763	0,602	0,750	0,554
Румунія	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Сербія	0,925	0,868	0,917	0,852	0,952	0,872	0,917	0,815	0,817	0,764	0,734	0,716
Словацьчина	0,676	0,593	0,683	0,580	0,879	0,750	0,994	0,841	0,828	0,730	0,934	0,835
Словенія	1,000	0,982	0,885	0,823	1,000	0,927	0,992	0,903	0,783	0,735	0,694	0,689
Іспанія	0,807	0,444	0,751	0,388	0,980	0,468	0,987	0,452	0,939	0,500	0,875	0,552
Швеція	0,966	0,621	0,703	0,416	0,957	0,567	0,976	0,572	0,905	0,573	1,000	0,646

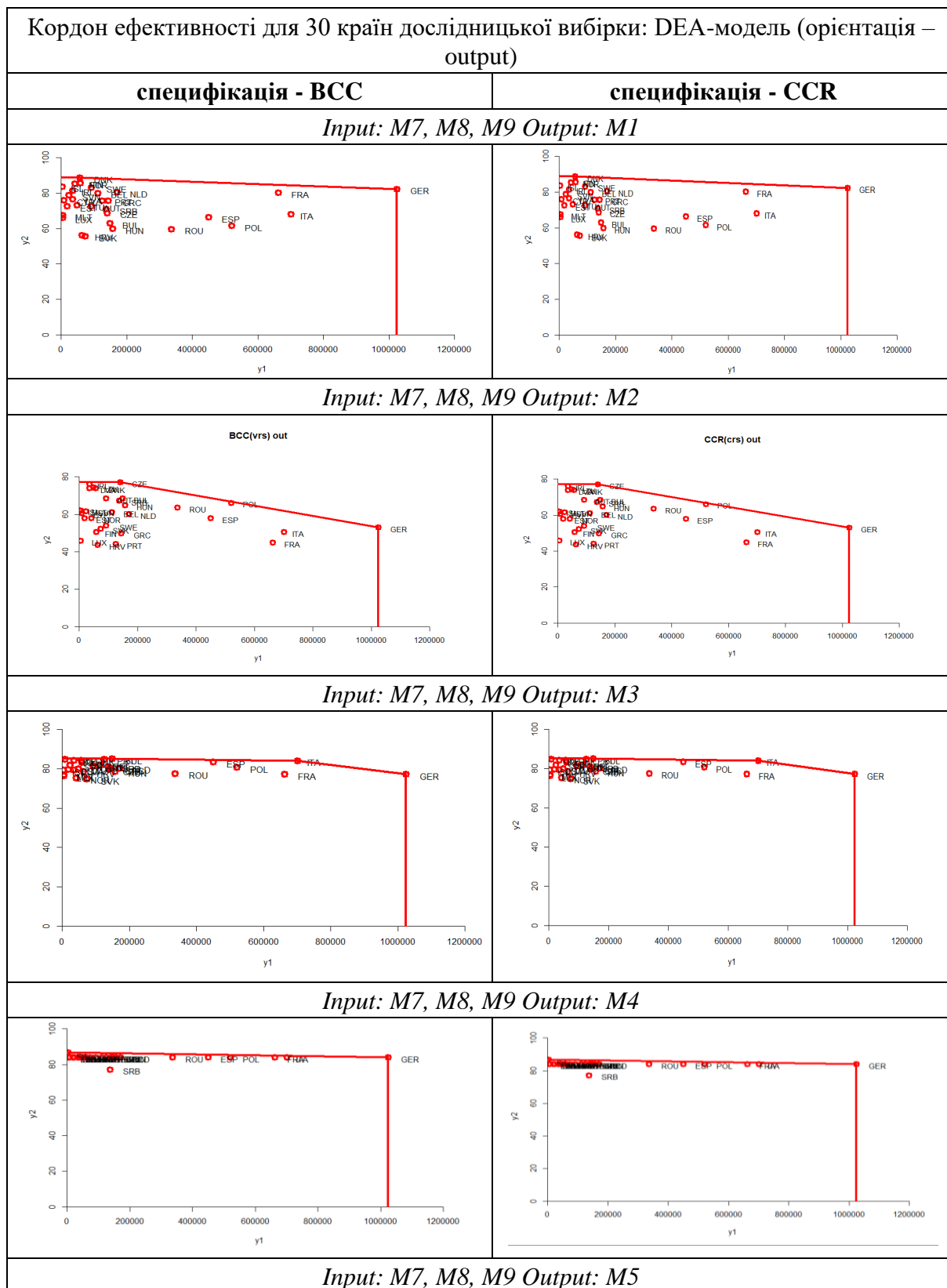
Джерело: розраховано автором за допомогою пакету rDEA

*Note: Свобода підприємницької діяльності (M1), свобода праці (M2), грошова свобода (M3), свобода торгівлі (M4), свобода інвестицій (M5), фінансова свобода (M6), відсутність на роботі через проблеми зі здоров'ям (M7), Безробіття (M8), Смертність (M9)*

У моделях input та output ефективність вимірюється за допомогою співвідношення зважених виходів до зважених входів. Оцінка ефективності виражається у відсотках, при цьому 100% означає ідеальну ефективність. Оцінка ефективності 100% означає, що країна використовує свої вхідні ресурси найпродуктивнішим із можливих способів для отримання результатів,



і не існує більш оптимальної комбінації в рамках даного набору вхідних і вихідних даних. Візуальне представлення кордону ефективності продемонстровано на рисунку 3.3.1.



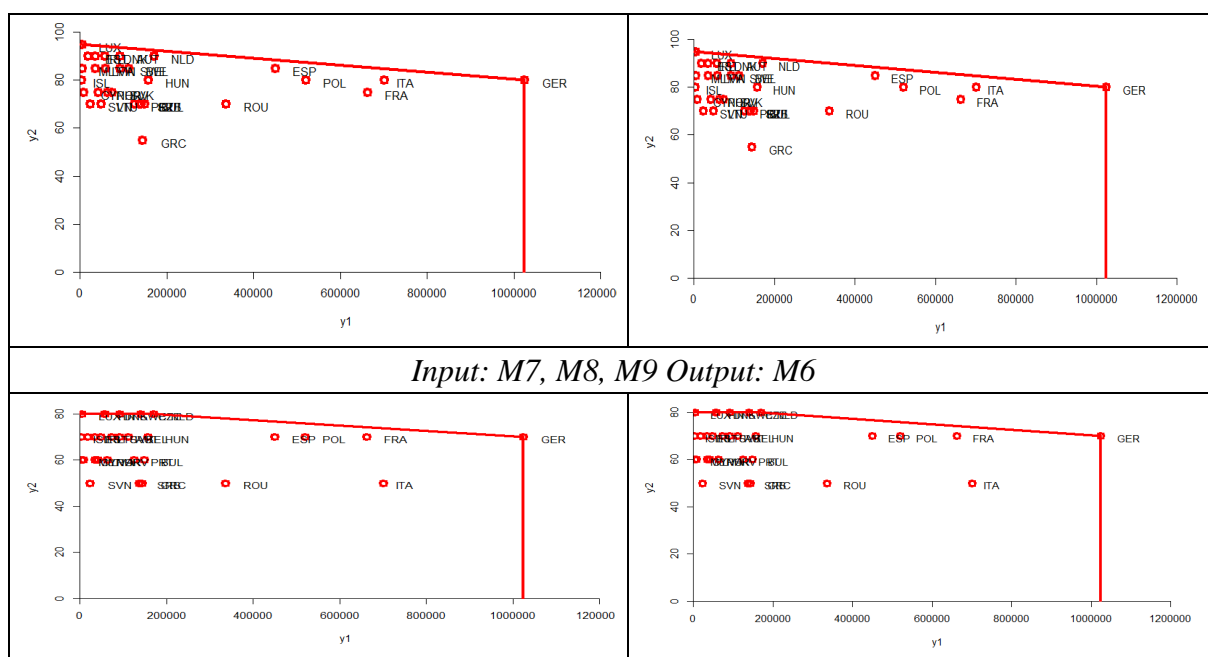


Рисунок 3.3.1. Кордон ефективності для 30 країн дослідницької вибірки:

DEA-модель (специфікація – ВСС та ССР; орієнтація – output)

Джерело: побудовано автором за допомогою пакету Benchmarking

На рисунку 3.3.1. використано такі умовні позначення: Показники: *Business Freedom (M1), Labor Freedom (M2), Monetary Freedom (M3), Trade Freedom (M4), Investment Freedom (M5), Financial Freedom (M6), Absence from work due to personal health problem (M7), Безробіття (M8), Смертність (M9)*

Країни: *Austria (AUT), Belgium (BEL), Bulgaria (BUL), Croatia (HRV), Cyprus (CYP), Czechia (CZE), Denmark (DNK), Estonia (EST), Finland (FIN), France (FRA), Germany (GER), Greece (GRC), Hungary (HUN), Iceland (ISL), Ireland (IRL), Italy (ITA), Latvia (LVA), Lithuania (LTU), Luxembourg (LUX), Malta (MLT), Netherlands (NLD), Norway (NOR), Poland (POL), Portugal (PRT), Romania (ROU), Serbia (SRB), Slovakia (SVK), Slovenia (SVN), Sweden (SWE)*

Як видно (рис. 3.3.1), положення кордону ефективності відрізняється несуттєво при використанні різних специфікацій DEA-моделі (CCR або ВСС).

Узагальнені результати дослідження демонструє таблиця 3.3.3. В ній числами 0, 1 та 2 в таблиці 3 позначено кількість разів, коли відповідна країна виявлялася найкращою серед інших у цій вибірці (в ній найбільш ефективно

працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод):

- Число 1 є індикатором того, що країна в процесі моделювання набула статусу «еталонної» (найбільш ефективної) при використанні однієї з двох специфікацій моделі (BCC та CCR);
- Число 2 є індикатором того, що країна в процесі моделювання набула статусу «еталонної» (найбільш ефективної) при використанні кожної з двох специфікацій моделі (BCC та CCR);
- Число 0 є індикатором того, що країна в процесі моделювання жодного разу не набула статусу «еталонної» (найбільш ефективної) при використанні будь-якої з двох специфікацій моделі (BCC та CCR).

Таблиця 3.3.3. Узагальнені результати DEA—аналізу

Країна	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M1	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M2	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M3	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M4	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M5	Вхід: M7, M8, M9 Вихід: M6
AUT	0	0	0	0	0	0
BEL	0	0	0	0	0	0
BUL	0	0	2	0	0	0
HRV	0	0	0	0	0	0
CYP	2	2	2	2	2	2
CZE	2	2	2	2	2	2
DNK	1	0	1	0	0	1
EST	0	0	0	0	0	0
FIN	0	0	0	0	0	1
FRA	0	0	0	0	0	0
GER	1	0	0	0	0	0
GRC	0	0	0	0	0	0
HUN	0	0	0	0	0	0
ISL	2	2	2	2	2	2
IRL	2	2	2	2	2	2
ITA	0	0	0	0	0	0
LVA	0	0	0	0	0	0
LTU	0	0	0	0	0	0
LUX	0	0	0	0	2	2
MLT	2	2	2	2	2	2
NLD	0	0	0	0	1	1
NOR	1	0	0	0	0	0
POL	0	0	0	0	2	0
PRT	0	0	0	0	0	0
ROU	2	2	2	2	2	2
SRB	0	0	0	0	0	0
SVK	0	0	0	0	0	0
SVN	1	0	1	0	0	0
ESP	0	0	0	0	0	0
SWE	0	0	0	0	0	1

Джерело: розраховано актором за допомогою MS Excel

*Note: Свобода підприємницької діяльності (M1), свобода праці (M2), грошова свобода (M3), свобода торгівлі (M4), свобода інвестицій (M5), фінансова свобода (M6), відсутність на роботі через проблеми зі здоров'ям (M7), Безробіття (M8), Смертність (M9)*

Аналіз таблиці 3.3.3 засвідчив, що найбільш ефективно національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод, працюють в таких країнах: Кіпр, Чехія, Ісландія, Ірландія, Мальта, Румунія. Ці країни демонструють «еталонну» ефективність (отримали позначку «2» в таблиці 3.3.3) в 6 випадках з 6 прорахованих.

Виявлено також 3 країни, які є «еталонними» не за всіма досліджуваними параметрами, а лише за 1 чи 2:

- 1) Болгарія – лише щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Грошову свободу (M3);
- 2) Люксембург – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу інвестицій (M5) та Фінансову свободу (M6);
- 3) Польща – лише щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу інвестицій (M5).

Є також група країн, які виявилися «еталонними» не за обома специфікаціями моделі (BCC та CCR), а за якоюсь однією з них (отримали позначку «1 » в таблиці 3.3.3):

- 1) Данія – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу бізнесу (M1), Грошову свободу (M3) та Фінансову свободу (M6);
- 2) Фінляндія – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Фінансову свободу (M6);
- 3) Німеччина – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу бізнесу (M1);
- 4) Нідерланди – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу інвестицій (M5) та Фінансову свободу (M6);

- 5) Норвегія – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу бізнесу (M1);
- 6) Словенія – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Свободу бізнесу (M1) та Грошову свободу (M3);
- 7) Швеція – щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на Фінансову свободу (M6).

Є також група країн, які жодного разу не опинилися в переліку «еталонних» (отримали позначку «0» в таблиці 3.3.3): Австрія, Бельгія, Хорватія, Естонія, Франція, Угорщина, Греція, Італія, Литва, Латвія, Португалія, Сербія, Словаччина, Іспанія.

В результаті проведеного дослідження визначено країни з найефективнішими механізмами для запобігання втратам людського капіталу, які гальмують розвиток макроекономічних свобод, а також перевірено гіпотезу, що зменшення непрацевдатності, безробіття та смертності (факторів, що гальмують розвиток людського капіталу) призводить до зростання таких макроекономічних свобод, як свобода бізнесу, праці, торгівлі, інвестицій, грошової та фінансової свободи.

Найефективніші механізми запобігання втратам людського капіталу виявлено в 6 країнах з 30 країн, що склали інформаційну базу дослідження на підґрунті статистичних даних The Heritage Foundation за 2021 рік та використання непараметричного методу охоплення даних (Data Envelopment Analysis), а саме в Кіпрі, Чехії, Ісландії, Ірландії, Мальті, Румунії. Також виявлено, що 15 країн (Австрія, Бельгія, Хорватія, Естонія, Франція, Угорщина, Греція, Італія, Литва, Латвія, Португалія, Сербія, Словаччина, Іспанія) жодного разу не увійшли до "еталонного" списку. Три країни є ефективними за окремими показниками макросвобод: Болгарія – монетарна свобода; Люксембург: свобода інвестицій та фінансова свобода; Польща: свобода інвестицій.

Для оцінювання ефективності використано моделі з орієнтаціям на вихід та специфікаціями CCR та BCC, мета яких – мінімізувати показники, що

гальмують розвиток макроекономічних свобод (зменшення непрацевдатності, безробіття та смертності). За допомогою фронтірних діаграм відображено кордони ефективності країн дослідження.

Проведене дослідження засвідчило, що існують країни, де механізми запобігання втратам людського капіталу ефективно сприяють розвитку макроекономічних свобод, й, відповідно, іншим країнам – учасницям дослідження, рекомендовано провести додаткові дослідження для визначення факторів, які сприяють ефективній роботі механізмів запобігання втратам людського капіталу, розробити та впровадити політичні заходи, для покращення макроекономічних свобод.

### Висновки розділу 3.

Теоретично обґрунтовано зв'язок між результативністю використання людського капіталу та макроекономічними свободами. Для цього проведено наукометричний та бібліометричний аналізи наукових публікацій.

Визначено перелік країн, у яких найбільш ефективно працюють національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод. Дослідження базується на такій гіпотезі: зменшення показників відсутності на роботі внаслідок проблем із здоров'ям, безробіття та смертності населення (як дестимуляторів / інгібіторів розвитку людського капіталу, зростання яких зменшує шанси працівника здобути необхідні знання та набути навичок для ефективного перетворення своєї праці на економічний актив) призводить до зростання рівня шести основних макроекономічних свобод: свободи бізнесу, праці, торгівлі, інвестицій, грошової та фінансової свободи. Для узагальнення наукової думки з досліджуваної проблематики за допомогою пакета R Bibliometrix у програмному забезпеченні R-Studio проведено бібліометричний аналіз взаємозв'язку кожного з цих факторів із сукупністю всіх макроекономічних свобод. Основу цього аналізу склали сформовані для кожного фактору-дестимулятора бази публікацій, проіндексованих базою даних Scopus, за 1937–2024, що складаються із 1 618, 1 578 та 1 517 літературних джерел. Цей аналіз дозволив сформулювати хмари найуживаніших ключових слів та проаналізувати динаміку їх застосування, простежити, як еволюціонували напрямки відповідних наукових досліджень та вживані ключові слова, побудувати тематичну карту дослідницького інтерфейсу тощо. Інформаційною базою дослідження є статистичні дані Europa та The Heritage Foundation; об'єктом – 30 країн Європи; часовим горизонтом – 2021 рік; основним методом – непараметричний метод Data Envelopment Analysis (моделі CCR і BCC); програмним комплексом – пакет rDEA й Benchmarking

на мові програмування R. Побудовано фронтірні графіки, що наочно відображають межі ефективності в орієнтаціях ССR та ВСС. Проведено шість ітерацій DEA-моделювання, кожна з яких використовує лише один із шести показників макроекономічних свобод як вихідні та три показники людського капіталу – як вхідні показники. Найбільш ефективно національні механізми, завдяки яким втрати людського капіталу не стають гальмом для зміцнення макроекономічних свобод, працюють у таких країнах: Кіпр, Чехія, Ісландія, Ірландія, Мальта, Румунія. Ці країни демонструють «еталонну» ефективність у шести випадках із шести прорахованих. Є також група країн, які жодного разу не опинилися в переліку «еталонних»: Австрія, Бельгія, Хорватія, Естонія, Франція, Угорщина, Греція, Італія, Литва, Латвія, Португалія, Сербія, Словаччина, Іспанія. Виявлено також країни, що є «еталонними» не за всіма параметрами, а лише за деякими: Болгарія – лише щодо впливу досліджуваних детермінант людського капіталу на грошову свободу, Люксембург – лише на свободу інвестицій та фінансову свободу, Польща – лише на свободу інвестицій.

Крім того, в розділі 3 висунуто та перевірено чотири гіпотези.

Гіпотеза 1: чи існує зв'язок між рівнем розвитку національної економіки та показниками здоров'я населення? Який характер цього зв'язку?

Гіпотеза 2: чи впливає стан здоров'я населення на економіку країни? Який характер цього впливу?

Гіпотеза 3: чи існує вплив окремих компонентів національної економіки на інтегральний показник здоров'я населення? Які величини коефіцієнтів цього впливу?

Гіпотеза 4: чи існує вплив окремих показників здоров'я населення як детермінанти якості людського капіталу на інтегральний показник національної економіки? Які величини коефіцієнтів цього впливу?

Для перевірки висунутих гіпотез проведено регресійний аналіз

(із використанням програмного забезпечення Stata 18) між розрахованими інтегральними показниками сутності здоров'я як складової



людського капіталу та показниками макроекономічних свобод, що характеризують стан національних економік 38 країн світу. Визначено відповіді на висунуті гіпотези про наявність і розмір впливу інтегральних показників здоров'я та національної економіки в контексті впливу один на одного. Інтегральні показники розроблено на підґрунті 19 індикаторів та застосуванні методики головних компонентів у програмному забезпечення Statistica 12. Так, підтверджено, що гіпотеза H1 обґрунтовує існування сильного статистично значущого зв'язку між інтегральним показником національної економіки ( $int\_n$ ) та інтегральним показником ( $int\_z$ ). Гіпотеза H2 також одержала підтвердження, проте коефіцієнт впливу значно менший, ніж отриманий коефіцієнт у процесі перевірки гіпотези H1. У процесі перевірки гіпотези H3 виявлене часткове її підтвердження, оскільки лише три показники (індекс свободи ведення бізнесу, свободи торгівлі та валовий національний дохід на душу населення) позитивно впливають на інтегральний показник здоров'я, проте один показник (податковий тягар) має негативний статистично значущий вплив. Повністю спростована гіпотеза H4 про наявність статистично значущої сили впливу складових інтегрального показника здоров'я на розроблений інтегральний показник національної економіки.

З економічного погляду, розвиток національної економіки країни пов'язаний із добробутом людського капіталу. Зокрема, збільшення інвестицій в освіту та охорону здоров'я, створення робочих місць, вчасність виплат заробітної плати та її підвищення сприяють зниженню людської нерівності, бідності та відповідно – розвитку національної економіки.

Крім того, оцінено ефективність національної економіки 30 країн Європи. Порівняння показників ефективності є однією з перших причин, що дозволяє оцінити конкурентоспроможність національної економіки на світовому рівні. Так, у роботі проведено шість ітерацій пошуку значень ефективності залежно від вихідних даних та постійної групи вхідних показників. Під час моделювання визначено шість країн, які виявилися еталонними в кожному розрахунку ефективності: Кіпр, Чехія, Ісландія,

Ірландія, Мальта, Румунія. Також виявлено країни, які мають статус еталонних країн за ефективністю в розрізі декількох параметрів: Болгарія, Люксембург, Польща, Данія, Фінляндія, Німеччина, Нідерланди, Норвегія, Словенія, Швеція. Визначені еталонні країни, які мають механізми запобігання втратам людського капіталу, що ефективно сприяють розвитку макроекономічних свобод. Вони є прикладом для інших, менш ефективних, країн світу.

Основні положення третього розділу дисертаційної роботи опубліковано автором в роботах [255,256]

## ВИСНОВКИ

У дисертації розвинено наявне та розроблено нове науково-методичне забезпечення моделювання взаємозв'язку людського капіталу й ефективності національної економіки в стрімких динамічних умовах трансформацій економіки та реформування галузей, пов'язаних із якістю людського капіталу, – охорони здоров'я, освіти, соціальних послуг.

За результатами проведеного дослідження зроблено такі висновки.

Проведено комбінований бібліометричний аналіз наукового доробку щодо взаємозв'язку людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки з використанням інструментарію VOSviewer, Bibliometrix, SciVal, ScientoPy. У загальній сукупності проаналізовано 1 835 наукових праць. Це дозволило узагальнити теоретичні підходи до змістовної суті поняття «людський капітал» та визначити напрямки взаємозв'язків між соціально-економічною нерівністю в контексті розвитку національної економіки, а також обумовило вибір показників для проведення подальших розрахунків і моделювань у дослідженні. Комплексну характеристику взаємозв'язків між людським капіталом та соціально-економічною нерівністю, а також виявлення індикаторів, що формують якість людського капіталу, визначають соціально-економічну нерівність, гальмують чи сприяють розвитку національної економіки, отримано за допомогою кореспондентного аналізу та серії карт, графів і діаграм, а саме: деревоподібної карти, семантико-тематичної карти, мережевого графа, трендового графа, кумулятивного графіка, алювіальної діаграми, географічної мапи. Зокрема, кумулятивний графік дозволив візуалізувати накопичення кількості згадок тематики дослідження з часом та визначити загальні тенденції. Графік трендів дослідницьких термінів дозволив визначити тенденції досліджень, що відбувалися на часовому проміжку з 1978 року до 2022 року. Тематичний простір відобразив належність напрямків досліджень

науковців до груп, що відповідають базовим темам, провідним, емерджентним або темам, що є забутими та застарілими, нішевим темам. Алювіальна діаграма дозволила визначити напрямок еволюції досліджень на прикладі ключових слів. Одержана під час аналізування діаграма поділила дослідження на дві часові групи – 1978–2016 роки та 2016–2022 роки – й відобразила динаміку еволюції ключових слів.

Оцінено взаємозв'язок людського капіталу та соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки за допомогою методів дискримінантного та кластерного аналізів із використанням агломеративного методу Уорда та нейромережевого моделювання за допомогою карт Кохонена. Методом Уорда сформовано вісім груп кластерів із 134 країн та проведене аналізування взаємозв'язку в розрізі кожної групи, об'єднаних за значеннями таких показників, як коефіцієнт людської нерівності, коефіцієнт Джині, нерівність в очікуваній тривалості життя, очікувана тривалість життя при народженні, валовий національний дохід, індекс очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність, загальна кількість населення, міське населення, індекс освіти, населення віком від 15 до 64 років. Такий аналіз дозволив виявити закономірності та зв'язки між різними аспектами людського розвитку й економічного добробуту в межах окремих груп країн.

Використовуючи дискримінантні функції, обґрунтовано, що найбільш впливовими показниками для розподілу країн на групи є населення віком 15–64 роки, нерівність в очікуваній тривалості життя та очікувана тривалість життя. Методом нейромоделювання з використанням самоорганізаційних карт Кохонена сформовано п'ять кластерів країн, змістовне наповнення яких значною мірою відрізняється від утворених кластерів методом Уорда. Проте результати обох методів кластеризації є статистично значущими та можуть бути використані в компаративному прогностичному аналізі взаємозв'язку людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки.

На основі проведеного дескриптивного та кореляційно-регресійного аналізів взаємозв'язку людського капіталу й соціально-економічної нерівності в контексті розвитку національної економіки отримано числові характеристики, таблицю коваріації, коефіцієнти кореляції Пірсона та рангової кореляції Спірмена, що підтверджують статистичну значущість ознакового простору індикаторів, визначають щільність і напрям кореляційного взаємозв'язку між ними. Аналізування регресійної моделі визначило наявність статистично значущого зв'язку між коефіцієнтом (величина впливу коефіцієнта) людської нерівності та соціально-економічними показниками, зокрема, коефіцієнтом Джині  $(-0,11)$ , нерівністю в очікуваній тривалості життя  $(1,22)$ , валовим національним доходом  $(-0,19)$  та індексом очікуваної тривалості життя з поправкою на нерівність  $(0,24)$ . Так, розроблена регресійна модель описує взаємозв'язок між окресленими змінними, визначає ступінь їх впливу та напрямок цього взаємозв'язку. Статистичну значущість одержаних коефіцієнтів впливу показників та статистичної значущості моделі підтверджено за допомогою перевірки, використавши Т-статистику, рівень значущості  $p$ -value, дисперсійний аналіз (ANOVA).

Крім того, проведений бібліометричний аналіз дозволив виявити наявність широкого взаємозв'язку наукового доробку щодо дослідження «продуктивність праці – людський капітал» та «громадське здоров'я – людський капітал» на підґрунті 763 наукових праць, візуальне подання наукових доробок здійснене з використанням інструментарію *Bibliometrix* у вигляді хмари ключових слів, деревоподібної карти, графіка еволюції популярності ключових слів, алювіальної діаграми тематик наукових досліджень. Утворені хмари відображають сукупність факторів, що комплексно впливають на громадське здоров'я та продуктивність праці в розрізі людського капіталу, а деревоподібні карти зображують відносну значущість категорії. Графіки еволюції популярності ключових слів у часі виділяють часові періоди, впродовж яких окреслене ключове слово було на

піку популярності в науковій сфері. Алювіальні діаграми продемонстрували, як змінилися наукові дослідження в розрізі однієї віхи в часовому періоді. Таким чином, візуальні зображення виконали функцію окреслення взаємозв'язку між складовими національної економіки: продуктивністю праці, людським капіталом та громадським здоров'ям. Кожна з цих складових є невід'ємною частиною забезпечення стабільності функціонування й розвитку національної економіки країни.

Методами регресійного моделювання MARS Spline та множинного регресійного аналізу з використанням процедури жорсткого відсіву незначущих показників (Backward Stepwise Selection) розроблено дві регресійні моделі, що описують величини впливу показників охоплення людей страхуванням, рівня зайнятості населення, середньої тривалості життя, витрат на систему охорони здоров'я у відсотках від ВВП та витрат на систему охорони здоров'я в натуральному вираженні, на змінну рівня продуктивності праці. Так, за результатом застосування методу Backward Stepwise Selection кількість впливових показників зменшилася до двох: очікувана тривалість життя (0,45) та витрати на систему охорони здоров'я (0,57). Показники підтвердили свою значущість у процесі дисперсійного аналізу. Таким чином, ці два показники здійснюють позитивний вплив на показник продуктивності праці, який є запорукою успішного розвитку людського капіталу. В той самий час розроблена регресійна модель методом MARS у програмному забезпеченні Salford Predictive Modeler 8 ґрунтується на п'яти базових функціях, що описують силу впливу змінних (очікувана тривалість життя та витрати на систему охорони здоров'я) на показник продуктивності праці. Модель множинного адаптивного регресійного сплайна є статистично значущою та якісною за такими показниками: кореневим середньоквадратичним відхиленням (RMSE), середньоквадратичною похибкою (MSE), критерієм узагальненої перехресної перевірки (GCV), середньою абсолютною похибкою (MAE), середнім абсолютним відхиленням (MAD) та коефіцієнтом детермінації.

На основі цієї методики з високою точністю визначено вплив детермінант на рівень продуктивності праці як індикатор якості людського капіталу. Крім того, особливістю успішного застосування запропонованої методології є можливість виявлення та дослідження складних залежностей між вхідними й вихідними даними на основі навчальної вибірки.

Також у дисертації визначено ефективність витрат на охорону здоров'я як фактору впливу на якість людського капіталу. Використано об'єктивний метод пошуку показників ефективності Data Envelopment Analysis, у якому застосовано дві підмоделі: ССR-модель та ВСС-модель, з огляду на орієнтацію ресурсів для одержання показника ефективності. Знайдені значення ефективності на основі даних щодо тривалості життя населення, використання охорони здоров'я (кількість звернень до лікарів), витрат на охорону здоров'я за допомогою програмного засобу R-Studio. За результатами DEA-аналізу визначено низку країн: Франція, Колумбія, Коста-Ріка, Німеччина, Латвія, Мексика, Швеція, Швейцарія, які є еталонними за показником ефективності. Детальний розгляд їх підходів та практик у сфері охорони здоров'я формує важливу інформацію для розвитку сфери охорони здоров'я та її складових в інших країнах світу як категорії, що складає людський капітал. Це дасть змогу стабільного розвитку національних економік країн, оскільки людський капітал є невід'ємною частиною національної економіки.

Одержані результати економіко-математичного моделювання взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національною економікою свідчать про наявність взаємозв'язку між інтегральними показниками та часткове підтвердження гіпотези про статистичний значущий зв'язок між складовими інтегрального показника національної економіки й інтегральним показником здоров'я. Зокрема, перевірка гіпотези 1 («Чи існує зв'язок між рівнем розвитку національної економіки та показниками здоров'я населення?») підтвердила

наявність статистично значущого зв'язку. Це означає, що країни з більш розвиненою економікою зазвичай мають кращі показники здоров'я населення.

Аналогічно, перевірка гіпотези 2 («Чи впливає стан здоров'я населення на економіку країни?») також дала позитивний результат. Стан здоров'я населення впливає на економіку, проте цей вплив менш значний, ніж вплив рівня розвитку національної економіки на здоров'я.

Дослідження гіпотези 3 («Чи існує вплив окремих компонентів національної економіки на інтегральний показник здоров'я населення?») виявило, що певні компоненти національної економіки дійсно впливають на інтегральний показник здоров'я. Зокрема, Індекс свободи ведення бізнесу, Свобода торгівлі та валовий національний дохід на душу населення мають позитивний вплив, а податковий тягар – негативний.

Перевірка гіпотези 4 («Чи існує вплив окремих показників здоров'я населення як детермінанти якості людського капіталу на інтегральний показник національної економіки?») не виявила статистично значущого впливу окремих показників здоров'я населення як категорії якості людського капіталу на інтегральний показник національної економіки.

DEA-моделювання визначило розмір впливу результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод у країні в контексті ефективності. Визначено показники ефективності країн у розрізі кожного показника економічних свобод, обраних як вихід, та показників людського капіталу, а саме: відсутність на роботі за станом здоров'я, безробіття, смертність. Одержане візуальне подання межі ефективності в розрізі проведених семи пошуків ефективності. Сформована узагальнена таблиця ефективності, за допомогою якої виявлено низку країн, які є еталонними за ефективністю в усіх проведених ітераціях пошуку ефективності: Кіпр, Чехія, Ісландія, Ірландія, Мальта, Румунія. Також виявлено країни, що є еталонами ефективності лише 1 чи 2 рази (Болгарія, Люксембург, Польща). До того ж є список країн, які мають статус еталона за ефективністю лише в одному випадку пошуку граничної ефективності (ВСС



та ССР): Данія, Фінляндія, Німеччина, Нідерланди, Норвегія, Словенія, Швеція. Означені країни та їх практики й підходи є безперечним прикладом для розроблення методичних рекомендацій щодо розвитку національної економіки.

Проведена дослідницька робота вирішує всі поставлені завдання для досягнення мети – розвитку науково-методичного забезпечення моделювання взаємозв'язку людського капіталу та ефективності національної економіки, й підтверджує свою актуальність у розрізі сучасних проблем розвитку національної економіки, людського капіталу та їх складових.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маркіна І. А., Калініченко О. В., Лесюк В. С. Економічна нерівність: світовий досвід та особливості в Україні. Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. 2019. URL: [http://ujae.org.ua/wpcontent/uploads/2020/02/ujae\\_2019\\_r03\\_a19.pdf](http://ujae.org.ua/wpcontent/uploads/2020/02/ujae_2019_r03_a19.pdf).
2. Мороз С. В. Соціальна нерівність як загроза економічній безпеці України. Вісник Хмельницького національного університету. 2020. URL: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wpcontent/uploads/2021/01/27-19.pdf>
3. Опалько В. В. Ідеологія причин нерівності та суперечності глобального економічного розвитку. Проблеми економіки. 2018. URL: [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy2018-2\\_0-pages-24\\_30.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy2018-2_0-pages-24_30.pdf).
4. Коваль Н. В. Соціально-економічна нерівність в Україні та світі: проблеми оцінювання та шляхи їх вирішення. Економіка та держава. 2016. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=ecde\\_2016\\_2\\_12](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=ecde_2016_2_12)
5. Волошина С. В., Скубіліна А. В., Чеботаренко А. Н. Нерівність доходів населення України як перешкода розвитку людського капіталу. Економіка і суспільство. 2017. URL: [https://economyandsociety.in.ua/journals/9\\_ukr/153.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/9_ukr/153.pdf).
6. Ляшенко О. М., Дума Л. В., Бажанова Н. В. Багатофакторне економічне моделювання людського розвитку в країнах. Економіка і управління. 2020. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/48067>
7. Simonovich M., Pierce A., Thomson H., McCartney G., Katikireddi S. V. Assessing the causal relationship between income inequality and mortality and self-assessment of Health: a protocol for systematic review and meta-analysis.

Systematic reviews. 2022.

<https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13643-022-01892-w.pdf>.

8. Sudo N. positive and negative effects of the COVID - 19 pandemic on subjective well-being and changing social inequality: data from Japanese prefectures. *SSM Popul Health*. 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352827322000088?pes=vor>.

9. Siegel A., Schug J.F., Rieger M.A. Social determinants of life expectancy at the age of 60: a district-level analysis in Germany. *Int J Environ Res Public Health*. 2022. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35162553/>

10. Nenow J., Nenow A., Priest A., Campbell K.M., Tumin D. Local Economic Inequality and the Primary Care Physician Workforce in North Carolina. *Journal of the American Board of Family Medicine*. 2022. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35039410/>

11. Aria M., & Cuccurullo C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 2017. 11(4), P. 959-975.

12. Bates M. J., Maack M. N. *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, 3rd Edition. Boca Raton. 2009, 6106 p. URL: <https://doi.org/10.1201/9780203757635>.

13. Desai, N., Veras, L., Gosain, A. Using Bradford's law of scattering to identify the core journals of pediatric surgery. *Journal of Surgical Research*. 2018. P. 90-95.

14. Черешнюк О.М.. Оцінка ефективності інноваційної діяльності промислових підприємств. *Економічний аналіз*. 2014. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/ecan\\_2014\\_15\(3\)\\_\\_32.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ecan_2014_15(3)__32.pdf)

15. Schachter, H. Objective and Subjective Performance Measures A Note on Terminology. *Administration & Society*. 2010. 42. 550-567. URL: <https://doi.org/10.1177/0095399710378080>
16. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978. 2(6), 429–444. URL: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
17. Yarovenko, H., Kuzmenko, O., Stumpo, M. DEA-Analysis Of The Effectiveness Of The Country's Information Security System. *SocioEconomic Challenges*. 2020. 4. 142-153. URL: [https://doi.org/10.21272/sec.4\(3\).142-153.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(3).142-153.2020)
18. Havlíček, J., Dömeová, L. Smutka, L., & Řezbová, H., & Severová, L., Subrt, T., Šrédl, K., Svoboda, R. Efficiency of Pig Production in the Czech Republic and in an International Context. *Agriculture*. 2020. 10. 597. URL: [https://www.researchgate.net/publication/355458983\\_International\\_aspects\\_of\\_the\\_pork\\_production\\_value\\_chain\\_in\\_the\\_Czech\\_Republic](https://www.researchgate.net/publication/355458983_International_aspects_of_the_pork_production_value_chain_in_the_Czech_Republic)
19. Babalola, T., Moodley, I. Assessing the Efficiency of Health-care Facilities in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. *Health Services Research and Managerial Epidemiology*. 2020. 7. 233339282091960. URL: <https://doi.org/10.1177/2333392820919604>
20. Simm J., Besstremyannaya G.. rDEA: Robust Data Envelopment Analysis (DEA) for R. 2022. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/rDEA/rDEA.pdf>
21. Bogetoft, P., Otto, L.. Benchmarking with DEA, SFA and R. 2011. URL: [https://www.researchgate.net/publication/233733459\\_Benchmarking\\_with\\_DEA\\_SFA\\_and\\_R](https://www.researchgate.net/publication/233733459_Benchmarking_with_DEA_SFA_and_R)
22. Рибка А. О. Аналіз факторів стимулювання розвитку людського капіталу. Інвестиції: практика та досвід. 2021. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/11\\_2021/21.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/11_2021/21.pdf)

23. Кентон В. Визначення людського капіталу: типи, приклади та зв'язок з економікою. Investopedia. 2022. URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/humancapital.asp#:~:text=The%20term%20human%20capital%20refers,such%20as%20loyalty%20and%20punctuality>
24. Baptiste N. Brain Drain and the Politics of Immigration. Foreign Policy In Focus. 2014. URL: <https://fpif.org/brain-drain-politics-immigration/>
25. Becker G. S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis 1964. 360 p
26. CFI Team. Людський капітал. Економічна цінність знань і вмінь працівника. Corporate finance institute. 2022. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/economics/human-capital/#:~:text=Human%20capital%20investments%20can%20be,total%20investments%20in%20human%20capital.>
27. Іто Е. Людський капітал: чому це важливо та 5 порад, як його покращити. BetterUp. 2021. URL: <https://www.betterup.com/blog/human-capital>
28. Проект людського капіталу: поширені запитання. Worldbank. 2022. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital/brief/the-human-capital-project-frequently-asked-questions>
29. Пратт М., Рой М., Маклафлін Е. Визначення бізнес-процес. Techtarget. 2022. URL: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/business-process#:~:text=What%20is%20a%20business%20process,possible%20and%20produce%20consistent%20outcomes.>
30. Борщук Є. М., Приймак В. І., Гинда С. М. Людський капітал – основа розвитку підприємства Демократичне врядування. 2016. С. 7. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeVr\\_2016\\_16-17\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeVr_2016_16-17_5)
31. Козакевич А. С. Синергетична парадигма управління людським капіталом. Modern Economics. 2019. С. 92-96. URL: <https://modecon.mnau.edu.ua/issue/14-2019/kozakevich.pdf>

32. Дрюкова Л. В. Людський капітал як основа сталого розвитку України. Економічні науки. 2013. С. 54-56 URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/1176/1/DRIUKOVA.pdf>
33. Фудорова О.М. Освіта як складова людського капіталу в умовах сучасного Українського суспільства. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. 2015. С. 147-150. URL: <https://periodicals.karazin.ua/ssms/article/download/4486/4057/>
34. Fischer S., Dornbusch R., Schmalenzi R. Economic theory. M., Unity, 2002.
35. Shultz T. Investment in Human Capital. American Economic Review. 1961. 270 p. URL: <https://la.utexas.edu/users/hcleaver/330T/350kPEESchultzInvestmentHumanCapital.pdf>
36. Білецький О.В. Формування і використання людського капіталу в інноваційній економіці. 2016. С. 26. URL: <https://abstracts.donnu.edu.ua/article/view/1821>
37. Social Cohesion and Reconciliation (SCORE) Index. 2023. URL: <https://scoreforpeace.org/en/ukraine/datasets>
38. Рубрика. Рішення для перемоги: дослідники визначили індекс людського капіталу для відновлення України 2023. URL: <https://rubryka.com/2023/10/17/indeks-lyudskogo-kapitalu/>
39. Skrynnyk, O. Prediction of Convergent and Divergent Determinants of Organisational Development. Business Ethics and Leadership. 2023. 7(1), 74-81. URL: [https://doi.org/10.21272/bel.7\(1\).74-81.2023](https://doi.org/10.21272/bel.7(1).74-81.2023)
40. Gardner, H., Paz, S., Ssoz, J. The influence of international trade on labour productivity in services: The case of Brazil in the 1990s. Review of Development Economics. 2022. 27, (1), p. 268-290. URL: <https://doi.org/10.1111/rode.12936>

41. Atiyatna, D., Bashir, A., & Hamidi, I. Identifying Factors Influencing the Labor Productivity of SMEs in South Sumatra. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*. 2021.19(1): 91-100. URL: <http://doi.org/10.29259/jep.v19i1.13111>
42. Sotnyk, I. M. Trends and problems in management of production and consumption dematerialization. *Actual Problems of Economics*. 2012. 134(8), 62-67. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84865116621&origin=resultslist>
43. Sheliemina, N. Interrelationship Between Indexes of the Population Medical Care Quality and Macroeconomic Efficiency. *Health Economics and Management Review*. 2023. 4(1), 47-59. URL: <https://doi.org/10.21272/hem.2023.1-05>
44. Blašková, M., Blaško, R., Rosak-Szyrocka, J., Ulewicz, R. Flexibility and variability of motivating employees and managers in Slovakia and Poland. *Polish Journal of Management Studies*. 2017. 15(1): 26–36. URL: <https://doi.org/10.17512/pjms.2017.15.1.03>
45. Kochmańska, A. Innovative approach to the management of culturally diverse human resources in today's labour market. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie*. 2019. 141: 173-182.
46. Kochmańska, A. Innovative, Intangible Ways of Motivating Employees in Modern Enterprises In The Time of The Covid-19 Pandemic. *Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA)*, 2021. P. 30-31. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/innovative-intangible-ways-of-motivating-employees-in-modern-enterprises-in-the-time-of-the-covid-19-pandemic/>
47. AL-Hashimi, Y.N., AL-Toobi, J.S., Ahmed, E.R. The Influence of Corporate Governance on Firm Performance During the COVID-19 Pandemic. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2023. 7(1), 109-122. URL: [https://doi.org/10.21272/fmir.7\(1\).109-122.2023](https://doi.org/10.21272/fmir.7(1).109-122.2023)

48. Trippner P. Determinants of pension capital management in Poland. *Investment Management and Financial Innovations*. 2020. 17(4), 315-326. URL: [http://doi.org/10.21511/imfi.17\(4\).2020.27](http://doi.org/10.21511/imfi.17(4).2020.27)
49. Kornieieva T., Varela, M., Luís, A. L., & Teixeira, N. Assessment of Labour Productivity and the Factors of Its Increase in European Union 27 and Ukrainian Economies. *Economies*. 2022. 10(11), 287. URL: <http://dx.doi.org/10.3390/economies10110287>
50. Lyeonov, S., Bilan, S., Yarovenko, H., Ostasz, G., & Kolotilina, O. Country's health profile: Social, economic, behavioral and healthcare determinants. *Economics and Sociology*, 2021. 14(3), 322-340. URL: [doi:10.14254/2071-789X.2021/14-3/17](https://doi.org/10.14254/2071-789X.2021/14-3/17)
51. Lyeonov, S., Vasilyeva, T., Bilan, Y., & Bagmet, K. Convergence of the institutional quality of the social sector: The path to inclusive growth. *International Journal of Trade and Global Markets*. 2021. 14(3), 272-291. URL: [doi:10.1504/IJTGM.2021.115712](https://doi.org/10.1504/IJTGM.2021.115712)
52. Amato, L. H., Cebula, R. J., & Connaughton, J. E. State productivity and economic growth. *Regional Studies, Regional Science*. 2022. 9(1), 180-203. URL: [doi:10.1080/21681376.2022.2059393](https://doi.org/10.1080/21681376.2022.2059393).
53. Dzwigol, H. The Concept of the System Approach of the Enterprise Restructuring Process. *Virtual Economics*. 2019. 2(4), 46–70. [https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04\(3\)](https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04(3)).
54. Dzwigol, H. The Uncertainty Factor in the Market Economic System: The Microeconomic Aspect of Sustainable Development. *Virtual Economics*. 2021. 4(1), 98–117. URL: [https://doi.org/10.34021/ve.2021.04.01\(5\)](https://doi.org/10.34021/ve.2021.04.01(5)).
55. Yu, Y., Xinxin, W., Ruoxi, L., Tingting, Y. The Mediating Role of Human Capital in the Relationship between Education Expenditure and Science and Technology Innovation: Evidence from China. *SocioEconomic Challenges*. 2023. 7(1), 129-138. URL: [https://doi.org/10.21272/sec.7\(1\).129-138.2023](https://doi.org/10.21272/sec.7(1).129-138.2023)
56. Ho, A. *Health Insurance*. Springer Science+Business. Media Dordrecht. 2015. URL: [http://doi.org/10.1007/978-3-319-05544-2\\_222-1](http://doi.org/10.1007/978-3-319-05544-2_222-1)



57. Erlangga D. Suhrcke M. Ali S. Bloor K. The impact of public health insurance on health care utilisation, financial protection and health status in low- and middle-income countries: A systematic review. *PLoS One*. 2019. 14(8). URL: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0219731>
58. Sommers B. Why Health Insurance Matters—and Why Research Evidence Should Too. *Academic Medicine*. 2017. 92(9). p 1228-1230, URL: <http://doi.org/10.1097/ACM.0000000000001723>
59. Dizioli, A., & Pinheiro, R. Health insurance as a productive factor. *Labour Economics*. 2016. 40, 1-24. URL: <http://doi.org/10.1016/j.labeco.2016.03.002>
60. Lyeonov, S. V., Kuzmenko, O., Koibichuk, V. V., Rubanov, P. M., & Smiiianov, V. A. Behavioral, social, economic and legal dimension of the public health system of ukraine: descriptive, canonical and factor analysis. *Wiadomosci Lekarskie*. 2021. 74(12), 3126-3134. URL: <http://doi.org/10.36740/wlek202112102>
61. Kozmenko, O., Merenkova, O., Boyko, A., & Kravchuk, H. Forecasting of principal directions of Ukrainian insurance market development based on German insurance market indices. *Innovative Marketing*. 2009. 5(4), 51-54. URL: [http://doi.org/10.21511/im.5\(4\).2009.01](http://doi.org/10.21511/im.5(4).2009.01)
62. Njegovanović, A. Financial Evolution and Interdisciplinary Research. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2023. 7(1), 71-95. URL: [https://doi.org/10.21272/fmir.7\(1\).71-95.2023](https://doi.org/10.21272/fmir.7(1).71-95.2023)
63. Grenčíková, A., Kordoš, M. and Berkovic, V. Impact of Industry 4.0 on labor productivity in the Slovak Republic. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. 18(2), 396-408. URL: [http://doi.org/10.21511/ppm.18\(2\).2020.32](http://doi.org/10.21511/ppm.18(2).2020.32)
64. Gontareva, I., Babenko, V., Shmatko, N., & Pawliszczy, D. Correlation of income inequality and entrepreneurial activity. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*. 2021. 14(1), 51-56. URL: <http://doi.org/10.22094/JOIE.2020.677815>

65. Belhadi, A., Abdellah, N., & Nezai, A. The Effect of Big Data on the Development of the Insurance Industry. *Business Ethics and Leadership*. 2023. 7(1), 1-11. URL: [https://doi.org/10.21272/bel.7\(1\).1-11.2023](https://doi.org/10.21272/bel.7(1).1-11.2023)
66. Naga, N., & Amalou, S.I. Employee Perceptions of Skill-Based Compensation in an Algerian Juice Company. *Business Ethics and Leadership*. 2023. 7(2), 55-62. URL: [https://doi.org/10.21272/bel.7\(2\).55-62.2023](https://doi.org/10.21272/bel.7(2).55-62.2023)
67. Abraham, K. G., & Kearney, M. Explaining the decline in the U.S. employment-to-population ratio: A review of the evidence (Working Paper 24333). National Bureau of Economic Research. 2018. URL: <http://doi.org/10.3386/w24333>
68. Zhang, Q., Wang, X. Factors Influencing Employment Rate and Mobility of Science and Engineering and Economics and Management Graduates in Northeast China: An Examination. SAGE Publishing. 2020. URL: <https://doi.org/10.1177/2158244020931935>
69. Murawska, A. Influence of population's education level on the employment and unemployment rates in the European Union countries. *Ekonomia i Prawo*. 2017. 16. 171. URL: <http://doi.org/10.12775/EiP.2017.012>
70. Kuzior, A., Kashcha, M., Kuzmenko, O., Lyeonov, S., & Brożek, P. Public health system economic efficiency and COVID-19 resilience: Frontier DEA analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. 19(22). URL: <http://doi.org/10.3390/ijerph192214727>
71. El Fallahi, F., Ibenrissoul, A., El Amri, A. Defining and Measuring Overall Performance In Emerging Countries: A Comprehensive Financial Perspective Review. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2023. 7(3), 81-93. URL: [https://doi.org/10.61093/fmir.7\(3\).81-93.2023](https://doi.org/10.61093/fmir.7(3).81-93.2023)
72. Oe, H., & Yamaoka, Y. Organisational performance in the post-COVID era led by top leadership: Focus on the mediating effects of value co-creation mindset. *Health Economics and Management Review*. 2023. 4(3), 34-47. URL: <https://doi.org/10.61093/hem.2023.3-03>

73. Uzyakova, E. S. Informal employment and its impact on Population's income and labor productivity. *Economic Development*. 2022. 33(6), 716-722. URL: <http://doi.org/10.1134/S1075700722060156>
74. Tian, F., Gao, J., Jang, K. A quantile regression approach to panel data analysis of health-care expenditure in Organisation for Economic Co-operation and Development countries. *Health Economics (United Kingdom)*. 2018. 27(12). 1921-1944. URL: <http://doi.org/10.1002/hec.3811>.
75. Babenko, V., Nehrey, M., Gaponova, E., Ryzliikova, N., & Zaporozhets, E. Life expectancy of population of the country: The role of health services effectiveness. *Research in World Economy*. 2019. 10(4), 86-91. URL: <http://doi.org/10.5430/rwe.v10n4p86>
76. Melnyk, L., Kubatko, O., Matsenko, O., Balatskyi, Y., & Serdyukov, K. Transformation of the human capital reproduction in line with industries 4.0 and 5.0. *Problems and Perspectives in Management*. 2021. 19(2), 480-494. URL: [http://doi.org/10.21511/ppm.19\(2\).2021.38](http://doi.org/10.21511/ppm.19(2).2021.38)
77. Schmitt, M. Dietary Choices as Prevention Measure: Assessment of Societal Effects Related to Life Expectancy in Germany. *Health Economics and Management Review*. 2023. 4(1), 26-38. URL: <https://doi.org/10.21272/hem.2023.1-03>
78. Aburto, J., Villavicencio, F., Basellini, U., Vaupel, J. Dynamics of life expectancy and life span equality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. 117 (10), 5250-5259. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1915884117>
79. Schöley, J., Aburto, J.M., Kashnitsky, I. Life expectancy changes since COVID-19. *Nat Hum Behav*. 2022. 6, 1649–1659. URL: <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01450-3>
80. Beltrán-Sánchez, H., Soneji, S., & Crimmins, E. M. Past, Present, and Future of Healthy Life Expectancy. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2015. 5(11): a025957. URL: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025957>

81. Letunovska, N., Saher, L., Vasylieva, T., & Lieonov, S. Dependence of public health on energy consumption: A cross-regional analysis. Paper presented at the E3S Web of Conferences. 2021. C.250. URL: [doi:10.1051/e3sconf/202125004014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125004014)
82. Kuzior, A. Technological Unemployment in the Perspective of Industry 4.0 Development. *Virtual Economics*. 2022. 5(1): 7–23. URL: [http://doi.org/10.34021/VE.2022.05.01\(1\)](http://doi.org/10.34021/VE.2022.05.01(1))
83. Horváth, A., Gyenge, G. Changes and trends based on perceived lifestyles reflected in movies. *SocioEconomic Challenges*. 2023. 7(3), 174-183. URL: [https://doi.org/10.61093/sec.7\(3\).174-183.2023](https://doi.org/10.61093/sec.7(3).174-183.2023)
84. Letunovska, N., Kashcha, M., Dluhopolskyi, O., Lyeonov, S., Artyukhova, N., Gąsior, M., & Sak-Skowron, M. Health risks and country sustainability: The impact of the COVID-19 pandemic with determining cause-and-effect relationships and their transformations. *Sustainability (Switzerland)*. 2023. 15(1), 222. URL: <http://doi.org/10.3390/su15010222>
85. Branning, G., & Vater, M. Healthcare Spending: Plenty of Blame to Go Around. *American health & drug benefits*. 2016. 9(8), 445–447.
86. Papanicolas, I., Woskie, L., Jha, A. Health Care Spending in the United States and Other High-Income Countries. *JAMA*. 2018. 319(10):1024-1039. URL: <http://doi.org/10.1001/jama.2018.1150>
87. Hartman, M., Martin, A., Washington, B., Catlin, A. and The National Health Expenditure Accounts Team. National Health Care Spending In 2020: Growth Driven By Federal Spending In Response To The COVID-19 Pandemic. *Health Affairs*. 2021. 41:1, 13-25. URL: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2021.01763>
88. Raghupathi, V., & Raghupathi, W. Healthcare Expenditure and Economic Performance: Insights From the United States Data. *Frontiers in public health*. 2020. 8, 156. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00156>
89. Tran, L., Zimmerman, F., & Fielding, J. Public health and the economy could be served by reallocating medical expenditures to social programs. *SSM -*

Population Health. 2017. 3, 185-191. URL: <http://doi.org/10.1016/j.ssmph.2017.01.004>

90. Awojobi, O.N., Kwabia, E., Adeniji, O.A. Social protection programmes in mitigating the socio-economic impacts of the Covid-19 pandemic: a comparative study of Ghana, Kenya, and South Africa. *SocioEconomic Challenges*. 2023. 7(3), 21-47. [https://doi.org/10.61093/sec.7\(3\).21-47.2023](https://doi.org/10.61093/sec.7(3).21-47.2023)

91. Ober, J., Karwot, J. The Effect of Publicly Available COVID-19 Information on the Functioning of Society, Businesses, Government and Local Institutions: A Case Study from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. 20(3): 2719. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph20032719>

92. Kuzior, A., Kettler, K., Rąb, Ł. Digitalization of Work and Human Resources Processes as a Way to Create a Sustainable and Ethical Organization. *Energies*. 2022. 15(1): 172. URL: <https://doi.org/10.3390/en15010172>

93. Usa facts. People covered by public or private health insurance. 2023. URL: <https://usafacts.org/data/topics/people-society/health/health-insurance-coverage/covered-by-private-or-government-insurance/>

94. Oecd. Labour productivity forecast. 2023. URL: <https://data.oecd.org/lprdty/labour-productivity-forecast.htm#>

95. Macrotrends. U.S. Life Expectancy 1950-2023. 2023. URL: <https://www.macrotrends.net/countries/USA/united-states/life-expectancy>

96. Usa facts. Healthcare expenditures as a percent of GDP. 2023. URL: <https://usafacts.org/data/topics/people-society/health/healthcare-expenditures/healthcare-expenditures-as-of-gdp/>

97. Usa facts. National spending on healthcare goods and services. 2023. URL: <https://usafacts.org/data/topics/people-society/health/healthcare-expenditures/national-spending-on-healthcare-goods-and-services/>

98. U.s. Bureau of labor statistics. Labor Force Statistics from the Current Population Survey. 2023. URL: <https://data.bls.gov/timeseries/LNS12000000>

99. Forbesindia. Топ-10 найбільших економік світу в 2024 році. 2024. URL: <https://www.forbesindia.com/article/explainers/top-10-largest-economies-in-the-world/86159/1>
100. Efroymson M., A. "Multiple regression analysis," *Mathematical Methods for Digital Computers*, Ralston A. and Wilf, HS, (eds.), Wiley, New York. 1960.
101. Friedman, J. H. "Multivariate Adaptive Regression Splines". *The Annals of Statistics*. 1991. 19 (1): 1–67. URL: [doi:10.1214/aos/1176347963](https://doi.org/10.1214/aos/1176347963)
102. Craven, P., Wahba, G. Smoothing noisy data with spline functions. *Numer. Math.* 1978. 31, 377–403. URL: <https://doi.org/10.1007/BF01404567>
103. Bottegal, G., & Pillonetto, G. The generalized cross validation filter. *Automatica*, 2018. 90, 130-137. URL: <http://doi.org/10.1016/j.automatica.2017.12.054>
104. Brychko, M., Bilan, Y., Lyeonov, S., & Streimikiene, D. Do changes in the business environment and sustainable development really matter for enhancing enterprise development? *Sustainable Development*. 2023. 31(2), 587-599. URL: <http://doi.org/10.1002/sd.2410>
105. Chugunov, I., Makohon, V., Kaneva, T. and Adamenko I. Influence of financial support of human capital development on economic growth. *Problems and Perspectives in Management*. 2022. 20(2), 269-280. URL: [http://doi.org/10.21511/ppm.20\(2\).2022.22](http://doi.org/10.21511/ppm.20(2).2022.22)
106. Sharma, J., & Kumar Mitra, S. Developing a used car pricing model applying Multivariate Adaptive regression Splines approach. *Expert Systems with Applications*. 2023. p. 236. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121277>
107. Sabancı, D., Kılıçarslan, S., & Adem, K. An application on forecasting for stock market prices: hybrid of some metaheuristic algorithms with multivariate adaptive regression splines. *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*. 2023. 16(4). 847-866. URL: <https://doi.org/10.1108/IJICC-02-2023-0030>

108. Yasmirullah, S.P., Otok, B. W., Purnomo, J. D., Prastyo, D. D. A hybrid model of spatial autoregressive-multivariate adaptive generalized Poisson regression spline. *Decision Science Letters*. 2023. 12(4). 721-728. URL: <http://doi.org/10.5267/j.dsl.2023.7.004>
109. Tirnakli, U., Tsallis, C., & Ay, N. Approaching a large deviation theory for complex systems. *Nonlinear Dynamics*. 2021. 106(3), 2537-2546. URL: <https://doi.org/10.1007/s11071-021-06904-3>
110. Kruk Yu. B. Legal aspects of healthcare in Ukrainian and international legislation. *Geopolitics of Ukraine: history and modernity. Geopolitics of Ukraine: history and modernity*. 2012. pp. 136-147. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/22>
111. Rybalka O. Ya., Gurinenko N. A., Ivanovsky S. V., Pasynok V. G. Main aspects of forming a culture of children's health in the family. 2017. pp. 112-120. URL: <http://ekhnuir.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/3885/2/Rubalka.pdf>
112. Salata I. V., Gorachuk V. V. 2021. Training of personnel for the healthcare system: organizational and legal aspects. *Investment: practice and experience*. 2021. pp. 102-109. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=7368&i=15>.
113. Surmyak Yu.R., Kudrik L. G. Psychological aspects of forming a culture of personal health as a component of national security. *Scientific Bulletin of Lviv State University of internal affairs*. 2012 pp. 165-174. URL: [https://www.lvduvs.edu.ua/documents\\_pdf/visnyky/nvsp/02\\_2012\\_1/12syursnb.pdf](https://www.lvduvs.edu.ua/documents_pdf/visnyky/nvsp/02_2012_1/12syursnb.pdf)
114. Sergin S. M., Sokolosky S. I., Shipko A. F. Mental health as a factor of efficiency of professional activity of a civil servant: foreign experience. 2009. pp. 1-10. URL: <http://www.dridu.dp.ua/zbirnik/2009-02/09ssmszd.pdf>.
115. Svintsitsky A. S. Population health as an important factor of state creation and national security. *Advanced*. 2013. pp. 7-13. URL: [http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/2174/1/%D0%9F%D0%9B\\_2013\\_2\\_7-13.pdf](http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/2174/1/%D0%9F%D0%9B_2013_2_7-13.pdf).

116. Fedko A. A. Health in the system of values of modern Ukrainian society. *Mechanisms of Public Administration*. 2009. pp. 82-85. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/23\\_2009/23.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/23_2009/23.pdf)
117. Prince M., Patel V., Saxena S., Maj M., Maselko J., Phillips M.R., Rahman A. No health without mental health. *National Library of Medicine*. 2007. pp. 859-857. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17804063/>.
118. Stoewen D.L. Dimensions of wellness: Change your habits, change your life. *Canadian Veterinary Medical Association*. 2017. pp. 861-862. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5508938/>.
119. Felman A. What is good health? *Medical news today*. 2020. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/150999>
120. Huber M., Knottnerus A., Green L., Horst H. How should we define health? *BMJ Clinical Research*. 2011. pp.1-3. URL: [https://www.researchgate.net/publication/51523299\\_How\\_should\\_we\\_define\\_health](https://www.researchgate.net/publication/51523299_How_should_we_define_health).
121. Constitution of the world health organization. 2006. pp. 1-20. URL: [https://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_en.pdf](https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf).
122. Akhlamov A.H., Kusiuk N.L. *Ekonomika ta finansuvannia haluzi okhorony zdorovia* 2011. P. 91. URL: [http://academy.gov.ua/NMKD/library\\_nadu/Biblioteka\\_Magistra/3b63646e-4026-4df2-826d-c561b5313180.pdf](http://academy.gov.ua/NMKD/library_nadu/Biblioteka_Magistra/3b63646e-4026-4df2-826d-c561b5313180.pdf)
123. WHO. World Health Organization. URL: [www.who.int](http://www.who.int).
124. Leonov S.V., Vasilieva T.A, Buryak A.V. Efficiency of banking business in Ukraine: stochastic frontier analysis. *Bulletin of the National Bank of Ukraine*. 2013. № 6. pp.19–25. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnbu\\_2013\\_6\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnbu_2013_6_10).
125. Lisec O., Hugo P., Seidel-Morgenstern A. Frontal analysis method to determine competitive adsorption isotherms. *Journal of Chromatography A*. 2001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967300009663>
126. Denysenko M., Dolot V. Health as an economic category. *Economics*. 2017. #4. P. 29-31. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/4\\_2017/7.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/4_2017/7.pdf)



127. Kolomiets, U., Petrushenko, Yu. The human capital theory. Encouragement and criticism. *SocioEconomic Challenges*. 2017. 1(1), 77-80. URL: <http://doi.org/10.21272/sec.2017.1-09>.
128. Keliuotytė-Staniulėnienė, G., Daunaravičiūtė, K. The Global Green Bond Market in the Face of the COVID-19 Pandemic. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2021. 5(1), 50-60. URL: [https://doi.org/10.21272/fmir.5\(1\).50-60.2021](https://doi.org/10.21272/fmir.5(1).50-60.2021)
129. OECD. Health care use. 2013. URL: <https://data.oecd.org/health.htm>
130. Health Index. Ukraine. 2022. URL: <http://healthindex.com.ua/reports>
131. Yalovenko O. V., Fetisov V. S. Analysis of survey data using cluster analysis. 2020. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/download/1778/pdf>
132. Жигайло О.М. Борис В.В. Кластерний аналіз даних в автоматизованих системах простежуваності. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. 2018. URL: [https://www.researchgate.net/publication/324382544\\_klasternij\\_analiz\\_danih\\_v\\_avtomatizovanih\\_sistemah\\_prostezuvanosti/fulltext/5b1056c54585150a0a5e0a13/klasternij-analiz-danih-vavtomatizovanih-sistemah-prostezuvanosti.pdf](https://www.researchgate.net/publication/324382544_klasternij_analiz_danih_v_avtomatizovanih_sistemah_prostezuvanosti/fulltext/5b1056c54585150a0a5e0a13/klasternij-analiz-danih-vavtomatizovanih-sistemah-prostezuvanosti.pdf).
133. Tyurin A. G., Zuev I. A. Cluster analysis, methods and algorithms of clustering. 2014. URL: <https://rtj.mirea.ru/upload/medialibrary/fba/09-tyurin.pdf>
134. Serga E.N. Universal iterative method of data clustering. 2013. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2013/05/17.pdf>.
135. Dronov S. V., Shelar A. Yu. Latent cluster analysis for two clusters. 2018. URL: <http://elibrary.asu.ru/xmlui/bitstream/handle/asu/6240/23-26.pdf?sequence=1&isAllowed=>
136. Amons O. A., Yanov Yu. a., Bepaly I. A. Clustering of documents based on statistical proximity of terms. 2008. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/47221436.pdf> .
137. Elgamifar E., Vidal R. Sparse subspace clustering: algorithm, theory, and application. 2003. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6482137>

138. Merwe D., Engelbrecht A. P. Data clustering using particle swarm optimization. 2004. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1299577/authors#authors>.
139. Sandeep R., Sanjay J. Rajesh K. Review of particle swarm optimization algorithms and their application to data clustering. 2011. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-010-9191-9>.
140. United Nations Development Programme. Human Development Index (HDI). 2024. URL: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
141. Our world in data. Twice as long – life expectancy around the world. 2021. URL: <https://ourworldindata.org/life-expectancy-globally>.
142. Statisticssolutions Discriminant Analysis. 2020. URL: <https://www.statisticssolutions.com/discriminant-analysis/>
143. Klebanova T. S., Hurianova L. S., Chahovets L. O., Panasenko O. V., Serhiienko O. A., Yatsenko R. M. Biznesanalitika bahatovymirnykh protsesiv. KhNEU. URL: <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/5-1-id5-1.html>.
144. Kohonen, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. Biol. Cybern. 1982. 43, 59–69 URL: <https://doi.org/10.1007/BF00337288>
145. Kohonen T. Honkela T. Kohonen network. Scholarpedia. 2007. URL: [http://www.scholarpedia.org/article/Kohonen\\_network](http://www.scholarpedia.org/article/Kohonen_network).
146. Основи законодавства України про охорону здоров'я. 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
147. Ціна держави : бюджет України. 2024. URL: <http://old.cost.ua/en/budget/expenditure/>.
148. Severino Ribessa. Диаграмма размаха (“ящик с усами”). Datavizcatalogue. 2022. URL: [https://datavizcatalogue.com/RU/metody/diagramma\\_razmaha.html](https://datavizcatalogue.com/RU/metody/diagramma_razmaha.html).
149. PsyMag. Діаграма розмаху або «Ящик з усами». 2021. URL: <https://psymag.info/article/d-agrama-rozmahu-aboyashchik-z-vusami-1631725548/>.

150. Celen, A. Comparative Analysis of Normalization Procedures in TOPSIS Method: With an Application to Turkish Deposit Banking Market. *Informatica*, 2014. 25(2). P. 185-208.

151. Chen, CY., Chen, RL., Sheu, MH. A fast additive normalization method for exponential computation. *Euromicro symposium on digital system design, proceedings*. 2003. P.286-293.

152. Sun, JC., Cao, XY., Liang, HW., Huang, WR., Chen, Zw., Li. ZG. New Interpretations of Normalization Methods in Deep Learning. Thirty-fourth AAAI conference on artificial intelligence, the thirty-second innovative applications of artificial intelligence conference and the tenth AAAI symposium on educational advances in artificial intelligence. 2020. P. 5875-5882.

153. Us, H., Malyarets, L., Chudaieva, I., & Martynova, O. Multi-Criteria Optimization of the Balanced Scorecard for the Enterprise's Activity Evaluation: Management Tool for Business-Innovations. *Marketing and Management of Innovations*. 2018. 3. 48-58. URL: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.3-04>.

154. Xiao, W. "Novel Online Algorithms for Nonparametric Correlations with Application to Analyze Sensor Data". *IEEE International Conference on Big Data*. 2019. P. 404–412. URL: [doi:10.1109/BigData47090.2019.9006483](https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006483).

155. Economy-pedia. Регресійний аналіз. 2022. URL: <https://uk.economy-pedia.com/11032660-regression-analysis>.

156. Statsoft. Analysis of variance (ANOVA). 2022. URL: [http://statsoft.ru/products/STATISTICA\\_Base/analysis-ofvariance.php](http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Base/analysis-ofvariance.php).

157. Bartels R. The rank von Neumann test as a test for autocorrelation in regression models. *Communications in Statistics – Theory and Methods*. 2007. 13(20). P.2495-2502. URL: <http://doi.org/10.1080/03610928408828839>.

158. Flegl, M., & Gress, E. S. H. A two-stage Data Envelopment Analysis model for investigating the efficiency of the public security in Mexico. *Decision Analytics Journal*. 2023. 6, 100181. URL: <https://doi.org/10.1016/J.DAJOUR.2023.100181>

159. See, K. F., Ma, Z., & Tian, Y. Examining the efficiency of regional university technology transfer in China: A mixed-integer generalized data envelopment analysis framework. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. 197, 122802. URL: <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2023.122802>

160. Vaseei, M., Daneshmand-Mehr, M., Bazrafshan, M., & Kanafi, A. G. A network data envelopment analysis to evaluate the performance of a sustainable supply chain using bootstrap simulation. *Journal of Engineering Research*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JER.2023.10.003>

161. Jiakui, C., Abbas, J., Najam, H., Liu, J., & Abbas, J. Green technological innovation, green finance, and financial development and their role in green total factor productivity: Empirical insights from China. *Journal of Cleaner Production*. 2023. 382. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135131>

162. The Heritage Foundation. Index of economic freedom. 2021. URL: <https://www.heritage.org/index/ranking>

163. Europa. Absence from work due to personal health problems by sex, age and educational attainment level. 2019. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hlth\\_ehis\\_aw1e/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hlth_ehis_aw1e/default/table?lang=en)

164. Europa. Unemployment by sex and age. 2021. URL: [https://eige.europa.eu/gender-statistics/dgs/indicator/ta\\_wrklab\\_lab\\_unemploy\\_gen\\_\\_une\\_rt\\_a/bar/year:2021/geo:EU27\\_2020,BE,BG,CZ,DK,DE,EE,IE,EL,ES,FR,HR,IT,CY,LV,LT,LU,HU,MT,NL,AT,PL,PT,RO,SI,SK,FI,SE,IS,NO,CH,ME,MK,RS,TR/age:Y15-74/unit:PC\\_ACT/sex:T,M,W](https://eige.europa.eu/gender-statistics/dgs/indicator/ta_wrklab_lab_unemploy_gen__une_rt_a/bar/year:2021/geo:EU27_2020,BE,BG,CZ,DK,DE,EE,IE,EL,ES,FR,HR,IT,CY,LV,LT,LU,HU,MT,NL,AT,PL,PT,RO,SI,SK,FI,SE,IS,NO,CH,ME,MK,RS,TR/age:Y15-74/unit:PC_ACT/sex:T,M,W)

165. Europa. Deaths by age and sex. 2021. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo\\_magec/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_magec/default/table?lang=en)

166. Lotfi, F. H., & Shirouyehzad, H. Analyzing Efficiency of Human Resource Performance; Using Data Envelopment Analysis. In 1st Conference on executive MBA (Vol. 12). 2010. 12.

167. Tasnim, N., & Afzal, M. An empirical investigation of country level efficiency and national systems of entrepreneurship using Data Envelopment Analysis (DEA) and the TOBIT model. *Journal of Global Entrepreneurship Research*. 2018. 8. URL: [10.1186/s40497-018-0138-y](https://doi.org/10.1186/s40497-018-0138-y).

168. Dugelova M., Strenitzerová, M. The Using of Data Envelopment Analysis in Human Resource Controlling. *Procedia Economics and Finance*. 2015. 26. 468-475. URL: [10.1016/S2212-5671\(15\)00875-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00875-8).

169. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Фронтірний аналіз соціально-демографічних даних. *Приазовський економічний вісник*. 2021. 5(28). DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-5-28>

170. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Посилення економічного зростання в контексті зменшення диференціації людської нерівності. *Причорноморські економічні студії*. 2022. 74 С. 240-248. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.74-36>

171. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Кластерний аналіз соціально-економічних детермінант здоров'я. *Причорноморські економічні студії*. 2022. 75. С. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.75-16>

172. Aleksandra Kuzior, Vitaliia Koibichuk, Serhii Drozd, Dymytrii Grytsyshen and Tetiana Vasylieva Determinants of labor productivity in the USA. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. 21(4), 724-739. URL: [doi:10.21511/ppm.21\(4\).2023.54](https://doi.org/10.21511/ppm.21(4).2023.54)

173. Koibichuk, V., Khan, B., & Drozd, S. The USA medical insurance as a stimulating factor to increase labour efficiency. *Health Economics and Management*. 2023. Review, 2, 40-50. URL: <https://doi.org/10.21272/hem.2023.2-04>

174. Видатки бюджету України 2022. URL: <http://old.cost.ua/budget/expenditure/>

175. Мокрецов С. Є. Оцінка якості життя населення як інтегральний показник для коригування державної політики охорони репродуктивного здоров'я. *Економіка та держава*. 2012. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/6\\_2012/29.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/6_2012/29.pdf)

176. Подольчак Н. Ю., Хім М. К.. Міжнародні інтегральні показники оцінки ефективності роботи державних службовців у країнах ЄС. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. 2020. URL: [https://web.archive.org/web/20201211231421id\\_/http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2020/nov/22597/vse-61-72.pdf](https://web.archive.org/web/20201211231421id_/http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2020/nov/22597/vse-61-72.pdf)
177. Войтко С. В., Покрас О. С.. Знаходження інтегрального показника конкурентоспроможності країн в аспекті територіального брендінгу. Наукова періодика України. 2016. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4726>
178. Havrylenko, M., Shiyko, V., Horal, L., Khvostina, I., & Yashcheritsyna, N. Economic and mathematical modeling of industrial enterprise business model financial efficiency estimation. E3S Web of Conferences. 2020. 166. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613025>
179. Eurostat. Смертність за віком і статтю. 2024. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/DEMO\\_MAGEC/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/DEMO_MAGEC/default/table)
180. Global Health Security Index. 2024. URL: <https://ghsindex.org/>
181. Організація економічного співробітництва та розвитку. Стан здоров'я. Очікувана тривалість життя при народженні. 2024. URL: <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=24879>
182. Eurostat. ВВП та основні компоненти. 2024. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama\\_10\\_gdp/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_gdp/default/table?lang=en)
183. Організація економічного співробітництва та розвитку. Валовий національний дохід на душу населення. 2024. URL: <https://data.oecd.org/natincome/gross-national-income.htm>
184. Braeken, J., & van Assen, M. A. L. M. An empirical Kaiser criterion. Psychological Methods. 2017. 22(3), 450-466. <http://dx.doi.org/10.1037/met0000074>

185. Schachter, H.. Objective and Subjective Performance Measures A Note on Terminology. *Administration & Society*. 2010. 42. 550-567. URL: <https://doi.org/10.1177/0095399710378080>
186. Merriam-Webster. Human capital. In Merriam-Webster.com dictionary. 2023. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/human%20capital>
187. Law, J., Smullen, J.. *A Dictionary of Finance and Banking* (4 ed.). 2008. URL: <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780199229741.001.0001/acref-9780199229741-e-4732>
188. Becker, G.. *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education* (3rd ed.). University of Chicago Press. 1993. ISBN 978-0-226-04120-9. {59}
189. Samsudeen, S., Kaldeen, M.. Impact of Human Capital Capabilities on Knowledge Management Process. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 2020. 24. 463-478. URL: <https://doi.org/10.37200/IJPR/V24I7/PR270045>
190. Benzoni, L., Chyruk, O.. The Value and Risk of Human Capital. *Review of Financial Economics*, 2015. URL: <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FINANCIAL-110613-034406>
191. Ruzikulov, S.. Levels of formation and development of human capital. *International Journal Of Management And Economics Fundamental*. 2022. URL: <https://doi.org/10.37547/ijmef/volume02issue04-03>
192. Abdullayev, E.. Attention to the issue of human capital in the constitution and national legislation. *American Journal Of Social Sciences And Humanity Research*. 2023. URL: <https://doi.org/10.37547/ajsshr/volume03issue02-12>
193. Gumbau A.. The impact of health status and human capital formation on regional performance: Empirical evidence. *Papers in Regional Science*, 2021. 100(1), 123–140. URL: <https://doi.org/10.1111/PIRS.12561>

194. Zheng, L., Lu, Y.. Health Human Capital Investment and Economic Growth. *Technium Social Sciences Journal*. 2020. 8. 229-248. URL: <https://doi.org/10.47577/tssj.v8i1.707>.
195. Gillard, S., Foster, R., White, S., Healey, A., Bremner, S., Gibson, S., Goldsmith, L., Lucock, M., Marks, J., Morshead, R., Worner, J., & Priebe, S. Peer support for discharge from inpatient to community mental health care: the ENRICH research programme. *Programme Grants for Applied Research*, 2023. 11(8), 9–92. URL: <https://doi.org/10.3310/LQKP9822>
196. Yang, Y., Zhou, L., Zhang, C., Luo, X., Luo, Y., & Wang, W. Public Health Services, Health Human Capital, and Relative Poverty of Rural Families. *International journal of environmental research and public health*, 2022. 19(17), 11089. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph191711089>
197. Triatmanto, B., Bawono, S. The interplay of corruption, human capital, and unemployment in Indonesia: Implications for economic development. *Journal of Economic Criminology*, 2023. 2, 100031. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JECONC.2023.100031>
198. Chukwu, C.. Impact of Human Capital Development on Unemployment in Nigeria. *SSRN*. 2022. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4400447>
199. Rocco, L., Fumagalli, E., Mirelman, A., Suhrcke, M.. Mortality, morbidity and economic growth. *PLoS ONE* 2021. 16(5): e0251424. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251424>
200. Liu, L., Meng, Y., Wu, D., Ran, Q., Cao, J., & Liu, Z. Impact of haze pollution and human capital on economic resilience: evidence from prefecture-level cities in China. *Environment, Development and Sustainability*, 2023. 25(11), 13429–13449. URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02625-8>
201. Ha, J. S., & Kim, J. A. The importance of an emotional expression guide to prevent work-related health problems in emotional laborers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021. 18(13). URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph18136710>



202. Nagasubramaniyan, G., & Joseph, A. Urban-rural unemployment and crime in India: a panel data analysis. *International Journal of Sustainable Economy*, 2023. 16(1), 1–15. URL: <https://doi.org/10.1504/IJSE.2024.135196>
203. Majeed, H., Baumann, S., & Majeed, H. Understanding the association between county-level unemployment and health stratified by education and income in the southwestern United States. *Scientific Reports*, 2023. 13(1). URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49088-z>
204. Butkus, M., Dargenyte-Kacileviciene, L., Matuzeviciute, K., Rupliene, D., & Seputiene, J. The role of labor market regulations on the sensitivity of unemployment to economic growth. *Eurasian Economic Review*, 2023. 13(3–4), 373–427. URL: <https://doi.org/10.1007/s40822-023-00235-x>
205. de Camargo Cancela, M., Monteiro dos Santos, J. E., Lopes de Souza, L. B., Martins, L. F. L., Bezerra de Souza, D. L., Barchuk, A., Hanly, P., Sharp, L., Soerjomataram, I., & Pearce, A. The economic impact of cancer mortality among working-age individuals in Brazil from 2001 to 2030. *Cancer Epidemiology*, 2023. 86. URL: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2023.102438>
206. Hao, H., Nicholas, S., Xu, L., Leng, A., Sun, J., & Han, Z. Productivity Losses Due to Diabetes in Urban Rural China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022. 19(10). URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19105873>
207. Onyimadu, O., Violato, M., Astbury, N. M., Jebb, S. A., & Petrou, S. Health Economic Aspects of Childhood Excess Weight: A Structured Review. *Children*, 2022. 9(4). URL: <https://doi.org/10.3390/children9040461>
208. Murayama, H., Nakamoto, I., & Tabuchi, T. Social capital and covid-19 deaths: An ecological analysis in japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021. 18(20). URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph182010982>
209. Marson, M., Migheli, M., & Saccone, D. Free to die: Economic freedoms and influenza mortality. *Economics and Human Biology*, 2023. 49. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101238>

210. Chen, R.-M. Whether Economic Freedom Is Significantly Related to Death of COVID-19. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/6660160>
211. Cervelló-Royo, R., Devece, C., & Blanco-González Tejero, C. Economic freedom influences economic growth and unemployment: an analysis of the Eurozone. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 2023. 36(2). URL: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2023.2175007>
212. Gouider, A. Impact of Economic Freedom on Youth Unemployment in the Gulf Cooperation Council Countries. *Montenegrin Journal of Economics*, 2022. 18(3), 67–75. URL: <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2022.18-3.5>
213. Man, L. B., Rahman, N. A., & Arsad, Z. The Relationship of Economic Freedom and Governance Quality on the Unemployment Rate in Selected Asian countries. *Central Asia and the Caucasus*, 2021. 22(5), 461–473. URL: <https://doi.org/10.37178/ca-c.21.5.041>
214. Dempere, J. Control of the first wave of COVID-19: Some economic freedom-related success factors. *Journal of International Studies*, 2021. 14(4), 187–200. URL: <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2021/14-4/13>
215. Callais, J. T., & Pavlik, J. B. Does economic freedom lighten the blow? Evidence from the great recession in the United States. *Economics of Governance*, 2023. 24(3), 357–398. URL: <https://doi.org/10.1007/s10101-022-00283-0>
216. Nissan, E., & Niroomand, F. Linking Labor Productivity to Economic Freedom. *American Economist*, 2008. 52(2), 42–53. URL: <https://doi.org/10.1177/056943450805200206>
217. Zhang, F., Hall, J., & Yao, F. DOES ECONOMIC FREEDOM AFFECT THE PRODUCTION FRONTIER? A SEMIPARAMETRIC APPROACH WITH PANEL DATA. *Economic Inquiry*, 2018. 56(2), 1380–1395. URL: <https://doi.org/10.1111/ecin.12548>
218. Moga Rogoz, A., Sart, G., Bayar, Y., & Gavriletea, M. Impact of Economic Freedom and Educational Attainment on Life Expectancy: Evidence

- From the New EU Member States. *Frontiers in public health*, 2022. 10, 907138. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.907138>
219. FELDMANN, H. Economic freedom and human capital investment. *Journal of Institutional Economics*. 2016. 13. 1-25. URL: <https://doi.org/10.1017/S174413741600028X>.
220. King, E. M., Montenegro, C. E., & Orazem, P. F. Economic Freedom, Human Rights, and the Returns to Human Capital: An Evaluation of the Schultz Hypothesis. *Economic Development and Cultural Change*, 2012. 61(1), 39–72. URL: <https://doi.org/10.1086/666948>
221. Satrovic, Elma. MODERATING EFFECT OF ECONOMIC FREEDOM ON THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN CAPITAL AND SHADOW ECONOMY. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2019. 21. 295-306. URL: <https://doi.org/10.26468/trakyasobed.491233>.
222. Naanwaab, C., & Diarrassouba, M. ECONOMIC FREEDOM, HUMAN CAPITAL, AND FOREIGN DIRECT INVESTMENT. *The Journal of Developing Areas*, 2016. 50(1), 407–424. URL: <http://www.jstor.org/stable/24737356>
223. Faria, H. J., Montesinos-Yufa, H. M., Morales, D. R., & Navarro, C. E. Unbundling the roles of human capital and institutions in economic development. *European Journal of Political Economy*, 2016. 45, 108–128. URL: <https://doi.org/10.1016/J.EJPOLECO.2016.08.001>
224. Ali, M.; Egbetokun, A.; Memon, M.H. Human Capital, Social Capabilities and Economic Growth. *Economies*, 2018. 6, 2. URL: <https://doi.org/10.3390/economies6010002>
225. Mohammadi, H.; Shayanmehr, S.; Borrero, J.D. Does Freedom Matter for Sustainable Economic Development? New Evidence from Spatial Econometric Analysis. *Mathematics* 2023, 11, 145. URL: <https://doi.org/10.3390/math11010145>
226. Xiang G., Liu J., Zhong S., Deng M.. Comprehensive metrological and content analysis of the income inequality research in health field: A bibliometric

analysis. *Frontiers in Public Health*. 2022. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.901112> (дата звернення: 03.06.2022).

227. Korom P.. A bibliometric visualization of the economics and sociology of wealth inequality: a world apart?. *Scientometrics*. 2019. 118, 849–868. URL: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-03000-z> (дата звернення: 03.06.2022).

228. Garrigos-Simon F., Botella-Carrubi M., Gonzalez-Cruz T., Social Capital, Human Capital, and Sustainability: A Bibliometric and Visualization Analysis. *Sustainability*. 2018. 10, 4751. URL: <https://doi.org/10.3390/su10124751> (дата звернення: 03.06.2022).

229. Yu Murayama. Human Capital Inequality with Subsistence Consumption," *Journal of the Knowledge Economy*, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET), 2022. Vol. 13(3), pages 2127-2137, URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00807-9> (дата звернення: 03.06.2022).

230. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // *Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur.* — 1901. — V. 37, Bd. 140. — S. 241—272. URL: <https://doi.org/10.5169/seals-266440>

231. Scopus. Пошук документів. 2022. URL: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic> (дата звернення: 03.06.2022).

232. 8. Lee K. Yang Y. Educational attainment and emotional well-being in adolescence and adulthood. *SSM. Mental health*. 2022. 2, 100138. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ssmmh.2022.100138> (дата звернення: 03.06.2022).

233. Edmonds R., Ochaya A., Sansom N. The role of resilience processes in education and well-being outcomes for separated children in Uganda: Exploring street-connected children's pathways through a resilience-based programme and beyond. *Global Studies of Childhood*. 2022.12(1), 14-26. URL: <https://doi.org/10.1177/20436106221082677>.(дата звернення: 03.06.2022).

234. Arman A. Purwandaya B. Saefuddin, A. The Impact of Quality of Education and Higher Education on Economic Growth. *Journal of Economic*

Education. 2020. 9. 64-70. URL: <https://doi.org/10.15294/jees.v9i1.36774>. (дата звернення: 03.06.2022).

235. Goczek Ł., Witkowska E., Witkowski B. How Does Education Quality Affect Economic Growth? Sustainability. 2021. 13, 6437. URL: <https://doi.org/10.3390/su1311643> (дата звернення: 03.06.2022).

236. Wang Z., Sohail M. Short- and Long-Run Influence of Education on Subjective Well-Being: The Role of Information and Communication Technology in China. Frontiers in psychology. 2022. 13, 927562. . URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.927562> (дата звернення: 03.06.2022).

237. Ruiz-Rosero, J., Ramirez-Gonzalez, G., & Viveros-Delgado, J. Software survey: ScientoPy, a scientometric tool for topics trend analysis in scientific publications. Scientometrics, 1-24. 2019. URL: <https://github.com/jpruiz84/ScientoPy>

238. VOSviewer. VOSviewer - Visualizing scientific landscapes. 2024. URL: <https://www.vosviewer.com/>

239. World Bank. Building Human Capital. 2018. URL: [https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1328-3\\_ch3](https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1328-3_ch3)

240. Collin M., Weil D.. The Effect of Increasing Human Capital Investment on Economic Growth and Poverty. 2018. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/786861537902769850/pdf/WPS8590.pdf>

241. Oecd. The economic benefits of education. 2008. URL: <https://www.oecd.org/berlin/42244848.pdf>

242. Patrinos, H. Estimating the return to schooling using the Mincer equation. IZA World of Labor 2016: 278 URL: <https://10.15185/izawol.278>

243. UNICEF. Бідність та нерівні можливості дітей в Україні. 2021. URL: <https://www.unicef.org/ukraine/en/child-poverty-and-disparities-ukraine>

244. The World Bank. The World Bank. HCP Countries at a Glance. 2024. URL:

[https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/hcp\\_country\\_map\\_86\\_countries\\_bb.jpg](https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/hcp_country_map_86_countries_bb.jpg)

245. The World Bank. Human Capital Ministerial Conclave Annual Meetings 2023. 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/events/2023/10/13/human-capital-ministerial-conclave-annual-meetings-2023#2>

246. Elsevier. SciVal provides strategic insights to help your research programs thrive. 2024. URL: [https://www.elsevier.com/products/scival?dgcid=RN\\_AGCM\\_Sourced\\_300005487](https://www.elsevier.com/products/scival?dgcid=RN_AGCM_Sourced_300005487)

247. French National Authority for Health (HAS). 2024. URL: <https://www.has-sante.fr/>

248. Ministry of Health and Social Protection. 2024. URL: <https://www.minsalud.gov.co/English/Paginas/inicio.aspx>

249. Sitio Web del Ministerio de Salud Costa Rica. 2024. URL: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/>

250. Federal Ministry of Health. 2024. URL: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/en/>

251. Ministry of Health of the Republic of Latvia. 2024. URL: <https://www.vi.gov.lv/en/ministry-health-republic-latvia-health-inspectorate>

252. Secretaría de Salud. 2024. URL: <https://www.gob.mx/salud/en>

253. Ministry of Health and Social Affairs. 2024. URL: <https://www.government.se/government-of-sweden/ministry-of-health-and-social-affairs/>

254. Federal Office of Public Health FOPH. 2024. URL: <https://www.bag.admin.ch/bag/en/home.html>

255. Yehorova, Y., & Drozd, S. Determinants of Human Capital Development and Macroeconomic Freedoms: DEA Modelling. *Business Ethics and Leadership*, 2024. 8(1), 203-219. [https://doi.org/10.61093/be1.8\(1\).203-219.2024](https://doi.org/10.61093/be1.8(1).203-219.2024)

256. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Детермінанти розвитку людського капіталу та національної економіки: економіко-математичне моделювання взаємозв'язку. *Вісник економіки. Вип. 2. С. 8-22.*

257. Дрозд С. А., Романов Р. О. Бібліометрикс як інструмент для аналізу взаємозв'язку розвитку людського капіталу та соціально-економічної нерівності. *Академічні візії.* 2023. Вип.24. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1177>

258. Koibichuk, V., Krawczyk, D., Drozd, S., Khan, B., Kostyshyna, T., & Kubaščíková, Z. RESERVES TO PREVENT WAGE DELAYS: A MONTE CARLO SIMULATION. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* (2024). 2(55), 257–268. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.55.2024.4384>

259. Запорізький національний університет. Методи кластерного аналізу. Ієрархічні методи. 2020. С. 10. [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/486140/mod\\_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%2010.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/486140/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%2010.pdf)

## Додатки

## Додаток А

Таблиця А.1 Вхідні дані.

	Країна	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Норвегія	6	27	3	82,4	66494	0,931	5,4	82,6	0,93	3,5
2	Ірландія	7,2	32,8	3,4	82,3	68371	0,926	4,9	63,4	0,922	3,2
3	Швейцарія	6,8	32,7	3,5	83,8	69394	0,947	8,6	73,8	0,9	5,7
4	Ісландія	5,6	26,8	2,4	83	54682	0,946	0,3	93,9	0,926	0,2
5	Німеччина	7,9	31,9	3,8	81,3	55314	0,908	83,5	77,4	0,943	54
6	Швеція	6,5	28,8	2,9	82,8	54508	0,938	10	87,7	0,918	6,2
7	Австралія	7,9	34,4	3,7	83,4	48085	0,94	25,2	86,1	0,924	16,3
8	Нідерланди	6,9	28,5	3,1	82,3	57707	0,928	17,1	91,9	0,914	11
9	Данія	6	28,7	3,6	80,9	58662	0,903	5,8	88	0,92	3,7
10	Фінляндія	5,3	27,4	3	81,9	48511	0,924	5,5	85,4	0,927	3,4
11	Сполучене Королівство	7,9	34,8	4,1	81,3	46071	0,905	67,5	83,7	0,928	43,1
12	Бельгія	7,7	27,4	3,6	81,6	52085	0,914	11,5	98	0,902	7,4
13	Канада	8,4	33,8	4,6	82,4	48527	0,916	37,4	81,5	0,894	24,9
14	Сполучені Штати Америки	12,1	41,4	6,3	78,9	63826	0,848	329,1	82,5	0,9	214,7
15	Австрія	6,9	29,7	3,7	81,5	56197	0,912	9	58,5	0,865	6
16	Ізраїль	10,9	39	3,3	83	40187	0,937	8,5	92,5	0,883	5,1
17	Японія	8,1	32,9	2,9	84,6	42932	0,965	126,9	91,7	0,851	75,4
18	Словенія	4,6	24,2	2,9	81,3	38080	0,916	2,1	54,8	0,91	1,3
19	Корея (Республіка)	10,7	31,6	3	83	43044	0,941	51,2	81,4	0,865	37
20	Люксембург	9,6	34,9	3,4	82,3	72712	0,925	0,6	91,2	0,806	0,4
21	Іспанія	13,1	34,7	3	83,6	40975	0,949	46,7	80,6	0,831	30,7
22	Франція	8,9	31,6	3,8	82,7	47173	0,927	65,1	80,7	0,817	40,3
23	Чехія	4,4	24,9	3	79,4	38109	0,886	10,7	73,9	0,89	6,9
24	Мальта	7,9	29,2	4,6	82,5	39555	0,918	0,4	94,7	0,825	0,3
25	Естонія	6,9	30,4	3,6	78,8	36019	0,871	1,3	69,1	0,882	0,8
26	Італія	11,8	35,9	3,1	83,5	42776	0,947	60,5	70,7	0,793	38,6
27	Греція	10,8	34,4	3,5	82,2	30155	0,924	10,5	79,4	0,849	6,7
28	Кіпр	9,1	31,4	3,6	81	38207	0,904	1,2	66,8	0,827	0,8
29	Литва	10	37,3	5,5	75,9	35799	0,813	2,8	67,9	0,898	1,8
30	Польща	7,6	29,7	4,3	78,7	31623	0,865	37,9	60	0,869	25,3
31	Латвія	9,2	35,6	5,4	75,3	30282	0,805	1,9	68,2	0,883	1,2
32	Португалія	11,8	33,8	3,5	82,1	33967	0,921	10,2	65,8	0,768	6,6
33	Словаччина	6,1	25,2	5	77,5	32113	0,841	5,5	53,7	0,826	3,7
34	Угорщина	7,3	30,6	4,2	76,9	31329	0,838	9,7	71,6	0,821	6,4
35	Чилі	15,9	44,4	6,3	80,2	23261	0,868	19	87,6	0,81	13
36	Хорватія	7,9	30,4	4,3	78,5	28070	0,861	4,1	57,2	0,805	2,7
37	Аргентина	13,2	41,4	8,6	76,7	21190	0,797	44,8	92	0,855	28,7
38	Чорногорія	9,4	39	3,6	76,9	21399	0,844	0,6	67,2	0,803	0,4
39	Румунія	11,4	36	6,3	76,1	29497	0,808	19,4	54,1	0,765	12,7



## Продовження таблиці А.1

	А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	Казахстан	7,1	27,5	7,7	73,6	22857	0,761	18,6	57,5	0,83	11,8
41	Туреччина	16,5	41,9	9	77,7	27701	0,808	83,4	75,6	0,731	55,9
42	Уругвай	12,6	39,7	7,9	77,9	20064	0,821	3,5	95,4	0,765	2,2
43	Болгарія	11,3	40,4	6,1	75,1	23325	0,795	7	75,3	0,779	4,5
44	Панама	20,1	49,2	12	78,5	29558	0,792	4,2	68,1	0,7	2,8
45	Грузія	11,5	36,4	7,9	73,8	14429	0,762	4	59	0,862	2,6
46	Коста-Ріка	17,5	48	7,1	80,3	18486	0,862	5	80,1	0,726	3,5
47	Сербія	12,1	36,2	4,9	76	17192	0,819	8,8	56,3	0,783	5,8
48	Маврикій	13,6	36,8	9,4	75	25266	0,766	1,3	40,8	0,736	0,9
49	Сейшели	15,2	46,8	9,6	73,4	26903	0,743	0,1	57,1	0,726	0,1
50	Албанія	10,9	33,2	7,2	78,6	13998	0,836	2,9	61,2	0,746	2
51	Шрі-Ланка	13,8	39,8	7	77	12707	0,815	21,3	18,6	0,746	13,9
52	Боснія і Герцеговина	14,2	33	5,4	77,4	14872	0,835	3,3	48,6	0,711	2,2
53	Мексика	20,8	45,4	10,5	75,1	19160	0,758	127,6	80,4	0,703	84,7
54	Україна	6,5	26,1	7,4	72,1	13216	0,742	44	69,5	0,799	29,6
55	Перу	18,8	42,8	10,8	76,7	12252	0,779	32,5	78,1	0,74	21,6
56	Таїланд	16,7	36,4	7,9	77,2	17781	0,81	69,6	50,7	0,682	49,3
57	Вірменія	9,7	34,4	8,7	75,1	13894	0,774	3	63,2	0,74	2
58	Північна Македонія	11,8	34,2	7,9	75,8	15865	0,791	2,1	58,2	0,704	1,4
59	Колумбія	21,6	50,4	10,7	77,3	14257	0,787	50,3	81,1	0,682	34,5
60	Бразилія	24,4	53,9	10,9	75,9	14263	0,766	211,1	86,8	0,694	147,2
61	Китай	15,7	38,5	7,9	76,9	16057	0,806	1433,8	60,3	0,657	1014
62	Еквадор	18,4	45,4	11,5	77	11044	0,776	17,4	64	0,702	11,3
63	Сент-Люсія	16,9	51,2	10,6	76,2	14616	0,773	0,2	18,8	0,672	0,1
64	Домініканська Республіка	21,1	43,7	17	74,1	17591	0,691	10,7	56	0,711	7
65	Молдова	10,3	25,7	9,6	71,9	13664	0,722	4	42,7	0,711	2,9
66	Алжир	19,7	27,6	14,1	76,9	11174	0,752	43,1	73,2	0,672	27,1
67	Мальдіви	20,4	31,3	6	78,9	17417	0,852	0,5	40,2	0,573	0,4
68	Туніс	18,9	32,8	9	76,7	10414	0,794	11,7	69,3	0,661	7,9
69	Монголія	14	32,7	13,1	69,9	10839	0,667	3,2	68,5	0,736	2,1
70	Йорданія	14,6	33,7	10,6	74,5	9858	0,75	10,1	91,2	0,667	6,3
71	Парагвай	22,8	46,2	13,8	74,3	12224	0,719	7	61,9	0,638	4,5
72	Болівія	23,7	42,2	22,5	71,5	8554	0,614	11,5	69,8	0,695	7,1
73	Індонезія	17,7	39	13,9	71,7	11459	0,685	270,6	56	0,65	183,3
74	Філіппіни	17,8	44,4	15,3	71,2	9778	0,668	108,1	47,1	0,678	69,4
75	Південна Африка	31,2	63	19,2	64,1	12129	0,549	58,6	66,9	0,724	38,4
76	Єгипет	28,7	31,5	11,6	72	11466	0,707	100,4	42,7	0,618	61,1
77	В'єтнам	16,5	35,7	12,9	75,4	7433	0,742	96,5	36,6	0,63	66,8
78	Габон	22,5	38	22,8	66,5	13930	0,552	2,2	89,7	0,65	1,3
79	Киригизстан	9,5	27,7	11,3	71,5	4864	0,702	6,4	36,6	0,73	4
80	Ірак	19,4	29,5	15,9	70,6	10801	0,655	39,3	70,7	0,557	23
81	Сальвадор	21,1	38,6	12,5	73,3	8359	0,718	6,5	72,7	0,555	4,2
82	Таджикистан	12,4	34	16,7	71,1	3954	0,655	9,3	27,3	0,682	5,6

## Продовження таблиці А.1

	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
83	Гватемала	26,9	48,3	14,6	74,3	8494	0,713	17,6	51,4	0,519	10,8
84	Нікарагуа	23,2	46,2	13,1	74,5	5284	0,728	6,5	58,8	0,573	4,2
85	Буган	26,3	37,4	17,1	71,8	10746	0,66	0,8	41,6	0,496	0,5
86	Намібія	33,6	59,1	22,1	63,7	9357	0,524	2,5	51	0,584	1,5
87	Індія	25,7	37,8	19,7	69,7	6681	0,613	1366,4	34,5	0,555	915,6
88	Гондурас	24,8	52,1	13,3	75,3	5308	0,737	9,7	57,7	0,499	6,2
89	Бангладеш	23,7	32,4	17,3	72,6	4976	0,669	163	37,4	0,529	110,2
90	Сан-Томе і Принсіпі	16,7	56,3	17	70,4	3952	0,643	0,2	73,6	0,567	0,1
91	Лаоська Народно-Демократична Республіка	24,7	36,4	22,6	67,9	7413	0,571	7,2	35,6	0,481	4,6
92	Есватіні (Королівство)	29	54,6	25,1	60,2	7919	0,463	1,1	24	0,557	0,7
93	Гана	27,8	43,5	24,2	64,1	5269	0,514	30,4	56,7	0,563	18,1
94	Тимор-Лешті	26,7	28,7	21,7	69,5	4440	0,596	1,3	30,9	0,51	0,8
95	Непал	24,9	32,8	17,5	70,8	3457	0,645	28,6	20,2	0,521	18,5
96	Кенія	26,2	40,8	22,5	66,7	4244	0,557	52,6	27,5	0,534	30,7
97	Замбія	30,6	57,1	26,5	63,9	3326	0,496	17,9	44,1	0,557	9,5
98	Ангола	31,7	51,3	32	61,2	6104	0,43	31,8	66,2	0,5	16,3
99	Конго	24,9	48,9	22,8	64,6	2879	0,529	5,4	67,4	0,543	3
100	Зімбабве	22,5	44,3	24,2	61,5	2666	0,484	14,6	32,2	0,587	8
101	Камерун	33,4	46,6	33,5	59,3	3581	0,402	25,9	57	0,547	14,2
102	Пакистан	30,2	33,5	29,9	67,3	5005	0,51	216,6	36,9	0,402	131,3
103	Папуа-Нова Гвінея	29,6	41,9	24,1	64,5	4301	0,52	8,8	13,2	0,439	5,4
104	Коморські острови	44,2	45,3	28,9	64,3	3099	0,485	0,9	29,2	0,482	0,5
105	Мавританія	31,8	32,6	30	64,9	5135	0,484	4,5	54,5	0,396	2,6
106	Бенін	36,9	47,8	34,9	61,8	3254	0,418	11,8	47,9	0,478	6,4
107	Уганда	26,7	42,8	27,2	63,4	2123	0,486	44,3	24,4	0,523	22,8
108	Руанда	28,4	43,7	19,5	69	2155	0,607	12,6	17,3	0,458	7,2
109	Нігерія	35,2	43	37,1	54,7	4910	0,336	201	51,2	0,499	107,7
110	Кот-д'Івуар	35,3	41,5	33,3	57,8	5069	0,388	25,7	51,2	0,453	14,3
111	Танзанія	24,9	40,5	25,3	65,5	2600	0,522	58	34,5	0,429	31,1
112	Мадагаскар	26	42,6	21,1	67	1596	0,571	27	37,9	0,486	15,3
113	Лесото	27,4	44,9	33,1	54,3	3151	0,353	2,1	28,6	0,532	1,3
114	Того	31,7	43,1	30,5	61	1602	0,439	8,1	42,2	0,517	4,5
115	Сенегал	31,2	40,3	21,2	67,9	3309	0,581	16,3	47,7	0,345	8,8
116	Гаїті	40	41,1	32,2	64	1709	0,459	11,3	56,2	0,456	7
117	Судан	34,3	34,2	27,4	65,3	3829	0,506	42,8	34,9	0,345	24,1

## Продовження таблиці А.1

	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 8	Гамбія	31,2	35,9	28,5	62,1	2168	0,463	2,3	61,9	0,406	1,3
11 9	Ефіопія	27,3	35	24,9	66,6	2207	0,538	112,1	21,2	0,341	62,9
12 0	Малаві	28,6	44,7	25,1	64,3	1035	0,51	18,6	17,2	0,47	10
12 1	Конго	30,2	42,1	36,1	60,7	1063	0,4	86,8	45	0,496	44,2
12 2	Гвінея-Бісау	37,4	50,7	32,3	58,3	1996	0,399	1,9	43,8	0,414	1,1
12 3	Ліберія	31,8	35,3	29,8	64,1	1258	0,476	4,9	51,6	0,426	2,8
12 4	Гвінея	33,1	33,7	31,3	61,6	2405	0,44	12,8	36,5	0,354	6,8
12 5	Ємен	30,9	36,7	24,7	66,1	1594	0,534	29,2	37,3	0,35	16,9
12 6	Мозамбiк	30,7	54	29,8	60,9	1250	0,441	30,4	36,5	0,395	16
12 7	Буркіна-Фасо	29,5	35,3	32	61,6	2133	0,435	20,3	30	0,312	10,8
12 8	Сьєрра-Леоне	34,5	35,7	39	54,7	1668	0,326	7,8	42,5	0,406	4,4
12 9	Малі	32,4	33	36,7	59,3	2269	0,383	19,7	43,1	0,286	9,9
13 0	Бурунді	29,6	38,6	28,5	61,6	754	0,457	11,5	13,4	0,417	6
13 1	Південний Судан	36	46,3	36,2	57,9	2003	0,372	11,1	19,9	0,307	6,1
13 2	Чад	37,4	43,3	40,9	54,2	1555	0,311	15,9	23,3	0,288	8,1
13 3	Центральноафриканська Республіка	41,3	56,2	40,1	53,3	993	0,307	4,7	41,8	0,353	2,5
13 4	Нігер	27,4	34,3	30,9	62,4	1201	0,451	23,3	16,5	0,249	11,1

## Додаток Б

Таблиця Б.1 – Вхідні данні розділу

Країна/Показник	K1	K2	K3	K4	K5
А	1	2	3	4	5
Норвегія	6,0	27,0	3,0	66 494	0,931
Ірландія	7,2	32,8	3,4	68 371	0,926
Швейцарія	6,8	32,7	3,5	69 394	0,947
Ісландія	5,6	26,8	2,4	54 682	0,946
Німеччина	7,9	31,9	3,8	55 314	0,908
Швеція	6,5	28,8	2,9	54 508	0,938
Австралія	7,9	34,4	3,7	48 085	0,940
Нідерланди	6,9	28,5	3,1	57 707	0,928
Данія	6,0	28,7	3,6	58 662	0,903
Фінляндія	5,3	27,4	3,0	48 511	0,924
Об'єднане Королівство	7,9	34,8	4,1	46 071	0,905
Бельгія	7,7	27,4	3,6	52 085	0,914
Канада	8,4	33,8	4,6	48 527	0,916
Сполучені Штати	12,1	41,4	6,3	63 826	0,848
Австрія	6,9	29,7	3,7	56 197	0,912
Ізраїль	10,9	39,0	3,3	40 187	0,937
Японія	8,1	32,9	2,9	42 932	0,965
Корея (Республіка)	10,7	31,6	3,0	43 044	0,941
Люксембург	9,6	34,9	3,4	72 712	0,925
Іспанія	13,1	34,7	3,0	40 975	0,949
Франція	8,9	31,6	3,8	47 173	0,927
Чехія	4,4	24,9	3,0	38 109	0,886
Мальта	7,9	29,2	4,6	39 555	0,918
Естонія	6,9	30,4	3,6	36 019	0,871
Італія	11,8	35,9	3,1	42 776	0,947
Греція	10,8	34,4	3,5	30 155	0,924
Кіпр	9,1	31,4	3,6	38 207	0,904
Литва	10,0	37,3	5,5	35 799	0,813
Польща	7,6	29,7	4,3	31 623	0,865
Латвія	9,2	35,6	5,4	30 282	0,805
Португалія	11,8	33,8	3,5	33 967	0,921
Словаччина	6,1	25,2	5,0	32 113	0,841
Угорщина	7,3	30,6	4,2	31 329	0,838
Чилі	15,9	44,4	6,3	23 261	0,868
Хорватія	7,9	30,4	4,3	28 070	0,861
Аргентина	13,2	41,4	8,6	21 190	0,797
Чорногорія	9,4	39,0	3,6	21 399	0,844
Румунія	11,4	36,0	6,3	29 497	0,808
Казахстан	7,1	27,5	7,7	22 857	0,761
Туреччина	16,5	41,9	9,0	27 701	0,808
Уругвай	12,6	39,7	7,9	20 064	0,821
Болгарія	11,3	40,4	6,1	23 325	0,795
Панама	20,1	49,2	12,0	29 558	0,792
Грузія	11,5	36,4	7,9	14 429	0,762
Коста-Ріка	17,5	48,0	7,1	18 486	0,862
Сербія	12,1	36,2	4,9	17 192	0,819
Маврикій	13,6	36,8	9,4	25 266	0,766
Сейшельські острови	15,2	46,8	9,6	26 903	0,743
Албанія	10,9	33,2	7,2	13 998	0,836
Шрі Ланка	13,8	39,8	7,0	12 707	0,815
Боснія і Герцеговина	14,2	33,0	5,4	14 872	0,835
Мексика	20,8	45,4	10,5	19 160	0,758
Україна	6,5	26,1	7,4	13 216	0,742
Перу	18,8	42,8	10,8	12 252	0,779

## Продовження таблиці Б.1

А	1	2	3	4	5
Таїланд	16,7	36,4	7,9	17 781	0,810
Вірменія	9,7	34,4	8,7	13 894	0,774
Північна Македонія	11,8	34,2	7,9	15 865	0,791
Колумбія	21,6	50,4	10,7	14 257	0,787
Бразилія	24,4	53,9	10,9	14 263	0,766
Китай	15,7	38,5	7,9	16 057	0,806
Еквадор	18,4	45,4	11,5	11 044	0,776
Сент-Люсія	16,9	51,2	10,6	14 616	0,773
Домініканська республіка	21,1	43,7	17,0	17 591	0,691
Молдова (Республіка)	10,3	25,7	9,6	13 664	0,722
Алжир	19,7	27,6	14,1	11 174	0,752
Мальдіви	20,4	31,3	6,0	17 417	0,852
Туніс	18,9	32,8	9,0	10 414	0,794
Монголія	14,0	32,7	13,1	10 839	0,667
Йорданія	14,6	33,7	10,6	9 858	0,750
Парагвай	22,8	46,2	13,8	12 224	0,719
Болівія (Багатонаціональна Держава)	23,7	42,2	22,5	8 554	0,614
Індонезія	17,7	39,0	13,9	11 459	0,685
Філіппіни	17,8	44,4	15,3	9 778	0,668
Південна Африка	31,2	63,0	19,2	12 129	0,549
Палестина, держава	13,4	33,7	12,0	6 417	0,732
Єгипет	28,7	31,5	11,6	11 466	0,707
В'єтнам	16,5	35,7	12,9	7 433	0,742
Габон	22,5	38,0	22,8	13 930	0,552
Киргизстан	9,5	27,7	11,3	4 864	0,702
Ірак	19,4	29,5	15,9	10 801	0,655
Сальвадор	21,1	38,6	12,5	8 359	0,718
Таджикистан	12,4	34,0	16,7	3 954	0,655
Гватемала	26,9	48,3	14,6	8 494	0,713
Нікарагуа	23,2	46,2	13,1	5 284	0,728
Бутан	26,3	37,4	17,1	10 746	0,660
Намібія	33,6	59,1	22,1	9 357	0,524
Індія	25,7	37,8	19,7	6 681	0,613
Гондурас	24,8	52,1	13,3	5 308	0,737
Бангладеш	23,7	32,4	17,3	4 976	0,669
Сан-Томе і Принсіпі	16,7	56,3	17,0	3 952	0,643
Лаоська Народно-Демократична Республіка	24,7	36,4	22,6	7 413	0,571
Есватіні (Королівство)	29,0	54,6	25,1	7 919	0,463
Гана	27,8	43,5	24,2	5 269	0,514
Тимор-Лешті	26,7	28,7	21,7	4 440	0,596
Непал	24,9	32,8	17,5	3 457	0,645
Кенія	26,2	40,8	22,5	4 244	0,557
Замбія	30,6	57,1	26,5	3 326	0,496
Ангола	31,7	51,3	32,0	6 104	0,430
Конго	24,9	48,9	22,8	2 879	0,529
Зімбабве	22,5	44,3	24,2	2 666	0,484
Камерун	33,4	46,6	33,5	3 581	0,402
Пакистан	30,2	33,5	29,9	5 005	0,510
Папуа-Нова Гвінея	29,6	41,9	24,1	4 301	0,520
Коморські острови	44,2	45,3	28,9	3 099	0,485
Мавританія	31,8	32,6	30,0	5 135	0,484
Бенін	36,9	47,8	34,9	3 254	0,418
Уганда	26,7	42,8	27,2	2 123	0,486
Руанда	28,4	43,7	19,5	2 155	0,607
Нігерія	35,2	43,0	37,1	4 910	0,336
Кот д'Івуар	35,3	41,5	33,3	5 069	0,388

## Продовження таблиці Б.1

Б	1	2	3	4	5
Танзанія (Об'єднана Республіка)	24,9	40,5	25,3	2 600	0,522
Мадагаскар	26,0	42,6	21,1	1 596	0,571
Лесото	27,4	44,9	33,1	3 151	0,353
Йти	31,7	43,1	30,5	1 602	0,439
Сенегал	31,2	40,3	21,2	3 309	0,581
Гаїті	40,0	41,1	32,2	1 709	0,459
Судан	34,3	34,2	27,4	3 829	0,506
Гамбія	31,2	35,9	28,5	2 168	0,463
Ефіопія	27,3	35,0	24,9	2 207	0,538
Малаві	28,6	44,7	25,1	1 035	0,510
Конго (Демократична Республіка)	30,2	42,1	36,1	1 063	0,400
Гвінея-Бісау	37,4	50,7	32,3	1 996	0,399
Ліберія	31,8	35,3	29,8	1 258	0,476
Гвінея	33,1	33,7	31,3	2 405	0,440
Смен	30,9	36,7	24,7	1 594	0,534
Мозамбік	30,7	54,0	29,8	1 250	0,441
Буркіна Фасо	29,5	35,3	32,0	2 133	0,435
Сьєрра-Леоне	34,5	35,7	39,0	1 668	0,326
Малі	32,4	33,0	36,7	2 269	0,383
Бурунді	29,6	38,6	28,5	754	0,457
Південний Судан	36,0	46,3	36,2	2 003	0,372
Чад	37,4	43,3	40,9	1 555	0,311
Центральноафриканська Республіка	41,3	56,2	40,1	993	0,307
Нігер	27,4	34,3	30,9	1 201	0,451

Таблиця Б.2 – Нормалізовані показники

Країна/Показник	K1	K2	K3	K4	K5
А	1	2	3	4	5
Норвегія	0,166804	0,205226	0,199179	0,934235	0,9312
Ірландія	0,18895	0,342431	0,206675	0,940373	0,926022
Швейцарія	0,180463	0,339713	0,208581	0,943489	0,946888
Ісландія	0,161492	0,201308	0,188321	0,880337	0,945819
Німеччина	0,202052	0,318358	0,214377	0,883996	0,907684
Швеція	0,176403	0,243009	0,197337	0,879308	0,938135
Австралія	0,201815	0,38723	0,212432	0,835907	0,939888
Нідерланди	0,182997	0,236397	0,201033	0,896981	0,928451
Данія	0,16677	0,240791	0,2105	0,901793	0,903194
Фінляндія	0,155726	0,213229	0,199179	0,839141	0,923888
Об'єднане Королівство	0,202774	0,39877	0,22029	0,819931	0,904706
Бельгія	0,198354	0,213229	0,2105	0,864233	0,91402
Канада	0,212587	0,370159	0,230402	0,839258	0,91628
Сполучені Штати	0,294741	0,595712	0,267162	0,92449	0,84849
Австрія	0,183288	0,263588	0,212432	0,888943	0,911739
Ізраїль	0,265944	0,524323	0,204781	0,766402	0,9368
Японія	0,205198	0,34516	0,197337	0,792657	0,965473
Корея (Республіка)	0,261501	0,310537	0,199179	0,79368	0,940602
Люксембург	0,236011	0,401673	0,206675	0,952574	0,925131
Іспанія	0,32164	0,395874	0,199179	0,774166	0,94866
Франція	0,222495	0,310537	0,214377	0,828817	0,927368
Чехія	0,142546	0,166876	0,199179	0,745039	0,886132
Мальта	0,202457	0,252019	0,230402	0,760036	0,917748
Естонія	0,182864	0,280347	0,2105	0,722307	0,871308
Італія	0,288659	0,431053	0,201033	0,791231	0,946788
Греція	0,263787	0,38723	0,208581	0,652314	0,924025
Кіпр	0,226106	0,305382	0,2105	0,746078	0,90438

## Продовження таблиці Б.2

Б	1	2	3	4	5
Литва	0,245365	0,472968	0,24941	0,719836	0,813136
Польща	0,195507	0,263588	0,224296	0,670623	0,864686
Латвія	0,227655	0,422178	0,247247	0,653927	0,804682
Португалія	0,288074	0,370159	0,208581	0,698802	0,921204
Словаччина	0,16871	0,171982	0,238722	0,67663	0,840969
Угорщина	0,189642	0,285253	0,222286	0,666998	0,838324
Чилі	0,400196	0,679279	0,267162	0,560998	0,867518
Хорватія	0,201468	0,280347	0,224296	0,62553	0,861153
Аргентина	0,32496	0,595712	0,322443	0,532413	0,796867
Чорногорія	0,233537	0,524323	0,2105	0,535312	0,843574
Румунія	0,279451	0,434022	0,267162	0,643963	0,807982
Казахстан	0,186105	0,215265	0,300094	0,55545	0,76112
Туреччина	0,417337	0,610188	0,33265	0,620703	0,80766
Уругвай	0,308177	0,545382	0,304984	0,516763	0,82054
Болгарія	0,276664	0,56628	0,26265	0,561867	0,795261
Панама	0,524017	0,791004	0,413718	0,644734	0,792135
Грузія	0,281279	0,445941	0,304984	0,438604	0,76188
Коста-Ріка	0,447037	0,765999	0,285698	0,494803	0,86154
Сербія	0,295962	0,439973	0,236623	0,476788	0,819323
Маврикій	0,334617	0,457923	0,343018	0,588291	0,766476
Сейшельські острови	0,378455	0,73899	0,348259	0,610187	0,742671
Албанія	0,266211	0,353406	0,288068	0,432708	0,836199
Шрі Ланка	0,339653	0,548379	0,283339	0,415148	0,815252
Боснія і Герцеговина	0,350921	0,347898	0,247247	0,44469	0,835391
Мексика	0,543954	0,705038	0,372287	0,504182	0,757996
Україна	0,175972	0,18804	0,292844	0,422043	0,741797
Перу	0,484429	0,635747	0,380446	0,409006	0,778647
Таїланд	0,421302	0,445941	0,304984	0,484986	0,809772
Вірменія	0,238328	0,38723	0,324979	0,431283	0,773803
Північна Македонія	0,288333	0,381507	0,304984	0,458386	0,790643
Колумбія	0,569199	0,813986	0,377718	0,436245	0,787076
Бразилія	0,647819	0,869826	0,38318	0,436331	0,765986
Китай	0,392202	0,509223	0,304984	0,461054	0,806371
Еквадор	0,473873	0,705038	0,39974	0,39284	0,776213
Сент-Люсія	0,427195	0,828193	0,374999	0,441168	0,772966
Домініканська республіка	0,553106	0,660562	0,557428	0,482341	0,69056
Молдова (Республіка)	0,252473	0,180765	0,348259	0,428137	0,721809
Алжир	0,513125	0,217315	0,473702	0,394568	0,751691
Мальдіви	0,532643	0,302822	0,260412	0,479917	0,852074
Туніс	0,486917	0,342431	0,33265	0,384502	0,7938
Монголія	0,344808	0,339713	0,444935	0,390115	0,666724
Йорданія	0,363028	0,367344	0,374999	0,377204	0,749997
Парагвай	0,603282	0,724752	0,465045	0,408624	0,719438
Болівія (Багатонаціональна Держава)	0,631007	0,618783	0,704331	0,360288	0,614158
Індонезія	0,452829	0,524323	0,467928	0,398369	0,685091
Філіппіни	0,455941	0,679279	0,508437	0,376149	0,667566
Південна Африка	0,807114	0,952574	0,619079	0,40735	0,54857
Палестина, держава	0,329341	0,367344	0,413718	0,333338	0,731754
Єгипет	0,757352	0,307953	0,402523	0,398463	0,707064
В'єтнам	0,417708	0,425131	0,439219	0,346023	0,74236
Габон	0,595383	0,494106	0,711519	0,431772	0,551921
Киргизстан	0,23466	0,219379	0,394192	0,314397	0,702095
Ірак	0,503869	0,25892	0,525796	0,389614	0,654686
Сальвадор	0,555233	0,512245	0,427837	0,357792	0,717769
Таджикистан	0,303519	0,375816	0,548836	0,303564	0,654866
Гватемала	0,715261	0,77244	0,488163	0,359522	0,713418

## Продовження таблиці Б.2

В	1	2	3	4	5
Нікарагуа	0,614541	0,724752	0,444935	0,319453	0,728489
Бутан	0,698603	0,475983	0,560285	0,388886	0,660394
Намібія	0,848294	0,926104	0,694589	0,37066	0,523848
Індія	0,684825	0,488061	0,632644	0,336613	0,613492
Гондурас	0,660657	0,843132	0,450665	0,319753	0,737217
Бангладеш	0,630363	0,331622	0,565986	0,315741	0,669107
Сан-Томе і Принсіпі	0,423264	0,899319	0,557428	0,303546	0,643442
Лаоська Народна-Демократична Республіка	0,65829	0,445941	0,706739	0,345779	0,570617
Есватіні (Королівство)	0,763941	0,879115	0,763013	0,352179	0,463112
Гана	0,736412	0,655118	0,743642	0,319275	0,513924
Тимор-Лешті	0,710218	0,240791	0,684669	0,309329	0,596285
Непал	0,662798	0,342431	0,571669	0,297744	0,644515
Кенія	0,696057	0,578121	0,704331	0,306991	0,556808
Замбія	0,796155	0,907747	0,791086	0,296219	0,496295
Ангола	0,817592	0,829907	0,877478	0,32947	0,430492
Конго	0,662798	0,784942	0,711519	0,291061	0,529354
Зімбабве	0,5961	0,676638	0,743642	0,288612	0,483837
Камерун	0,84572	0,734297	0,894972	0,299193	0,401967
Пакистан	0,788602	0,36174	0,848828	0,316088	0,509789
Папуа-Нова Гвінея	0,775005	0,610188	0,741427	0,307673	0,519623
Коморські острови	0,952574	0,702516	0,833352	0,2936	0,484793
Мавританія	0,818788	0,337006	0,850309	0,31765	0,483862
Бенін	0,892772	0,761635	0,909273	0,295391	0,418343
Уганда	0,709	0,635747	0,804175	0,282449	0,485744
Руанда	0,749886	0,660562	0,627242	0,282811	0,607094
Нігерія	0,871801	0,64133	0,928222	0,314947	0,335692
Кот д'Івуар	0,873516	0,598622	0,892774	0,316854	0,387681
Танзанія (Об'єднана Республіка)	0,662798	0,569248	0,767178	0,287861	0,52244
Мадагаскар	0,691811	0,630127	0,669471	0,276537	0,570993
Лесото	0,726856	0,692308	0,890535	0,294191	0,353335
Йти	0,816877	0,644107	0,857535	0,276605	0,438812
Сенегал	0,806895	0,563307	0,67203	0,296031	0,58118
Гаїті	0,923783	0,586944	0,879948	0,277793	0,458954
Судан	0,859331	0,381507	0,807798	0,302095	0,506078
Гамбія	0,807958	0,431053	0,826816	0,282953	0,46255
Ефіопія	0,722989	0,404583	0,758797	0,28339	0,538409
Малаві	0,755128	0,687132	0,763013	0,270322	0,510011
Конго (Демократична Республіка)	0,787715	0,615926	0,920109	0,270628	0,399916
Гвінея-Бісау	0,898411	0,819417	0,881167	0,281015	0,399118
Ліберія	0,818788	0,413353	0,847335	0,272788	0,47628
Гвінея	0,840701	0,367344	0,868488	0,285643	0,43968
Ємен	0,80148	0,454922	0,75453	0,276509	0,534398
Мозамбік	0,797613	0,871189	0,847335	0,272699	0,44118
Буркіна Фасо	0,773942	0,413353	0,877478	0,282558	0,434991
Сьєрра-Леоне	0,862881	0,425131	0,941577	0,277336	0,325646
Малі	0,828844	0,347898	0,925072	0,284095	0,382819
Бурунді	0,776743	0,512245	0,826816	0,267248	0,45738
Південний Судан	0,882761	0,727158	0,920957	0,281097	0,371512
Чад	0,899142	0,649632	0,952574	0,276082	0,311321
Центральноафриканська Республіка	0,934021	0,898219	0,948206	0,269865	0,306688
Нігер	0,727385	0,384364	0,863104	0,272152	0,450957



**Додаток В**

```
library(rDEA)
library(readxl)
data <- read_excel("D:/Users/drozd/Desktop/Лист Microsoft Excel (2).xlsx",
  col_types = c("text", "numeric", "numeric",
    "numeric"))
View(data)
attach(data)
data1=data[,-1]
row.names(data1)=data[,1]
View(data1)
X = (data1[,1])
Y = (data1[,2:3])
bcc= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="input", RTS="variable")
data$bcc_input <- factor(bcc$thetaOpt)
bcc1= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="output", RTS="variable")
data$bcc_output <- factor(bcc1$thetaOpt)
ccr= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="input", RTS="constant")
data$ccr_input <- factor(ccr$thetaOpt)
ccr1= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="output", RTS="constant")
data$ccr_output <- factor(ccr1$thetaOpt)
View(data)
clipr::write_clip(data)
```

## Додаток Г

```

library(rDEA)
data<- read.csv("C:/Econometrics/data.csv")
View(data)
attach(data)
data1=data[,-1]
row.names(data1)=data[,1]
View(data1)
X = (data1[,1])
Y = (data1[,7:9])
bcc= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="input", RTS="variable")
data$bcc_input <- factor(bcc$thetaOpt)
bcc1= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="output", RTS="variable")
data$bcc_output <- factor(bcc1$thetaOpt)
ccr= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="input", RTS="constant")
data$ccr_input <- factor(ccr$thetaOpt)
ccr1= dea(XREF=Y, YREF=X, X=Y, Y=X, W=NULL, model="output", RTS="constant")
data$ccr_output <- factor(ccr1$thetaOpt)
View(data)
clipr::write_clip(data)
library(Benchmarking)
dea.plot(Y, X, RTS="vrs", ORIENTATION="out",txt=TRUE,lwd=4,cex=1.5,col="red",
main="BCC(vrs) out")
dea.plot(Y, X, RTS="crs", ORIENTATION="out",txt=TRUE,lwd=4,cex=1.5,col="red",
main="CCR(crs) out")

```

## Додаток Д

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

## Публікації в наукових фахових виданнях України

1. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Фронтірний аналіз соціально-демографічних даних. *Приазовський економічний вісник*. 2021. Вип. 5(28) DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-5-28> (0,5 друк. арк.). *Особистий внесок: проведення пошуку даних, визначення методології розрахунку показників ефективності методом фронтірного аналізу (0,25 друк. арк.)*. Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії*.
2. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Посилення економічного зростання в контексті зменшення диференціації людської нерівності. *Причорноморські економічні студії*. 2022. Вип. 74. С. 240-248. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.74-36> (0,8 друк. арк.). *Особистий внесок: проведення бібліометричного аналізу, визначення методології та розрахунок описових статистик та регресійної моделі та їх аналіз (0,4 друк. арк.)*. Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії*.
3. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Кластерний аналіз соціально-економічних детермінант здоров'я. *Причорноморські економічні студії*. 2022. Вип. 75. С. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.75-16> (0,6 друк. арк.). *Особистий внесок: пошук та робота з даними, проведення кластерного аналізу з подальшим розрахунком дискримінаційних функцій й створення візуалізації (0,3 друк. арк.)*. Койбічук В. В. *внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії*.
4. Койбічук В. В., Дрозд С. А. Детермінанти розвитку людського капіталу та національної економіки: економіко-математичне моделювання взаємозв'язку. *Вісник економіки*. 2024. Вип. 2. С. 8-22. (1,13 друк. арк.).

*Особистий внесок: проведено концептуалізацію гіпотез, побудовано інтегральні показники й виконано аналіз взаємозв'язку між індикаторами (0,6 друк. арк.). Койбічук В. В внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

5. Дрозд С. А., Романов Р. О. Бібліометрикс як інструмент для аналізу взаємозв'язку розвитку людського капіталу та соціально-економічної нерівності. *Академічні візії*. 2023. Вип.24. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1177> (0,9 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено головну сутність для проведення бібліометричного аналізу, виконано побудову візуалізацій з послідовним аналізом отриманих результатів(0,4 друк. арк.). Романов Р. О. внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

#### **Публікації в зарубіжних виданнях**

6. Aleksandra Kuzior, Vitaliia Koibichuk, Serhii Drozd, Dymytrii Grytsyshen and Tetiana Vasylieva. Determinants of labor productivity in the USA. *Problems and Perspectives in Management*. 2023.21(4), 724-739. doi:10.21511/ppm.21(4).2023.54 (1,57 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено методологію, розраховано модель регресії показників, отримано та проаналізовано MARS модель й базові функції (0,8 друк. арк.). Kuzior A. концептуалізація, залучення фінансування, нагляд, написання – перегляд і редагування; Koibichuk V. концептуалізація, написання – перегляд і редагування, програмне забезпечення, перевірка; Grytsyshen D. концептуалізація, написання – перегляд і редагування, перевірка; Vasylieva. T. концептуалізація, нагляд, написання – перегляд і редагування, перевірка, формальний аналіз.*

7. Yehorova, Y., & Drozd, S. Determinants of Human Capital Development and Macroeconomic Freedoms: DEA Modelling. *Business Ethics and Leadership*, 2024. 8(1), 203-219. [https://doi.org/10.61093/bel.8\(1\).203-219.2024](https://doi.org/10.61093/bel.8(1).203-219.2024)

(1,6 друк. арк.). *Особистий внесок: виконано пошук та адоптацію даних, розраховано значення ефективності, проаналізовано отримані результати та візуалізовано кордон ефективності (0,8 друк. арк.).* Yehorova Y. *проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

8. Koibichuk, V., Khan, B., & Drozd, S. The USA medical insurance as a stimulating factor to increase labour efficiency. *Health Economics and Management Review*. 2023. 2, 40-50. <https://doi.org/10.21272/hem.2023.2-04> (1,12 друк. арк.). *Особистий внесок: визначено методології, вхідних даних, розраховано модель регресії показників, отримано та проаналізовано MARS модель й базові функції (0,5 друк. арк.).* Koibichuk, V. *концептуалізація, написання – перегляд і редагування, програмне забезпечення, перевірка; Khan, B., редагування, перевірка, формальний аналіз.*

9. Koibichuk, V., Krawczyk, D., Drozd, S., Khan, B., Kostyshyna, T., & Kubaščíková, Z. Reserves to prevent wage delays: a Monte Carlo simulation. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. 2(55), 257–268. <https://doi.org/10.55643/fcaptr.2.55.2024.4384> (1,28 друк. арк.). *Особистий внесок :визначення тематики, методології та даних для моделювання методом Монте-Карло, розрахунок та аналіз даних отриманих в ході симуляцій (0,6 друк. арк.).* Koibichuk, V. *концептуалізація, перевірка, написання – рецензування та редагування; Krawczyk, D. формальний аналіз. адміністрація проекту, залучення коштів. Khan, B. куратор даних, перевірка, адміністрація проекту, написання – рецензування та редагування; Kostyshyna, T. куратор даних, керівництво, залучення коштів; Kubaščíková, Z. куратор даних, перевірка, адміністрація проекту*

### **Тези доповідей на наукових конференціях**

10. Drozd S. Socio-economic factors to increase economic growth IX Международная научно-практическая конференция “MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PROSPECTS”, Стокгольм, Швеция. 2022. С. 603-609

URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-29-31-maya-2022-goda-stokgolm-shvetsiya/> (0,26 друк. арк.).

11. Drozd S. Cluster analysis of un member countries by development indicators, *Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2022. Pp. 212-217. URL: https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-eurasian-scientific-discussions-1-3-08-2022-barselona-isperaniya-arhiv/*. (0,21 друк. арк.).

12. Койбічук В. В., Дрозд С.А. Ефективність ведення бізнес-процесів серед різних країн світу. *Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Stockholm, Sweden. 2023. Pp. 40-43. URL: https://eu-conf.com/events/goal-and-the-role-of-world-science-in-life/* (0,17 друк. арк.).  
*Особистий внесок: проведення моделювання ефективності ведення бізнес-процесів з подальшим аналізом результатів (0,11 друк. арк.). Койбічук В. В внесок: проведення концептуалізації тематики, керівництво, нагляд за ходом роботи та редагування фінальної версії.*

13. Дрозд С.А. Ключові аспекти та виклики цифрові трансформації в економіці. «Виклики кібербезпеки індустрії фінансових послуг». Суми. 2023. С. 28-32. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93329/1/Koibichuk\\_cyberthreats.pdf;jsessionid=D638A90D475443E12BBD675833CA6BFE](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93329/1/Koibichuk_cyberthreats.pdf;jsessionid=D638A90D475443E12BBD675833CA6BFE) (0,2 друк. арк.).

14. Drozd S. In the modern world, the essence of human capital. *Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2024. Pp. 354-360. URL: https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovative-development-of-science-technology-and-education-11-13-04-2024-vankuver-kanada-arhiv/* (0,27 друк. арк.).

## Додаток Е

### Акт впровадження (використання) результатів дисертаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

 Ірина ШКОЛЬНИК

«26» березня 2024 р.



#### АКТ

#### впровадження (використання) результатів дисертаційної роботи

Результати дисертаційної роботи Дрозда Сергія Анатолійовича на тему: «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки», що виконується в період з 01 жовтня 2020 р. по 31 вересня 2024 р., а саме: змодельовано вплив індикаторів розвитку національної економіки з використанням множинного адаптивного регресійного сплайна на продуктивності праці як індикатора якості людського капіталу; проведено DEA-моделювання для визначення впливу результативності використання людського капіталу на рівень макроекономічних свобод в країні

Здобувач наукового ступеня

Дрозд Сергія Анатолійовича

Комісія в складі:

Голова комісії: голова ради з якості ННІ БіЕМ	<u>ст. викладач</u>	Юрій ДЕРЕВ'ЯНКО
Члени комісії:		
гарант освітньої програми		
«Економічна кібернетика та бізнес аналітика»	<u>ст. викладач</u>	Світлана КОЛОМІЄЦЬ
	завідувач кафедри ЕКіБ	Віталія КОЙБІЧУК
	доцент кафедри ЕКіБ	Валерій ЯЦЕНКО

В період з 4 по 22 березня 2024 р. комісія виконала роботи з визначення фактичного впровадження результатів дисертаційної роботи Дрозда Сергія Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки» у навчальний процес навчально-наукового інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету.

Комісія розглянула такі матеріали:

1. Дисертаційну роботу Дрозда Сергія Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки» та робочі програми дисциплін:

- «Оптимізаційні моделі» (викладається на денному відділенні за програмою підготовки бакалаврів за спеціальністю 051 – Економіка, освітня програма «Економічна кібернетика та бізнес аналітика»);

- «Економетрика» (викладається на денному відділенні за програмою підготовки бакалаврів за спеціальністю 051 – Економіка, освітня програма «Економічна кібернетика та бізнес аналітика»).

2. Навчально-методичні матеріали для вивчення вказаних дисциплін.

**За результатами проведеної роботи комісією встановлено:**

1) Розроблені у дисертаційній роботі Дрозда Сергія Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки» науково-методичні положення, а також практичні методики впроваджені як частини тем таких курсів:

- «Оптимізаційні моделі». Тема «Пошук показників ефективності з застосуванням програмних продуктів та програмування мовою R» (використано удосконалене методичне підгрунтя щодо пошуку показників ефективності на прикладі економічних даних країн на основі DEA-аналізу методами BCC та CCR в програмному застосунку Frontier Analyst Application та на основі пакету rDEA на мові програмування R);

- «Економетрика». Тема «Методи класичної регресії та MARS методологія» (використано розроблений науково-методичний підхід щодо побудови регресійної моделі з процедурою підгонки зворотнього покрокового відбору та MARS моделі в програмному забезпеченні Salford Predictive Modeler 8 для отримання показників зв'язку між залежною змінною та однією або кількома незалежними змінними).

2) Методичні підходи, розроблені у дисертаційній роботі Дрозда Сергія Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки», покладено в основу ряду практичних занять з наступних дисциплін: «Оптимізаційні моделі», «Економетрика».

3) Застосування у навчальному процесі навчально-науковому інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету матеріалів дисертаційної роботи Дрозда Сергія Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки», дало змогу удосконалити вказані комплекси дисциплін, поглибити їх теоретико-методичні основи та підвищити якість підготовки фахівців, які навчаються за спеціальністю 051 – Економіка, освітня програма «Економічна кібернетика та бізнес аналітика».

22 березня 2024 р.

Голова комісії:

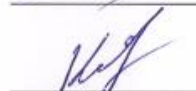


Юрій ДЕРЕВ'ЯНКО

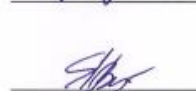
Члени комісії:



Світлана КОЛОМІЄЦЬ



Віталія КОЙБІЧУК



Валерій ЯЦЕНКО



## Додаток Ж

### Акт про впровадження в наукову діяльність

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

**ЗАТВЕРДЖУЮ**



Проректор з наукової роботи

Сумського державного університету

Анатолій ЧОРНОУС

«05» квітня 2024 р.

#### АКТ

про впровадження в наукову діяльність результатів дисертаційного дослідження Дрозда Сергія Анатолійовича  
**«Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки»**  
на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 051 «Економіка»

#### Комісія у складі:

Голова – доцент кафедри маркетингу навчально-наукового інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету, к.е.н., доцент Сагер Людмила Юріївна.

#### Члени комісії:

Завідувачка кафедри економічної кібернетики навчально-наукового інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету, к.е.н., доцент Койбічук Віталія Василівна;

старший викладач кафедри міжнародних економічних відносин навчально-наукового інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету, к.е.н., доцент Щербаченко Вікторія Олексіївна;

доцент кафедри фінансових технологій і підприємництва навчально-наукового інституту бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету, к.е.н., старший викладач Самойлікова Анастасія Вікторівна;

Комісія скала цей акт з приводу розгляду результатів дисертаційного дослідження Дрозда Сергій Анатолійовича «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки».

Висновок: комісія вважає, що отримані результати проведеного Дроздом Сергієм Анатолійовичем дослідження на тему «Економіко-математичне моделювання взаємозв'язку людського капіталу та розвитку національної економіки» щодо оцінювання значущості взаємозв'язків між поелементними та інтегральними індикаторами результативності використання людського капіталу, рівнем розвитку макроекономічних свобод та національної економіки, мають ґрунтовний та аргументований характер і використовуються підчас проведення наукових досліджень у рамках дослідницької роботи «Когнітивна модель комерціалізації інновацій в умовах Індустрії 4.0: захист інтелектуального капіталу, маркетинг та комунікації» (номер д/р 0122U000780), яка розробляється в навчально-науковому інституті бізнесу, економіки та менеджменту Сумського державного університету.

Голова комісії

Людмила САГЕР

Члени комісії

Віталія КОЙБІЧУК

Анастасія САМОЙЛКОВА

Вікторія ЩЕРБАЧЕНКО