

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Навчально-науковий інститут економіки, бізнесу та менеджменту

Кафедра економічної кібернетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталія КОЙБІЧУК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності _____ 051 Економіка _____ ,
(код та назва)

_____ освітньо-професійної програми _____ «Економічна кібернетика»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Економіко-математичне моделювання впливу цифровізації економіки на громадське здоров'я

Здобувачки групи ЕК.мз-31с Куровської Юлії Владиславівни
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

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

_____ (підпис)

_____ (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник ст.викладач, к.ф.-м.н., доцент Світлана КОЛОМІЄЦЬ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2024

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему
«Економіко-математичне моделювання впливу цифровізації економіки
на громадське здоров'я»

студента Куровської Юлії Владиславівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Актуальність теми дослідження обумовлена об'єктивними цивілізаційними змінами, які відбуваються в усіх сферах соціально-економічного життя внаслідок цифрової трансформації економіки. Процеси цифровізації економіки стають ключовим фактором трансформації різних секторів суспільного життя, включаючи систему охорони здоров'я. Інтеграція цифрових технологій у цю сферу відкриває нові можливості для покращення доступності, якості та ефективності медичних послуг, знижуючи витрати і водночас забезпечуючи інноваційні підходи до профілактики, діагностики та лікування захворювань. Актуальність теми також обумовлена необхідністю розробки інструментів кількісного аналізу, що враховують специфіку взаємозв'язків між рівнем цифровізації економіки та показниками громадського здоров'я. Такий підхід дозволить формувати обґрунтовані управлінські рішення, спрямовані на максимізацію позитивних ефектів цифровізації для суспільства.

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у побудові економіко-математичних моделей впливу цифровізації економіки на ключові показники громадського здоров'я

Об'єктом дослідження є система громадського здоров'я в умовах цифрової трансформації

Предметом дослідження є економіко-математичні моделі оцінки впливу цифровізації на систему громадського здоров'я

У відповідності до поставлених завдань було визначено сутність та значення громадського здоров'я для суспільного розвитку, зокрема для досягнення Цілей сталого розвитку, проведено бібліометричний аналіз наукових досліджень щодо впливу цифровізації на систему громадського здоров'я, виділено основні фактори впливу цифровізації на систему громадського здоров'я. Головним науковим результатом роботи стало створення та перевірка регресійних моделей, що описують вплив цифровізації на систему громадського здоров'я. Аналіз отриманих даних виявив як позитивні, так і негативні аспекти цифрової трансформації у цій сфері.

Одержані результати можуть слугувати основою для розробки науково обґрунтованих стратегій інтеграції цифрових технологій у системи громадського здоров'я.

Ключові слова: цифровізація економіки, громадське здоров'я, цифрові технології, економіко-математичне моделювання, STATA, соціально-економічний вплив, цифрова трансформація.

Зміст кваліфікаційної роботи магістра викладено на 64 сторінках. Список використаних джерел із 44 найменуваннями, розміщений на 5 сторінках. Робота містить 7 таблиць, 25 рисунків, 1 додаток, розміщений на 4 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2024 рік.

Рік захисту роботи – 2024 рік.

SUMMARY

master's qualification thesis on the topic

«ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE IMPACT
OF DIGITIZATION OF THE ECONOMY ON PUBLIC HEALTH»

Student of Kurovska Yuliia Vladyslavivna

The relevance of the topic considered within the scope of the study is determined by the growing influence of digitalization on all aspects of modern society, including healthcare systems. Digital technologies transform how public health systems operate, affecting their accessibility, efficiency, and ability to respond to challenges. The integration of digital tools into healthcare processes offers opportunities to enhance access to medical services, improve communication between healthcare providers and patients, and optimize the management of public health data. However, alongside these opportunities, digitalization brings new challenges, such as information overload, growing social inequality in access to technologies, and the need to adapt traditional healthcare systems to digital transformation. Understanding the impact of digitalization on public health is therefore critical for forming effective strategies for healthcare development in the context of rapid technological advancements.

The purpose of the study is to develop economic and mathematical models to analyze the influence of digitalization on public health, focusing on identifying key factors and relationships that define this interaction. By using statistical methods, the study seeks to evaluate the positive and negative effects of digitalization on public health indicators, contributing to a more comprehensive understanding of this complex relationship.

The object of the study is the interrelation between digitalization processes and public health indicators, reflecting how modern technological advancements influence the healthcare sector. The subject of the research is the application of statistical and economic modeling techniques to assess the impact of digitalization on public health, based on key digital and healthcare metrics.

The objectives of the research include the following:

- 1) defining the concept of digitalization and its role in shaping public health systems;
- 2) analyzing the current state of digitalization and public health in Ukraine and globally;
- 3) identifying key digital and public health indicators and their interconnections;
- 4) conducting statistical analysis of the selected variables to establish initial patterns and trends;
- 5) developing regression models to examine the relationships between digitalization and public health;
- 6) evaluating both the positive and negative aspects of digitalization's impact on healthcare systems;
- 7) formulating recommendations based on the results of the analysis to improve public health outcomes in the context of digital transformation.

The research employed a combination of statistical and economicmathematical methods to achieve its objectives. Regression analysis and principal component analysis (PCA) were applied to explore correlations between key indicators and to reduce multicollinearity among variables. The statistical software package STATA was used for data processing, enabling accurate calculations and the validation of model results.

The main scientific result of the study is the development and testing of regression models that explain the relationship between digitalization and public health. These models highlight significant correlations between digital and health related indicators, such as Internet access, healthcare expenditures, life expectancy, and self-reported health assessments. The analysis demonstrated both positive and negative effects of digitalization. Positive outcomes include improved access to medical and educational services facilitated by digital tools, while negative impacts involve increased social inequality in access to these technologies and the psychological strain associated with information overload.

The models constructed during the study were validated for adequacy and reliability, with coefficients of determination indicating a satisfactory level of explanatory power for most variables. Principal component analysis allowed the study to identify the most influential factors, reducing the complexity of the data and focusing on core components that drive variations in public health outcomes. For instance, Internet access and healthcare expenditures emerged as significant predictors of key health indicators, emphasizing the role of digitalization in shaping public health dynamics.

The findings of this research have practical implications for policymakers, healthcare administrators, and digital transformation strategists. The study's results can be used to develop evidence-based strategies for integrating digital technologies into public health systems. These strategies should focus on minimizing risks, such as widening social inequalities, while maximizing opportunities, such as expanding access to healthcare services through digital tools. Additionally, the study highlights the importance of addressing the disparities in digital literacy and infrastructure availability, which are critical for ensuring that the benefits of digitalization are equitably distributed across different population groups.

The analysis further revealed the multidimensional nature of the impact of digitalization on public health. One of the key insights is the complex interplay between social, economic, and technological factors. While digital technologies contribute to improving healthcare accessibility and efficiency, their benefits are often unevenly distributed, with rural or underprivileged communities facing barriers to access. This underlines the need for targeted interventions, including investments in infrastructure, training programs to enhance digital literacy, and policies aimed at reducing the digital divide.

Moreover, the study demonstrated the potential of regression models and PCA to identify actionable insights from large datasets. By applying these methods, it became possible to isolate key drivers of public health outcomes, such as Internet penetration rates, healthcare spending, and the prevalence of digital tools in

healthcare delivery. These insights not only advance academic understanding but also provide a robust foundation for practical decision-making.

The findings also suggest that while digitalization offers substantial opportunities for public health systems, it requires careful management to mitigate associated risks. For example, the negative impact of information overload on self-reported health underscores the importance of promoting digital well-being and responsible technology use. Policymakers and healthcare providers must work together to balance technological advancement with human-centered approaches to health management.

In conclusion, the research underscores the transformative potential of digitalization in shaping public health systems while highlighting the need for strategic planning and equitable resource allocation. By leveraging economic and mathematical modeling, stakeholders can better navigate the challenges and opportunities of digital transformation, ensuring sustainable and inclusive development in the digital era.

Keywords: digitalization, public health, regression analysis, digital technologies, STATA, socioeconomic impact.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.е.н., доцент

_____ Віталія КОЙБІЧУК

“ ” _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
(спеціальність 051 Економіка «Економічна кібернетика»)

студентці 2 курсу, групи ЕК.мз-31с

_____ Куровська Юлія Владиславівна _____

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Економіко-математичне моделювання впливу цифровізації економіки на громадське здоров'я _____

затверджена наказом по університету від «01» 10 2024 року № 1002-VI

2. Термін подання студентом закінченої роботи «5» 12 2024 року _____

3. Мета кваліфікаційної роботи є розробка економіко-математичної моделі оцінки впливу цифровізації економіки на ключові показники громадського здоров'я _____

4. Об'єкт дослідження система громадського здоров'я в умовах цифрової трансформації _____

5. Предмет дослідження економіко-математичні моделі оцінки впливу цифровізації на систему громадського здоров'я _____

6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах відкритих статистичних даних, які відображають вплив цифровізації на систему громадського здоров'я _____

7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети _____

Розділ 1 Теоретичні засади впливу цифровізації на громадське здоров'я _____

(назва – термін подання)

У розділі 1 охарактеризувати процес цифрової трансформації економіки, сутність та значення громадського здоров'я для суспільного розвитку, зокрема для досягнення Цілей сталого розвитку, провести бібліометричний аналіз наукових досліджень щодо впливу цифровізації на систему громадського здоров'я, виділити основні фактори впливу цифровізації на систему громадського здоров'я _____

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

Розділ 2 Математична модель впливу цифровізації на громадське здоров'я

У розділі 2 описати вхідні дані для побудови економетричних моделей впливу цифровізації на громадське здоров'я, обґрунтувати методологію дослідження на вибір програмного забезпечення для реалізації моделі

(зміст конкретних завдань до розділу, які має виконати студент)

Розділ 3 Реалізація моделі в статистичному пакеті STATA

(назва – термін подання)

У розділі 3 з вхідного масиву даних обрати найбільш важливі показники впливу цифрової трансформації економіки на систему громадського здоров'я, побудувати регресійні моделі для панельних даних, перевірити адекватність отриманих моделей, провести аналіз результатів

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

8. Консультації з роботи:

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

9. Дата видачі завдання: «15» жовтня 2024 року

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

С.В. Коломієць
(ініціали, прізвище)

Завдання до виконання одержав _____
(підпис)

Ю.В. Куровська
(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я	13
1.1. Цифровізація як глобальний процес і її вплив на економіку та соціальну сферу.....	13
1.2 Громадське здоров'я: сутність та значення для суспільного розвитку	15
1.3 Основні фактори впливу цифровізації на систему громадського здоров'я.....	18
1.4 Огляд досліджень щодо впливу цифровізації на громадське здоров'я	22
2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я	32
2.1 Вибір показників цифровізації та громадського здоров'я: аналіз можливих індикаторів.....	32
2.2 Опис методів статистичного аналізу та економетричного моделювання для дослідження зв'язку між цифровізацією та громадським здоров'ям.....	33
3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я	37
3.1 Реалізація моделі в статистичному пакеті STATA	37
3.2 Розробка рекомендацій за результатами розрахунків	48
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

Об'єктивний тренд розвитку сучасного суспільства – цифрова трансформація, яка здійснює суттєвий вплив на зміну якості життя населення. Доступ до швидкісного Інтернету сьогодні сприймається не лише як звична складова повсякденного життя, але й як фундаментальне право громадян у технологічно розвинених країнах. Можливість користування безмежними інформаційними ресурсами та інноваційними цифровими послугами формує нові уявлення про комфортне середовище, самореалізацію, ефективну комунікацію тощо.

Одним із ключових напрямів цифрової трансформації стало впровадження цифрових технологій у систему охорони здоров'я, що нині є поширеним явищем у розвинених державах. Цифровізація медичної сфери сприяла активному розвитку цифрової медицини, новітніх методів діагностики, лікування та профілактики захворювань, що забезпечують більш ефективне функціонування системи охорони здоров'я.

Об'єктом дослідження є система громадського здоров'я в умовах цифрової трансформації.

Предметом дослідження є економіко-математичні моделі оцінки впливу цифровізації на систему громадського здоров'я

Метою дослідження є розробка економіко-математичної моделі оцінки впливу цифровізації економіки на ключові показники громадського здоров'я

Мета роботи обумовила наступні завдання:

- охарактеризувати процес цифрової трансформації економіки, сутність та значення громадського здоров'я для суспільного розвитку, зокрема для досягнення Цілей сталого розвитку;
- виділити основні фактори впливу цифровізації на систему

громадського здоров'я;

- обґрунтувати методологію дослідження на вибір програмного забезпечення для реалізації моделі;

- побудувати регресійні моделі для панельних даних, перевірити адекватність отриманих моделей, провести аналіз результатів.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

1.1. Цифровізація як глобальний процес і її вплив на економіку та соціальну сферу

Цифровізація як глобальний процес є однією з ключових тенденцій сучасності. Цифрові трансформації глибоко проникають в економіку та соціальну сферу, трансформуючи їх. Цифровізація змінює структуру виробничих відносин, створює нові ринки, трансформує галузі промисловості, впливає на соціальну сферу життєдіяльності людини. У соціальному аспекті цифровізація сприяє покращенню доступу до інформації, розвитку освіти, охорони здоров'я, комунікаційних можливостей тощо, але водночас загострює питання цифрової нерівності та конфіденційності даних.

Як зазначено в [1, с.52], цифрова економіка – це діяльність по створенню, поширенню та використанню цифрових технологій і пов'язаних з ними продуктів і послуг. Цифрові технології – це технології пошуку, збору, зберігання, обробки, передачі і представлення даних в електронному вигляді.

Серед основних наскрізних цифрових технологій виділяють великі дані, квантові технології, компоненти робототехніки і сенсорику, нейротехнології та штучний інтелект, нові виробничі технології, промисловий Інтернет, системи розподіленого реєстру, технології бездротового зв'язку, технології віртуальної і доповненої реальності тощо.

Навколо вказаних цифрових технологій планується здійснювати заходи підтримки, зокрема розробляти і реалізовувати дорожні карти по наскрізним цифровим технологіям, визначати лідируючі дослідні центри, відбирати

проекти тощо.

Автоматизація охоплює широкий спектр процесів у різних сферах, змінюючи структуру та функціонування самих соціально-економічних систем. Серед основних наслідків автоматизації процесів – трансформація ринку праці, зміна економічних моделей, перебудова соціальних відносин, екологічні наслідки тощо.

Інтенсивне зростання обсягів інформації, що значно перевищують можливості людського сприйняття, сприяє розвитку технологій штучного інтелекту та електронних помічників. Значна швидкість обміну інформацією, її постійне застосування вимагають підвищення рівня інформаційної грамотності населення. У цьому контексті особливого значення набуває проблема цифрової нерівності, ризик «цифрового розколу».

Зниження вартості цифрових технологій сприяє поширенню інтелектуальних пристроїв, які відкривають нові можливості для соціальної інтеграції осіб з обмеженими можливостями, людей похилого віку, сприяють активній участі цих груп у суспільному житті. Зростання інтелектуальних можливостей пристроїв створює додаткові ризики для безпеки користувачів, що висуває нові виклики для забезпечення кібербезпеки як на індивідуальному, так і глобальному рівні.

Цифровізація є ключовим драйвером трансформації сучасних економічних, соціальних, культурних та політичних систем, забезпечуючи створення нових можливостей для розвитку та інновацій, водночас породжуючи численні виклики, пов'язані з адаптацією до нових умов та ризиків цифрової епохи.

Як глобальний феномен, цифровізація має комплексний і багатовекторний вплив на всі аспекти соціально-економічних систем, спричиняючи глибинні зміни їхньої структури, динаміки та функціональних характеристик. Цей процес супроводжується трансформацією традиційних моделей економічної діяльності, соціальних відносин, механізмів управління, культурних практик, створюючи нові форми взаємодії між суб'єктами, які

функціонують у цифровому середовищі.

Особливо важливою складовою процесу цифровізації економіки є інтеграція наскрізних цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту, Інтернету речей, блокчейну, великих даних тощо, які виступають інструментами підвищення продуктивності, ефективності та конкурентоспроможності..

1.2 Громадське здоров'я: сутність та значення для суспільного розвитку

За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [2], громадське здоров'я – це наука і мистецтво профілактики захворювань, продовження тривалості життя та сприяння здоров'ю населення через організовані зусилля суспільства.

Громадське здоров'я охоплює розробку загальної політики у галузі охорони здоров'я та забезпечення ефективного розподілу ресурсів; управління в системі охорони здоров'я, зокрема організацію профілактичних, діагностичних та лікувальних заходів; заходи з промоції здорового способу життя; попередження захворювань, травм та інвалідності шляхом впровадження профілактичних програм і кампаній; збереження здорового середовища, включаючи контроль за санітарно-епідеміологічною ситуацією, водними та харчовими ресурсами, боротьбу зі шкідливими факторами навколишнього середовища тощо.

Місія громадського здоров'я полягає у максимальному покращенні здоров'я та добробуту як окремих людей, так і суспільств на локальному, національному та глобальному рівнях.

Серед ключових аспектів місії громадського здоров'я

- пріоритет профілактики над лікуванням – особлива увага приділяється запобіганню захворюванням, підтримці здорового способу життя та

створенню умов для здорового середовища;

- інтеграційний підхід до здоров'я – особлива увага приділяється не лише окремим захворюванням, а всім аспектам добробуту – фізичному, психічному, соціальному, економічному;

- сприяння рівності у доступі до здоров'я – забезпечення доступності послуг охорони здоров'я для всіх груп населення, зокрема вразливих категорій;

- глобальна відповідальність – вирішення міжнародних проблем охорони здоров'я, зокрема запобігання пандеміям, зміні клімату, забезпечення глобальної безпеки;

- використання науково обґрунтованих методів для розробки політик і стратегій громадського здоров'я.

Такий підхід виходить за межі лікування хвороб, спрямовуючи зусилля на зміцнення здоров'я громадян і суспільства загалом, забезпечення сталого розвитку, збереження якості життя та благополуччя для всіх верств населення.

Розвиток системи громадського здоров'я тісно пов'язаний із досягненням Цілей сталого розвитку, оскільки обидва концепти спрямовані на покращення добробуту та якості життя людей.

Мета стратегічної цілі № 3 «Міцне здоров'я і благополуччя» – зменшити смертність, зупинити епідемії, забезпечити рівний доступ до послуг з охорони здоров'я для всіх, доступ до основних лікарських засобів і вакцин для всіх.

За даними ВООЗ [3], за останні десятиліття досягнуто успіхів у зниженні дитячої смертності, зміцненні материнського здоров'я та боротьбі проти ВІЛ/СНІДу, малярії та інших захворювань. З 1990 року спостерігається понад 50-відсоткове зниження попереджуваних випадків смерті дітей у всьому світі. Показник материнської смертності у всьому світі також знизився на 45%. З 2000 по 2013 р. кількість нових інфікувань ВІЛ/СНІД знизилася на 30%. Понад 6,2 мільйона життів було врятовано від малярії.

Незважаючи на такий прогрес, щороку понад 6 мільйонів дітей помирають до свого п'ятого дня народження. Від попереджуваних хвороб,

таких як кір і туберкульоз, щодня помирають 16 000 дітей. Сотні жінок щодня помирають під час вагітності або від ускладнень під час пологів. У багатьох сільських районах лише 56% пологів приймають кваліфіковані фахівці. Основною причиною смерті серед підлітків у країнах Африки на південь від Сахари, у регіоні, спустошеному епідемією ВІЛ, є СНІД.

На думку ВООЗ, ці смерті можна попередити за допомогою профілактики та лікування, освіти, кампаній по імунізації, а також цільових програм з охорони сексуального та репродуктивного здоров'я. Цілі сталого розвитку беруть на себе сміливе зобов'язання – до 2030 р. подолати епідемії СНІДу, туберкульозу, малярії та інших інфекційних захворювань. Мета полягає в забезпеченні загального охоплення медичними послугами та наданні доступу до безпечних і доступних лікарських засобів і вакцин. Невід'ємною частиною цього процесу є підтримка наукових досліджень і розробок вакцин.

Аналіз Цілей сталого розвитку [4], зокрема, стратегічної цілі № 3 показує, що світоглядна парадигма Цілей базується, перш за все, на докорінній зміні суспільних відносин, усвідомленні представниками усіх верств населення відповідальності за власне життя і за життя всього суспільства, усвідомленні небезпечності екологічної кризи та її наслідків для життя окремої людини та всієї планети Земля.

Реалізація плану дій, спрямованих на досягнення стратегічної цілі № 3 сталого розвитку «Міцне здоров'я і благополуччя» потребує значної уваги зі сторони багатьох країн світу, особливо в умовах військових конфліктів, військових агресій, можливості повторення глобальної пандемії.

Необхідність сумісних дій різних державних і недержавних інституцій, громадянського суспільства та окремих громадян має велике значення для реалізації Цілей сталого розвитку гуманітарного напрямку:

- цілі 2 – подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства;
- цілі 3 – забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці;

- цілі 4 – забезпечення доступної і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх;
- цілі 5 – забезпечення гендерної рівності, розширення прав і можливостей для усіх жінок і дівчат;
- цілі 6 – забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх.

Розвиток системи громадського здоров'я є одним із ключових факторів у досягненні Цілей сталого розвитку, оскільки сприяє зміцненню соціальної стійкості, підвищенню якості життя та забезпеченню добробуту населення.

Удосконалення системи громадського здоров'я відіграє ключову роль у досягненні Цілей сталого розвитку через:

- забезпечення рівного доступу до базової медичної допомоги, що сприяє зменшенню нерівності і покращенню добробуту населення;
- проведення превентивних заходів – програми вакцинації, боротьба з епідеміями, промоції здорового способу життя тощо;
- інтеграцію інновацій, зокрема використання сучасних цифрових технологій у сфері громадського здоров'я.

Розвиток системи громадського здоров'я не лише задовольняє базові потреби населення, але й створює умови для сталого соціально-економічного прогресу, адаптуючи суспільство до постійних викликів сучасності.

1.3 Основні фактори впливу цифровізації на систему громадського здоров'я

Здоров'я населення є одним із ключових індикаторів якості людського розвитку як на рівні окремих держав, так і на глобальному рівні. Збереження, відтворення здоров'я населення є необхідною умовою забезпечення соціально-економічного та культурного прогресу будь-якої країни.

Громадське здоров'я слід розглядати як стратегічно важливий економічний ресурс, що забезпечує продуктивність людського капіталу, сприяє зниженню витрат на лікування та підвищенню загальної ефективності суспільного функціонування. Інвестиції у розвиток системи громадського здоров'я мають мультиплікативний ефект, поєднуючи соціальну користь із значними економічними вигодами. Розвиток громадського здоров'я є не лише гуманітарною, але й економічною необхідністю, що формує основу для сталого розвитку суспільства в довгостроковій перспективі.

Цифровізація економіки здійснює значний вплив на основні функції громадського здоров'я, що зумовлює трансформацію традиційних підходів до охорони здоров'я та управління громадським здоров'ям. Завдяки впровадженню цифрових технологій, такі ключові функції як моніторинг, профілактика захворювань, надання медичних послуг, освіта у сфері здоров'я, управління охороною здоров'я тощо отримують нові можливості для підвищення ефективності.

Цифрові технології відкривають нові можливості для медичної освіти та просвітницьких кампаній серед населення. Соціальні медіа, веб-платформи, мобільні додатки дозволяють швидко поширювати науково обґрунтовану інформацію про здоров'я, доступну для широкого кола користувачів. Цифровізація сприяє підвищенню загального рівня обізнаності щодо важливості профілактики здоров'я, здорового способу життя та ранньої діагностики захворювань.

В умовах становлення цифрової економіки не тільки змінюються традиційні соціальні детермінанти громадського здоров'я, зокрема рівень доходів, освіта, зайнятість, умови життя тощо, а й виникають нові детермінанти, що впливають на стан здоров'я населення. Серед нових соціальних детермінант громадського здоров'я – доступ до цифрових технологій, рівень цифрової грамотності, цифрова нерівність, можливості використання телемедицини та онлайн сервісів у сфері охорони здоров'я тощо.

Високий рівень інформаційної грамотності забезпечує здатність людей шукати, оцінювати та ефективно використовувати науково обґрунтовану інформацію для ухвалення рішень, що стосуються їхнього здоров'я. Це включає розуміння медичних рекомендацій, навігацію в системі охорони здоров'я, здатність до критичної оцінки якості отриманої інформації тощо.

Інформаційно-комунікаційні технології кардинально змінюють підходи до збереження та покращення здоров'я, інтегруючи інноваційні рішення в різні аспекти медичної практики. Впровадження інформаційних технологій сприяє покращенню доступу до медичних послуг, оптимізації процесів діагностики та лікування, підвищенню ефективності управління медичними даними тощо. Завдяки таким технологіям, як телемедицина, електронні медичні записи, мобільні додатки для здоров'я тощо відбувається трансформація традиційних моделей охорони здоров'я. Це дозволяє не лише поліпшити якість надання медичних послуг, але й сприяє профілактиці захворювань, індивідуалізованому лікуванню, ефективному моніторингу стану пацієнтів у реальному часі.

За вказаних умов концепція «digital health» стає невід'ємною складовою систем охорони здоров'я, пропонуючи нові можливості для покращення якості життя людей. Концепція «digital health» є вельми актуальною з позицій досягнення Цілей сталого розвитку, зокрема стратегічної цілі №3 – «Міцне здоров'я і благополуччя». Ця концепція передбачає інтеграцію цифрових технологій у системи охорони здоров'я для забезпечення доступу до якісних медичних послуг, підвищення ефективності профілактики, діагностики та лікування захворювань.

Концепція «digital health» є ключовим інструментом для зміцнення як національних, так і глобальних систем охорони здоров'я, забезпечуючи нові можливості для підвищення ефективності медичних послуг та оптимізації ресурсів. Використання інструментів «digital health» сприяє не лише індивідуалізації медичного догляду, але й підвищенню загальної стійкості систем охорони здоров'я. Це забезпечує швидке реагування на кризи,

покращує контроль над епідеміями, підтримує загальне благополуччя населення.

Цифрові технології змінюють соціальні детермінанти здоров'я через низку ключових механізмів:

- покращення доступу до медичних послуг – розширення можливостей використання телемедицини, електронних медичних записів, мобільних додатків для моніторингу здоров'я забезпечує доступ до медичних послуг навіть для тих верств населення, які раніше мали обмежений доступ до традиційних медичних закладів. Це сприяє вирівнюванню нерівності в доступі до охорони здоров'я;

- підвищення медичної грамотності населення – інформація про здоров'я та профілактику захворювань стає доступною завдяки інтернету та різним цифровим платформам. Це сприяє підвищенню рівня обізнаності населення щодо здорового способу життя, раннього виявлення хвороб, використання профілактичних заходів тощо;

- вплив на економічні та соціальні умови – доступ до цифрових технологій може збільшити економічні можливості населення через створення нових робочих місць у цифровій економіці, дистанційну зайнятість та підвищення продуктивності праці. Це позитивно позначається на добробуті людей, що, своєю чергою, є важливим чинником для покращення здоров'я.

- зниження соціальної ізоляції – онлайн-платформи та соціальні мережі надають можливість людям залишатися на зв'язку, підтримувати соціальні контакти, отримувати емоційну підтримку. Це особливо важливо для літніх людей або тих, хто живе у віддалених регіонах, що може позитивно вплинути на їхній психічний стан.

Використання цифрових технологій у сфері охорони здоров'я стало не тільки можливістю для покращення доступу до медичних послуг, але й суттєвим фактором у підвищенні рівня життя населення. Сучасні технології забезпечують більш швидкий і точний діагноз, дозволяють зручніше відстежувати та управляти своїм здоров'ям, полегшують доступ до

спеціалізованої медичної інформації, медичної допомоги, незалежно від географічного розташування. Цей процес супроводжується збільшенням кількості даних про здоров'я та їхнім аналізом, що дозволяє отримувати більш персоналізовані медичні послуги.

1.4 Огляд досліджень щодо впливу цифровізації на громадське здоров'я

Проблемі впливу цифровізації економіки на систему громадського здоров'я приділяється значна увага. Основою для здійснення аналізу сучасних напрямків наукових досліджень у сфері цифровізації громадського здоров'я може бути обрана наукометрична база даних Scopus. Актуальність проблематики дослідження підтверджує кількість документів в наукометричній базі Scopus, отриманих за запитом «digital public health» протягом останніх п'яти років. За період з 2020 по 2024 роки було отримано 3363 наукові праці. Структура отриманих даних за сферами знань представлена на рисунку 1.1.

Documents by subject area

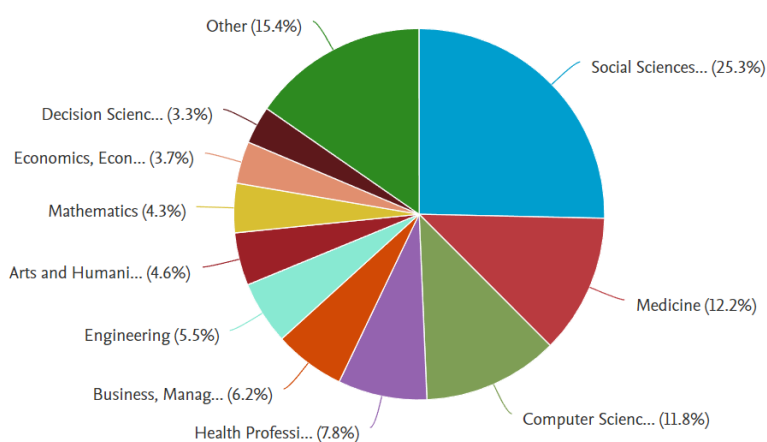


Рисунок 1.1 – Структура документів, індексованих базою даних Scopus за запитом “Digital public health” за 2020–2024 роки.

Аналіз структури документів показав, що 25,3% – це дослідження в сфері Social Sciences, 12,2% – в сфері Medicine, 11,89% – в сфері Computer Sciences, 4,3% – Mathematics, 3,7% – Economics, Econometrics and Finance.

Аналіз наукових публікацій, індексованих базою даних Scopus, показує, що протягом 2020–2024 років найбільша кількість публікацій з питань впливу цифровізації економіки на рівень громадського здоров'я, належить науковцям зі Сполучених штатів Америки, Великої Британії, Китаю, Австралії, Індії, Іспанії, Італії, Німеччини, Бразилії (рисунок 1.2).

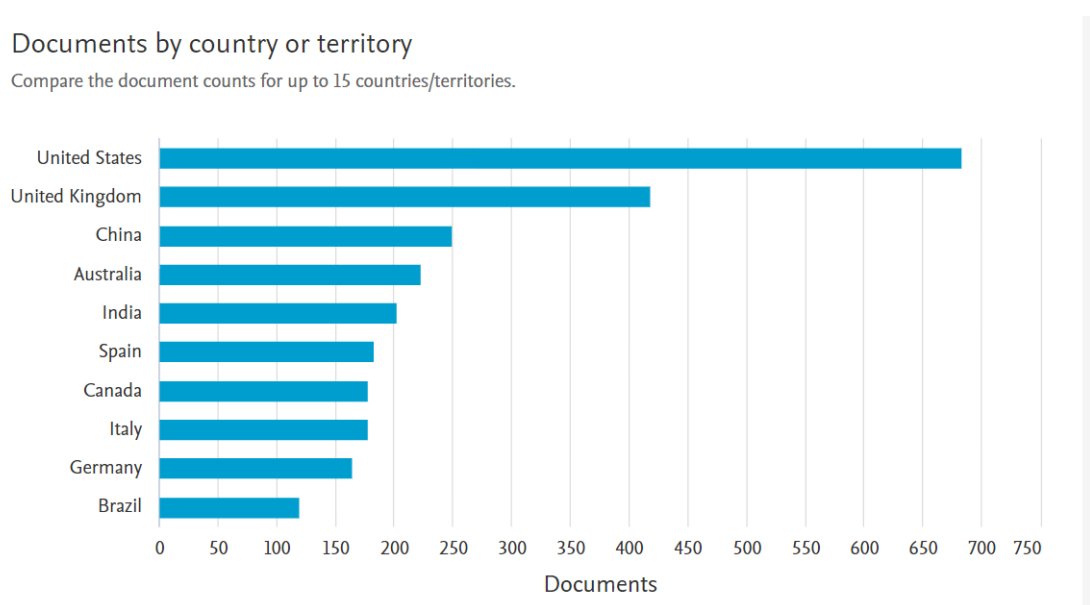


Рисунок 1.2 – Структура країн з найбільш високою публікаційною активністю документів, індексованих базою даних Scopus за запитом «digital public health» за 2020–2024 роки.

Аналіз наукових публікацій, проіндексованих у базі даних Scopus, демонструє, що протягом 2020–2024 років спостерігається зростання кількості досліджень, присвячених впливу цифровізації економіки на рівень громадського здоров'я. Велика кількість публікацій зосереджується на питаннях цифрової трансформації систем охорони здоров'я, впровадження електронних медичних записів, телемедицини, використання великих даних та

штучного інтелекту для підвищення ефективності охорони здоров'я. Ці дослідження вивчають вплив цифрових технологій на доступність медичних послуг, рівень здоров'я населення, соціальну нерівність у сфері охорони здоров'я тощо [5–15].

Бібліометричний аналіз наукових публікацій дозволяє ідентифікувати структуру та основні тренди наукових досліджень у сфері цифровізації громадського здоров'я. Для проведення бібліометричного аналізу наукових досліджень з тематики «digital public health» було використане програмне забезпечення VOSViewerv.1.6.19.

Програмне забезпечення VOSViewerv.1.6.19. застосовано для аналізу наукових публікацій за 2020-2024 роки, індексованих базою даних Scopus в обсязі 3363 публікацій. В якості основного методу аналізу даних за допомогою програми VOSviewer обрано метод «co-occurrence», який кластеризує ключові слова за ступенем їхнього вживання в одній роботі. Отже, ключові слова утворюють тематичні кластери. Під час візуалізації VOSViewer розфарбовує окремі кластери різними кольорами. розмір кожного ключового слова визначається показником «загальної сили посилення», тобто міцністю зв'язку даного ключового слова з усіма іншими, а рядки відображають зв'язок між двома окремими ключовими словами.

Для систематизації та візуалізації тематичних досліджень, пов'язаних з ключовими словами «digital public health», побудовано рисунок 1.3, на якому різними кольорами виділено 10 кластерів, які містять 1000 елементів. Перший кластер (червоний) – найбільший, містить 290 елементів, другий кластер (зелений) містить 148 елементів, третій кластер (синій) містить 128 елементів, четвертий (салатовий) містить 128 елементів, п'ятий (бузковий) містить 78 елементів, шостий (блакитний) містить 76 елементів, сьомий (помаранчевий) містить 74 елементів, восьмий кластер (коричневий) містить 45 елементів, дев'ятий кластер (рожевий) містить 28 елементів, десятий кластер (світло рожевий) містить 6 елементів.



Рисунок 1.6 – Бібліометрична карта ключового слова «Digital storage»

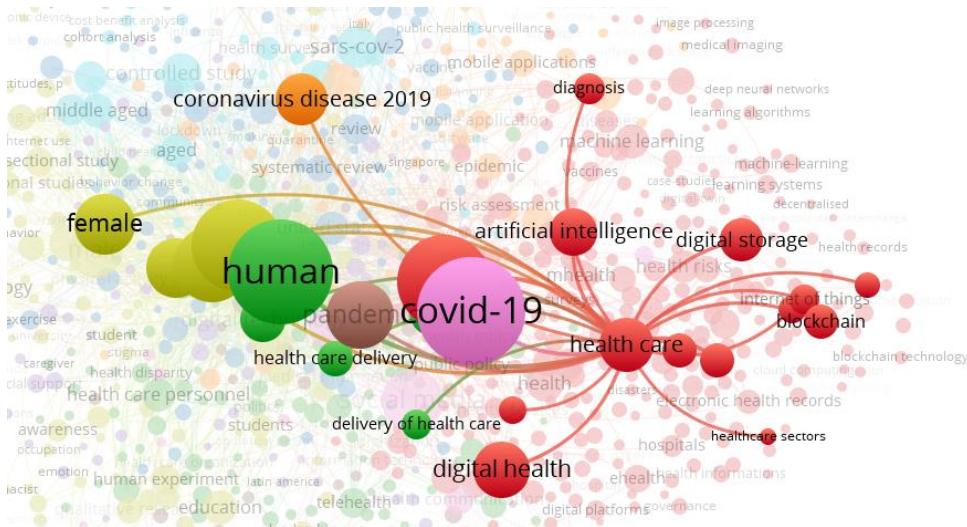


Рисунок 1.7 – Бібліометрична карта ключового слова «Health care»

Програма VOSViewerv дозволяє провести хронологічний аналіз використання ключових слів у наукових публікаціях бази даних Scopus за обраною тематикою дослідження. Результати хронологічного аналізу наукових публікацій бази даних Scopus за тематикою «Digital public health» представлено на рисунку 1.8.

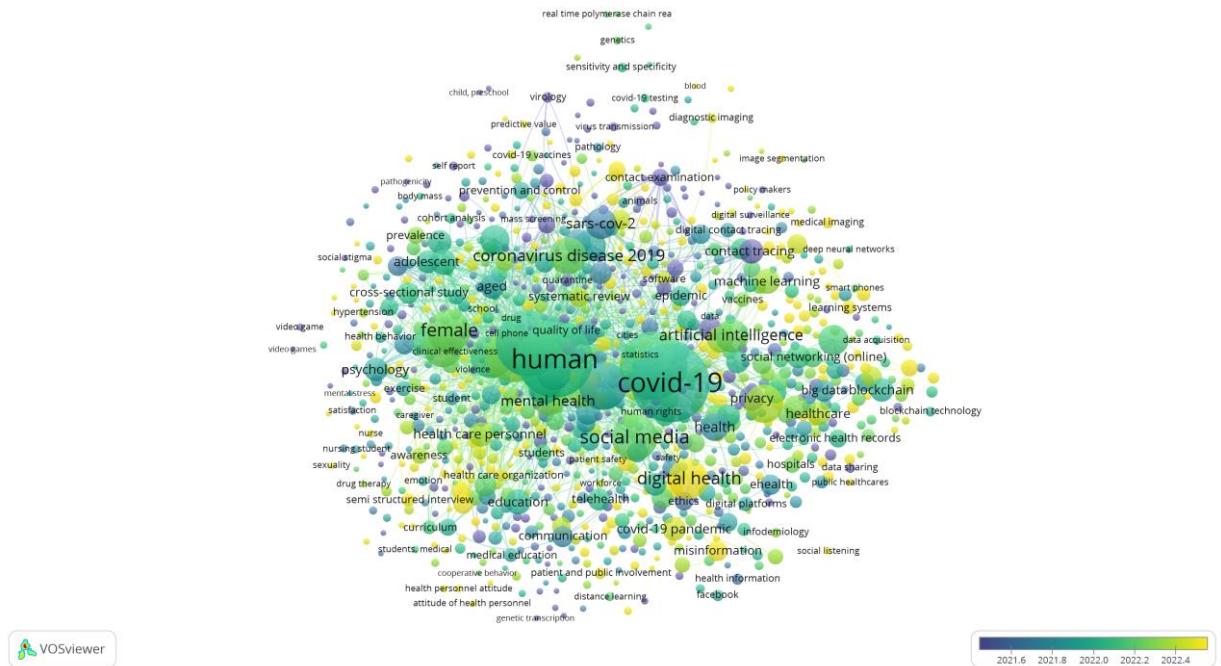


Рисунок 1.8 – Карта контекстно-часового вимірювання наукових досліджень з теми «Digital public health» у динаміці за 2020-2024 роки.

Аналіз результатів хронологічного аналізу підтверджує актуальність наукових досліджень системи громадського здоров'я протягом 2020–2024 років. Актуальність дослідження категорії «Digital health» зростає, починаючи з 2024 року.

Аналіз результатів показує, що дослідження з тематики «Digital health» тісно пов'язані з тематикою «Health care», «Public health», «Digital technology», «Telehealth», «Social media», що підтверджує важливість впливу цифровізації економіки на сферу охорони здоров'я, зокрема громадського здоров'я.

Використання програми VOSviewer v.1.6.19 дозволяє з'ясувати питання щодо щільності використання ключових слів в наукових публікаціях з тематики «Digital health», які індексуються базою даних Скопус. Результати проведено аналізу представлені на рисунку 1.9.

прогнозування захворювань і планування медичних ресурсів. Всі ці чинники мають позитивний вплив на систему громадського здоров'я.

Водночас цифровізація економіки породжує нові виклики для системи громадського здоров'я, зокрема у вигляді необхідності адаптації до швидких технологічних змін, розв'язання проблеми цифрової нерівності, захисту персональних даних пацієнтів та мінімізації стресових факторів, пов'язаних із надмірним використанням цифрових технологій.

Додатково важливо враховувати економічні наслідки цифровізації, зокрема вплив на витрати домогосподарств, фінансову стійкість системи охорони здоров'я та ефективність використання ресурсів. Це створює потребу у всебічному науковому аналізі, який дозволить не лише оцінити прямий вплив цифровізації на ключові показники громадського здоров'я, а й розробити рекомендації для подолання можливих негативних наслідків.

Питання дослідження впливу цифрової трансформації економіки на систему громадського здоров'я розглядається також в роботах [16–33].

Цифровізація економіки суттєво змінює соціальні взаємодії, доступ до послуг, і, як наслідок, впливає на громадське здоров'я. Одним з важливих напрямків дослідження впливу нових цифрових соціальних детермінант на громадське здоров'я є побудова та аналіз відповідних економетричних моделей. Економетричні моделі дозволяють системно дослідити та кількісно оцінити вплив цифрових детермінант на показники здоров'я населення.

Застосування економетричних методів є ключовим інструментом для аналізу впливу цифровізації охорони здоров'я на якість життя населення. Економетричні моделі дозволяють кількісно оцінити взаємозв'язки між впровадженням цифрових технологій у медичних системах та соціально-економічними показниками. Використання економетричного інструментарію забезпечує можливість побудови емпіричних доказів, які стають основою для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо впровадження інновацій у сфері охорони здоров'я. Завдяки цьому вдається визначити не лише прямий вплив цифрових технологій на медичну галузь, але й опосередковані ефекти,

які проявляються через покращення соціально-економічних умов, зниження витрат на охорону здоров'я та підвищення рівня добробуту населення.

Економетричні моделі сприяють ідентифікації факторів, які мають найбільший вплив на ефективність цифрових трансформацій, що дозволяє оптимізувати політики та стратегії розвитку у сфері охорони здоров'я. Отже, впровадження цифрових технологій у медичні системи у поєднанні з ґрунтовним економетричним аналізом, забезпечує комплексний підхід до оцінки їх впливу на якість життя та відкриває нові перспективи для інноваційного розвитку охорони здоров'я.

Питанням економетричного моделювання різних аспектів охорони здоров'я та системи громадського здоров'я присвячено роботи [34–39].

Аналіз документів останніх років показує, що вивчення впливу цифрової трансформації на громадське здоров'я є критично важливим для адаптації систем охорони здоров'я до нових умов і викликів цифрової трансформації економіки. Одночасно з перевагами цифровізації виникають нові виклики, пов'язані із цифровою нерівністю, кібербезпекою, впливом на психічне здоров'я громадян через надмірне використання цифрових пристроїв тощо.

2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

2.1 Вибір показників цифровізації та громадського здоров'я: аналіз можливих індикаторів

Важливим етапом економічного моделювання є вибір відповідного набору даних для забезпечення коректності та ефективності подальшого аналізу. У межах цього дослідження використовується панельні дані, які мають низку переваг порівняно з одномірними даними, особливо в контексті розв'язання поставлених завдань.

Панельні дані – це структура даних, яка об'єднує спостереження за одними й тими самими об'єктами в кількох часових періодах. Вони включають інформацію як про змінні, що змінюються з часом, так і про незмінні характеристики об'єктів. Завдяки цьому панельні дані поєднують властивості часових рядів і крос-секційних даних, що робить їх особливо корисними для економічного аналізу, зокрема вивченню впливу цифровізації на систему громадського здоров'я.

По-перше, панельні дані дозволяють поєднувати часові та просторові виміри, забезпечуючи багатовимірність спостережень. Це дає змогу аналізувати зміни в характеристиках об'єктів як у часі, так і між різними об'єктами. Завдяки такій структурі зменшується проблема мультиколінеарності, що сприяє підвищенню точності оцінок параметрів моделі.

Ще однією перевагою є здатність панельних даних враховувати незмінні в часі індивідуальні ефекти, які можуть впливати на результати аналізу. Це значно знижує упередженість оцінок, спричинену пропущеними змінними. Окрім того, більший обсяг інформації, який надають панельні дані, забезпечує статистичну значущість результатів і дозволяє досліджувати динамічні

процеси, аналізуючи зміни в поведінці чи характеристиках об'єктів у часі [40].

У цьому дослідженні в якості залежних змінних було використано соціально-економічні показники з 31 країни Європейського Союзу, а також дані щодо цифровізації та стану громадського здоров'я. Детальна таблиця з розрахунками представлена в Додатку А.

Таблиця 3.1 узагальнює описані вище індикатори.

Таблиця 3.1 – Опис індикаторів

№	Змінна	Показник	Одиниця виміру
1	dep1	Очікувана тривалість життя (роки)	Одиниць
2	dep2	Рівень смертності (кількість смертей на 1000 осіб)	Одиниць
3	dep3	Державні витрати на освіту як відсоток від ВВП, %	%
4	dep4	Самооцінка здоров'я за статтю, віком та рівнем освіти, %	%
5	ind1	Рівень доступу до Інтернету у домогосподарстві (% домогосподарства)	%
6	ind2	Імунізація, АКДП (% дітей віком 12-23 місяці)	%
7	ind3	Особи, які ніколи не користувалися Інтернетом (% осіб)	%
8	ind4	Особи, які використовують Інтернет для пошуку інформації, пов'язаної зі здоров'ям (% осіб)	%
9	ind5	Прямі витрати домогосподарств на медичні послуги, %	%
10	ind6	Домогосподарства, що мають доступ до Інтернету вдома (%)	%
11	ind7	Кількість випускників медичних спеціальностей (на 100 000 населення)	Одиниць
12	ind8	Глобальний Інноваційний Індекс	Одиниць
13	ind9	Особи, які використовують Інтернет для пошуку інформації про товари та послуги (% осіб)	%
14	ind10	Особи, які регулярно використовують Інтернет (% осіб)	%

Джерело: розроблено автором на основі [40 – 44].

2.2 Опис методів статистичного аналізу та економетричного моделювання для дослідження зв'язку між цифровізацією та громадським здоров'ям

Для аналізу панельних даних і визначення ступеня зв'язку між факторними змінними та залежною змінною використовується регресійна модель типу

$$y_{it} = \alpha + X_{it}^* \beta + v_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T, \quad (2.1)$$

де

i - порядковий номер об'єкта дослідження;

t - період дослідження;

α - вільний член;

β - вектор коефіцієнтів розмірності $K \times 1$;

X_{it}^* - вектор-рядок матриці K пояснювальних змінних;

v_{it} - помилка регресії.

$$v_{it} = u_i + \varepsilon_{it}, \quad (2.2)$$

де

u_i - окремі ефекти спостережень;

ε_{it} - модельні залишки.

Аналізуючи панельні дані, важливо мати на увазі, що окремі ефекти спостережень не є частиною моделі, а є просто випадковими компонентами регресійної моделі.

Для аналізу панельних даних використовують два основні типи моделей – модель фіксованих ефектів і модель випадкових ефектів.

Модель фіксованих ефектів передбачає, що кожна факторна змінна не є випадковою, а включається в модель після детального вивчення явища. Кожна змінна має свій унікальний вплив на змінну результату. Модель з фіксованими ефектами використовує лише ті фактори, які враховуються в дослідженні.

Модель випадкових ефектів вибирає певний набір показників із великого набору змінних, які використовуються для подальших досліджень. Ця модель враховує можливі випадкові ефекти тих показників, які були

виключені з розгляду. Цей підхід використовується, коли випадкові ефекти не корелюють з регресорами.

Щоб визначити, який тип моделі найкраще підходить для набору панельних даних, використовуються спеціальні критерії, зокрема тест Вальда, тест Брейша-Пагана, тест Гаусмана.

Окрім труднощів, пов'язаних із збором необхідної вхідної інформації та можливих помилок, іноді буває важко вибрати набір вхідних змінних, який найкращим чином описує досліджуване явище. Для вирішення проблеми надмірності вхідної інформації та виділення найважливіших факторів дослідження використовується спеціальний інструмент – метод головних компонент.

Суть цього методу полягає у виявленні груп змінних, які мають приховані зв'язки між собою і можуть пояснити досліджуваний об'єкт з певної функціональної позиції. Таким чином, метод головних компонентів дозволяє вибирати та ідентифікувати компоненти та визначати їх рівень у конкретних одиницях набору даних. Оскільки цей метод дозволяє виявити приховані зв'язки між змінними, значення компонентів є суто гіпотетичним. Зв'язок між вихідними змінними та витягнутими компонентами можна подати у вигляді

$$z_i = \sum_1^m a_{ij} G_j, \quad (2.3)$$

де

z_i – стандартизовані значення i -ї ознаки з одиничними дисперсіями;

m – загальна кількість досліджуваних ознак;

a_{ij} – факторне навантаження j -го компонента на i -ту ознаку.

Моделі фіксованих ефектів часто використовують у випадках, коли дослідник прагне уникнути змішування впливу часових змін із незмінними характеристиками об'єктів, такими як культурні, географічні чи структурні особливості.

Моделі випадкових ефектів передбачають, що індивідуальні ефекти є випадковими змінними, які не корелюють із пояснювальними змінними. У цьому підході враховується як міжоб'єктна, так і внутрішньооб'єктна варіація. Моделі випадкових ефектів є доцільними, якщо незмінні характеристики об'єктів не мають систематичного зв'язку з іншими змінними моделі, а їхній вплив може бути розглянутий як випадковий. Цей підхід забезпечує ефективніше використання інформації, оскільки дозволяє враховувати варіацію між об'єктами, що може бути втрачено у моделях фіксованих ефектів.

Тест Гаусмана (Hausman Test) оцінює наявність кореляції між індивідуальними ефектами та пояснювальними змінними. Якщо така кореляція присутня, перевагу слід надавати моделям фіксованих ефектів; в іншому випадку можуть бути використані моделі випадкових ефектів.

Тест Гаусмана перевіряє дві альтернативні гіпотези

- нульову гіпотезу – відсутність кореляції між індивідуальними ефектами та пояснювальними змінними. У цьому випадку модель випадкових ефектів є адекватною;

- альтернативну гіпотезу – наявність кореляції між індивідуальними ефектами та пояснювальними змінними. У такій ситуації модель фіксованих ефектів забезпечує більш точні та непридатні оцінки.

Тест Гаусмана базується на порівнянні оцінок параметрів, отриманих у моделях фіксованих та випадкових ефектів. Основна ідея полягає в тому, що в разі відсутності кореляції між індивідуальними ефектами та пояснювальними змінними обидві моделі мають давати схожі оцінки. Якщо кореляція існує, оцінки з моделі випадкових ефектів стають зміщеними.

Тест Гаусмана забезпечує вибір методології, яка знижує упередженість оцінок і підвищує точність результатів аналізу. У дослідженнях із панельними даними його застосування дозволяє прийняти обґрунтоване рішення щодо підходу до моделювання, що враховує специфіку даних.

3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

3.1 Реалізація моделі в статистичному пакеті STATA

Для визначення найбільш впливових показників за допомогою методу головних компонент використовується статистичний пакет STATA. Отримані результати наведені в Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Власні значення та частка загальної дисперсії, що припадає на обрані компоненти

Головні компоненти	Власні значення	% загальної дисперсії	Сумарний % від загальної дисперсії
Comp 1	6,64923	0,6649	0,6649
Comp 2	1,10688	0,1107	0,7756
Comp 3	0,711344	0,0711	0,8467
Comp 4	0,471616	0,0472	0,8939
Comp 5	0,344511	0,0345	0,9284
Comp 6	0,303086	0,0303	0,9587
Comp 7	0,220243	0,0220	0,9807
Comp 8	0,109462	0,0109	0,9916
Comp 9	0,0783024	0,0078	0,9995
Comp 10	0,00532516	0,0005	1,0000

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

У першому стовпчику ми бачимо, що перші дві змінні мають власні значення, більші за одиницю, а це означає, що цих перших двох компонент буде достатньо для нашого дослідження. У третьому стовпчику таблиці 3.2 показано відсоток загальної дисперсії, що пояснюється кожною компонентою. Як бачимо, перша компонента пояснює 66% загальної дисперсії змінних, а друга – 11%. За результатами розрахунків у таблиці можна зробити висновок, що для подальшої роботи нам підходять два компоненти, проте нам достатньо і одного компонент, оскільки його власне значення описує практично 70% (66,49%). Для підтвердження цього результату наведемо графік критерію

Кеттела для кам'янистих осипів (рисунок 3.1).

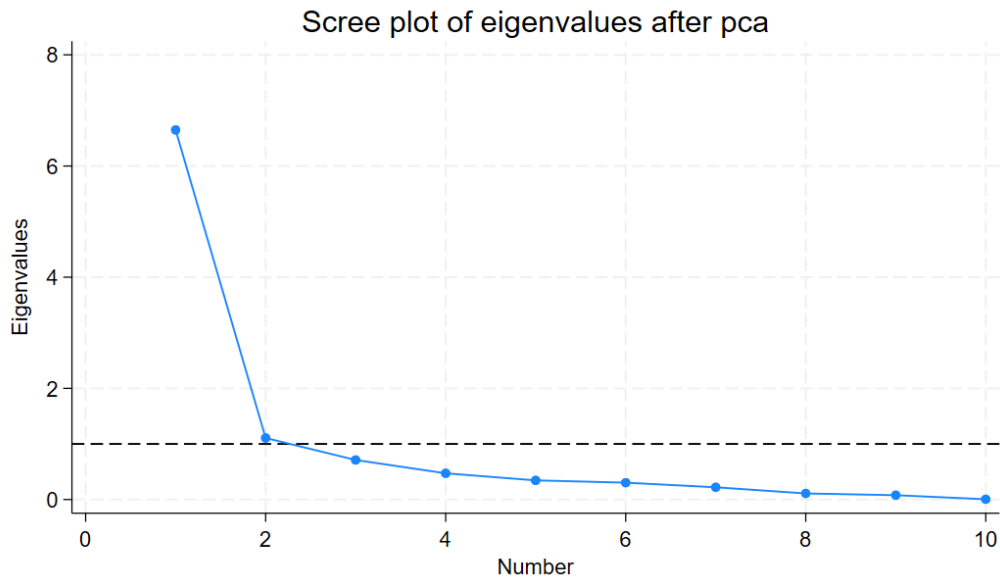


Рисунок 3.1 – Графік критерію кам'янистого осипу
Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Як бачимо, різкий спад власних значень припадає на перший фактор, після чого графік спадає більш плавно, що підтверджує оптимальність вибору одного компонент для нашого дослідження.

Тепер перейдемо до визначення факторних навантажень для кожної змінної в межах кожної компоненти (табл. 3.3).

Таблиця 3.2 – Факторні навантаження обраних головних компонент

Головні компоненти	Comp1
ind1	0.2864
ind2	0.1750
ind3	-0.3668
ind4	0.3466
ind5	-0.2889
ind6	0.3421
ind7	0.2923
ind8	-0.3106
ind9	0.3340
ind10	0.3725

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Результати для компонентів 2-10 представлені в Додатку А.

У даному випадку нам необхідно обрати факторне навантаження показника за модулем більше порогового значення 0.3, оскільки це означає, що зміни в цьому показнику в основному пояснюються змінами в першій головній компоненті. У нашому випадку, підходять наступні головні компоненти: ind3 (Особи, які ніколи не користувалися Інтернетом), ind4 (Особи, які використовують Інтернет для пошуку інформації, пов'язаної зі здоров'ям), ind6 (Домогосподарства, що мають доступ до Інтернету вдома), ind8 (Глобальний Інноваційний Індекс), ind9 (Особи, які використовують Інтернет для пошуку інформації про товари та послуги), ind10 (Особи, які регулярно використовують Інтернет).

Проведемо більш детальний аналіз головних компонентів за допомогою функції summarize в STATA.

```
. summarize ind3 ind4 ind6 ind8 ind9 ind10 , detail
```

ind3				
Percentiles		Smallest		
1%	.26	.07		
5%	.91	.08		
10%	1.48	.26	Obs	208
25%	4.51	.31	Sum of wgt.	208
50%	9.915		Mean	11.82798
		Largest	Std. dev.	8.832247
75%	17.26	34		
90%	24.7	36	Variance	78.00858
95%	28.38	38	Skewness	.7816902
99%	36	40	Kurtosis	3.047448

ind4				
Percentiles		Smallest		
1%	15.8	10.21		
5%	28.12	13.3		
10%	31.8	15.8	Obs	205
25%	45	18.2	Sum of wgt.	205
50%	53.75		Mean	52.69049
		Largest	Std. dev.	14.17269
75%	63	77.38		
90%	69.37	78.01	Variance	200.8653
95%	73.97	79.67	Skewness	-.5293866
99%	78.01	80.5	Kurtosis	3.021721

Рисунок 3.2 – Описові статистики головних компонент ind3 та ind4

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

ind6					
Percentiles		Smallest			
1%	51.3	30.2			
5%	64.6	32.9			
10%	72.4	51.3	Obs		211
25%	80.9	54.2	Sum of wgt.		211
50%	87.4		Mean		85.21185
			Std. dev.		10.77699
75%	92.3	99			
90%	96.1	99	Variance		116.1434
95%	97	99.4	Skewness		-1.847505
99%	99	99.9	Kurtosis		8.437444

ind8					
Percentiles		Smallest			
1%	1	1			
5%	2	1			
10%	4	1	Obs		217
25%	12	1	Sum of wgt.		217
50%	28		Mean		27.82949
			Std. dev.		18.41531
75%	39	84			
90%	48	84	Variance		339.1236
95%	57	92	Skewness		.8354203
99%	84	93	Kurtosis		4.316544

Рисунок 3.3 – Описові статистики головних компонент ind6 та ind8

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

ind9					
Percentiles		Smallest			
1%	31.13	28			
5%	38.46	28.01			
10%	45.75	31.13	Obs		208
25%	61.635	33.48	Sum of wgt.		208
50%	71.545		Mean		69.70163
			Std. dev.		15.21173
75%	80.9	93.5			
90%	88.64	94	Variance		231.3968
95%	90.55	94.12	Skewness		-.6650291
99%	94	95.63	Kurtosis		2.96228

ind10					
Percentiles		Smallest			
1%	48.51	42			
5%	60.78	45.5			
10%	67.41	48.51	Obs		211
25%	76.43	51.02	Sum of wgt.		211
50%	85.3		Mean		82.87341
			Std. dev.		11.52943
75%	91.79	98.59			
90%	96	98.83	Variance		132.9277
95%	97.73	98.83	Skewness		-.9043886
99%	98.83	99	Kurtosis		3.625748

Рисунок 3.4 – Описові статистики головних компонент ind9 та ind10

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Проведемо аналіз результатів. На рис. 3.2 для змінної ind3 коефіцієнт асиметрії (Skewness) відрізняється від нуля, позитивний (0,7816902), що вказує на правосторонню асиметрію, тобто більшість спостережень знаходяться зліва від середнього. Для змінної ind4 коефіцієнт асиметрії негативний (-0,5293866) що вказує на лівосторонню асиметрію. Для нормального розподілу коефіцієнт ексцесу (Kurtosis) дорівнює 3. В нашому випадку значення обох компонент відмінні від 3. На підставі наведених даних можна припустити, що компонент ind9 та ind10 не відповідають нормальному розподілу.

Аналогічно проводимо аналіз результатів для компонент ind6 та ind8 (Рис. 3.3). На основі результатів описової статистики можна зробити висновок, що розподіли змінних ind6 та ind8 значно відрізняються від нормального розподілу. Розподіли обох компонент є асиметричними і мають відмінну від нормального розподілу форму.

Як бачимо, розподіл головних компонент ind9 та ind10 (Рис. 3.4) має відхилення від нормального розподілу, але загалом форма розподілу є досить близькою до нормальної. Обидві змінні мають коефіцієнти ексцесу, близькі до 3 (2.96228 та 3.625748 відповідно), що означає, що форма розподілу цих змінних є досить близькою до нормальної.

При виборі оптимального типу моделі, яка найкраще відповідає нашим статистичним даним, використаємо тест Хаусмана. У нашому випадку ми застосуємо цей інструмент для наших чотирьох залежних змінних. Результати тестів Хаусмана для dep1 (Таблиця 3.4), dep2 (Таблиця 3.5), dep3 (Таблиця 3.6), dep4 (Таблиця 3.7) представлені нижче:

Таблиця 3.3 – Результати тестів Хаусмана для дер1.

	Коефіцієнти		
	(b) fixed	(B) random	(b-B)difference
ind3	0,0333742	0,0457738	-0,0123997
Ind4	0,02017113	0,0238371	-0,0036658
ind6	-0,0300217	-0,0398815	0,0098598
Ind8	0,0072052	-0,0292488	0,036454
ind9	-0,0271389	-0,0267585	-0,0003803
ind10	0,0235081	0,0492901	-0,025782
Prob>chi2=0.0000			

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Таблиця 3.4 – Результати тестів Хаусмана для дер2

	Коефіцієнти		
	(b) fixed	(B) random	(b-B)difference
ind3	-0,0583117	-0,0762979	0,0179862
Ind4	0,0065924	0,0045457	0,0020467
ind6	0,042869	0,0458695	-0,0030005
Ind8	-0,024459	0,0041308	-0,285898
ind9	0,0020886	0,0009995	0,0010891
ind10	-0,0190919	-0,0427227	0,0236308
Prob>chi2=0.0001			

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Таблиця 3.5 – Результати тестів Хаусмана для дер3

	Коефіцієнти		
	(b) fixed	(B) random	(b-B)difference
ind3	0,0030819	0,0008723	0,0022096
Ind4	0,0041447	0,0038115	0,0003332
ind6	0,0163819	0,0160075	0,0003745
Ind8	-0,0010142	-0,0021876	0,0011734
ind9	-0,0019321	-0,0008852	-0,0010469
ind10	0,0218816	0,0199032	0,0019785
Prob>chi2=0.0000			

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Таблиця 3.6 – Результати тестів Хаусмана для dep4

	Коефіцієнти		
	(b) fixed	(B) random	(b-B)difference
ind3	0,5745885	0,51526	0,0593285
Ind4	-0,0351388	-0,0579553	0,0228165
ind6	0,0121466	0,1086888	-0,0965422
Ind8	-0,5246525	-0,233038	-0,2916144
ind9	-0,0561394	-0,0560118	-0,0001276
ind10	0,7255049	0,537689	0,1878159
Prob>chi2=0.0005			

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

За результатами тесту ми будуватимемо регресійну модель з фіксованими ефектами для всіх показників, оскільки для них Prob > chi2 є меншим за 0,05.

```
. xtreg dep1 log_ind3 log_ind4 log_ind6 log_ind8 log_ind9 log_ind10 ,fe

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =       175
Group variable: id                         Number of groups =        31

R-squared:                                 Obs per group:
  Within = 0.2550                            min =           3
  Between = 0.2915                           avg =          5.6
  Overall = 0.2173                            max =           6

corr(u_i, Xb) = -0.5677                     F(6, 138)       =       7.87
                                           Prob > F         =      0.0000
```

dep1	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
log_ind3	-.4486711	.1800034	-2.49	0.014	-.8045925	-.0927498
log_ind4	1.260967	.722776	1.74	0.083	-.168181	2.690114
log_ind6	-3.92592	2.750631	-1.43	0.156	-9.364752	1.512912
log_ind8	.1592136	.5351024	0.30	0.767	-.8988462	1.217273
log_ind9	-4.333164	1.317337	-3.29	0.001	-6.93794	-1.728388
log_ind10	-2.182408	3.190221	-0.68	0.495	-8.490443	4.125626
_cons	97.01051	3.153442	30.76	0.000	90.7752	103.2458
sigma_u	3.7923507					
sigma_e	.36529049					
rho	.99080718	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(30, 138) = 260.90 Prob > F = 0.0000

Рисунок 3.5 – Регресійна модель з фіксованими ефектами панельних даних для показника Очікувана тривалість життя

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Адекватність моделі визначаємо за значенням Prob>F, яке повинно бути

меншим за 0,05; у нашому випадку модель є адекватною, оскільки значення дорівнює нулю. Р-значення ($P > |t|$) показує, чи є вплив відповідної незалежної змінної на залежну статистично значущим. Як правило, якщо р-значення менше 0.05, то вплив вважається значущим. Для даної моделі значущим показником є константа. R-квадрат показує, яка частка дисперсії залежної змінної пояснюється моделлю. В даному випадку, модель пояснює близько 25% дисперсії. Внутрішньокласова кореляція (ρ) показує, яка частина варіації вихідних даних пояснюється відмінностями між об'єктами. В нашому випадку це становить 99%.

Рівняння моделі має вигляд

$$\begin{aligned} dep1 = & 97.0105 - 0.4487 * \log(ind3) + 1.2609 * \log(ind4) - \quad (3.1), \\ & 3.9259 * \log(ind6) - 1.1592 * \log(ind8) - 4.3316 * \log(ind9) - \\ & 2.1824 * \log(ind10) + u_i + \varepsilon_{it}, \end{aligned}$$

де $dep1$ – залежна змінна;

$\log(ind3)$, $\log(ind4)$, $\log(ind6)$, $\log(ind8)$, $\log(ind9)$, $\log(ind10)$ – незалежні змінні;

u_i – фіксовані ефекти для кожної групи;

ε_{it} – залишковий член моделі.

```
. xtreg dep2 log_ind3 log_ind4 log_ind6 log_ind8 log_ind9 log_ind10 ,fe
```

Fixed-effects (within) regression
 Group variable: **id**

Number of obs = **201**
 Number of groups = **31**

R-squared:
 Within = **0.4417**
 Between = **0.3453**
 Overall = **0.2488**

Obs per group:
 min = **3**
 avg = **6.5**
 max = **7**

corr(u_i, Xb) = **-0.7216**

F(6, 164) = **21.62**
 Prob > F = **0.0000**

dep2	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
log_ind3	.0953136	.1832634	0.52	0.604	-.2665464	.4571736
log_ind4	.3090983	.7130145	0.43	0.665	-1.098774	1.71697
log_ind6	7.15624	2.61779	2.73	0.007	1.987324	12.32516
log_ind8	-.7886584	.5188682	-1.52	0.130	-1.813182	.2358647
log_ind9	1.318015	1.346845	0.98	0.329	-1.341378	3.977407
log_ind10	4.694124	3.071588	1.53	0.128	-1.370833	10.75908
_cons	-13.89959	3.056672	-4.55	0.000	-19.93509	-7.864084
sigma_u	3.2283844					
sigma_e	.4230106					
rho	.98312129	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(30, 164) = **150.72** Prob > F = **0.0000**

Рисунок 3.6 – Регресійна модель з фіксованими ефектами панельних даних для показника Рівень смертності.

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Проводимо аналогічний аналіз цієї регресійної моделі. Вона є статистично значущою, так як $\text{Prob}>F=0.0000$, що означає, що незалежні змінні в моделі загалом мають суттєвий вплив на рівень смертності. За показником rho, більша частина (98.31%) загальної варіації залежної змінної пояснюється постійними груповими факторами, які не змінюються з часом. Для цієї моделі, так само, як і для першої, статистично значущою є константа. 44.17% варіації рівня смертності пояснюється змінами незалежних змінних у межах груп. Рівняння моделі має вигляд

$$\begin{aligned} \text{dep2} = & -13.8996 + 0.0951 * \log(\text{ind3}) + 0.3101 * \log(\text{ind4}) + \quad (3.2), \\ & 7.1562 * \log(\text{ind6}) - 0.7887 * \log(\text{ind8}) + 1.3180 * \log(\text{ind9}) + \\ & 4.6941 * \log(\text{ind10}) + u_i + \varepsilon_{it}, \end{aligned}$$

де dep2 – залежний показник рівня смертності.

```

. xtreg dep3 log_ind3 log_ind4 log_ind6 log_ind8 log_ind9 log_ind10 ,fe

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =       201
Group variable: id                         Number of groups =        31

R-squared:                                 Obs per group:
  Within = 0.7407                           min =           3
  Between = 0.1105                          avg =           6.5
  Overall = 0.1368                           max =           7

corr(u_i, Xb) = 0.0418                      F(6, 164)       =       78.08
                                              Prob > F        =       0.0000

```

dep3	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
log_ind3	-.2840876	.0478333	-5.94	0.000	-.378536	-.1896391
log_ind4	-.3008235	.1861027	-1.62	0.108	-.6682897	.0666427
log_ind6	3.856928	.6832648	5.64	0.000	2.507798	5.206058
log_ind8	.0641581	.1354289	0.47	0.636	-.2032509	.3315671
log_ind9	-.0748871	.3515378	-0.21	0.832	-.7690106	.6192364
log_ind10	1.822102	.8017099	2.27	0.024	.2390983	3.405106
_cons	-4.817743	.7978167	-6.04	0.000	-6.39306	-3.242426
sigma_u	1.0784845					
sigma_e	.11040927					
rho	.98962817	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0: F(30, 164) = 300.54           Prob > F = 0.0000

. xtreg dep4 log_ind3 log_ind4 log_ind6 log_ind8 log_ind9 log_ind10 ,fe

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =       197
Group variable: id                         Number of groups =        31

```

Рисунок 3.7 – Регресійна модель з фіксованими ефектами панельних даних для показника Державні витрати на освіту як відсоток від ВВП.

Джерело: власні розрахунки за допомогою STATA

Модель є статистично значущою в цілому та адекватною, про що свідчить значення F-тесту. Коефіцієнти \log_ind3 та \log_ind3 є статистично значущими для даної регресійної моделі. Високе значення $Rho=0.9896$ показує, що більша частина варіації залежної змінної пояснюється відмінностями між групами. Це означає, що групові ефекти є надзвичайно важливими. Аналізуючи значення першого коефіцієнта можемо дійти висновку, що збільшення доступу до Інтернету у домогосподарствах на 1% пов'язане зі зменшенням державних витрат на освіту на 0,2841%. Негативний вплив може свідчити про те, що більше використання Інтернету може знижувати потребу у фінансуванні традиційних освітніх систем. За другим

коефіцієнтом можна зрозуміти, що збільшення доступу до Інтернету вдома на 1% пов'язане зі збільшенням витрат на освіту на 3,8569%. Це може бути пов'язано з тим, що домогосподарства, які активно користуються Інтернетом, вимагають модернізації освітньої інфраструктури. Ці результати підкреслюють, що цифровізація може суттєво змінювати структуру освітніх потреб і витрат. Інші змінні, такі як імунізація або прямі витрати домогосподарств на медицину, не демонструють значного впливу на залежну змінну.

Рівняння цієї регресивної моделі має вигляд

$$\begin{aligned} \text{dep3} = & -4.8177 - 0.2841 * \log(\text{ind3}) - 0.3082 * \log(\text{ind4}) + \quad (3.3), \\ & 3.8569 * \log(\text{ind6}) + 0.0642 * \log(\text{ind8}) - 0.0749 * \log(\text{ind9}) + \\ & 1.8221 * \log(\text{ind10}) + u_i + \varepsilon_{it}, \end{aligned}$$

де dep3 – залежний показник державних витрат на освіту як відсоток від ВВП.

```
. xtreg dep4 log_ind3 log_ind4 log_ind6 log_ind8 log_ind9 log_ind10 ,fe
```

Fixed-effects (within) regression	Number of obs =	197
Group variable: id	Number of groups =	31
R-squared:	Obs per group:	
Within = 0.1289	min =	3
Between = 0.0070	avg =	6.4
Overall = 0.0098	max =	7
corr(u_i, Xb) = -0.5621	F(6, 160) =	3.95
	Prob > F =	0.0010

dep4	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
log_ind3	1.407249	1.468269	0.96	0.339	-1.492437	4.306935
log_ind4	1.064129	5.632363	0.19	0.850	-10.05923	12.18749
log_ind6	10.42571	22.99237	0.45	0.651	-34.98196	55.83339
log_ind8	-14.2702	4.0996	-3.48	0.001	-22.3665	-6.17389
log_ind9	-8.302379	10.77863	-0.77	0.442	-29.58912	12.98436
log_ind10	33.40211	25.87093	1.29	0.199	-17.69044	84.49465
_cons	-28.27503	24.15434	-1.17	0.244	-75.97748	19.42743
sigma_u	14.386302					
sigma_e	3.3275814					
rho	.94921632	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(30, 160) = 60.75 Prob > F = 0.0000

Рисунок 3.8 – Регресійна модель з фіксованими ефектами панельних даних для показника Самооцінка здоров'я за статтю, віком та рівнем освіти.

Як можемо бачити, модель є адекватною з високою внутрішньокласовою кореляцією (94,9%). Значення R^2 є доволі низьким, що вказує на слабке пояснення варіації залежної змінної незалежними змінними. Це свідчить про те, що в моделі можуть бути пропущені важливі фактори.

На основі значення t можна відзначити, що лише змінна $\log(\text{ind8})$ є статистично значущою ($P=0.001$), тобто зі збільшенням частки користувачів Інтернету на 1% самооцінка здоров'я зменшується в середньому на 14.2702 одиниць. Це свідчить про потенційні негативні наслідки від активного користування Інтернетом, наприклад, зменшення фізичної активності або підвищення рівня стресу. Для покращення моделі варто додати інші змінні, які краще відображають аспекти, що впливають на самооцінку здоров'я.

Рівняння цієї регресивної моделі має вигляд

$$\begin{aligned} \text{dep4} = & -28.2750 + 1.4072 * \log(\text{ind3}) + 1.0641 * \log(\text{ind4}) + \quad (3.4), \\ & 10.4257 * \log(\text{ind6}) - 14.2702 * \log(\text{ind8}) - 8.3024 * \log(\text{ind9}) + \\ & 33.4021 * \log(\text{ind10}) + u_i + \varepsilon_{it}, \end{aligned}$$

де dep4 – залежний показник самооцінки здоров'я за статтю, віком та рівнем освіти.

3.2 Розробка рекомендацій за результатами розрахунків

Проведене дослідження показало, що цифровізація економіки змінює соціальні детермінанти громадського здоров'я, впливаючи на доступ до медичних послуг, медичну грамотність, соціальні зв'язки, освіту, економічні можливості населення тощо. Водночас цифрова трансформація створює нові виклики, пов'язані з цифровою нерівністю, що може поглиблювати соціальну нерівність.

В умовах цифрової економіки цифрові соціальні детермінанти мають значний вплив на громадське здоров'я. До таких детермінант можна віднести

доступ до цифрових технологій, рівень цифрової грамотності, наявність навичок користування електронними медичними послугами та інтернет-ресурсами. Цифрові соціальні детермінанти не тільки визначають доступність і якість медичних послуг, але й впливають на здатність людей активно підтримувати власне здоров'я.

В умовах цифрової трансформації суспільства, вплив цифрових детермінант на громадське здоров'я стає критично важливим і потребує врахування при розробці стратегій охорони здоров'я та соціальної політики.

Інформаційна грамотність та доступ до інформації стають ключовими детермінантами здоров'я як на індивідуальному рівні, так і на рівні суспільства загалом. Високий рівень інформаційної грамотності забезпечує здатність людей шукати, оцінювати та ефективно використовувати науково обґрунтовану інформацію для прийняття рішень, що стосуються їхнього здоров'я. Це включає розуміння медичних рекомендацій, навігацію в системі охорони здоров'я, здатність до критичної оцінки якості отриманої інформації.

На суспільному рівні поширення інформаційної грамотності сприяє зниженню рівня дезінформації, що особливо важливо в епоху цифровізації, де велика частина медичних даних поширюється через онлайн-ресурси. Доступ до достовірної інформації дозволяє підвищити обізнаність населення щодо профілактики захворювань, своєчасного звернення за медичною допомогою, дотримання принципів здорового способу життя.

Результати аналізу моделей демонструють багатовимірний вплив цифровізації, доступу до медичних послуг, а також соціально-економічних факторів на ключові показники здоров'я і розвитку. Зокрема, модель рівня смертності вказала на те, що доступ до Інтернету вдома має позитивний зв'язок із рівнем смертності, що може пояснюватися побічними ефектами цифровізації, такими як зниження фізичної активності або підвищення рівня стресу. Інші змінні, включені до моделі, не виявили значущого впливу, що свідчить про необхідність врахування додаткових чинників для розуміння детермінант смертності.

У моделі очікуваної тривалості життя ключовим фактором виявилися високі прямі витрати домогосподарств на медичні послуги, які негативно корелюють із тривалістю життя. Це вказує на недостатню доступність або низьку якість медичних послуг, що змушує населення нести надмірне фінансове навантаження. Інші змінні, такі як вакцинація та доступ до Інтернету, не показали значущого впливу, можливо, через те, що їхній зв'язок із тривалістю життя є непрямим.

Модель самооцінки здоров'я виявила негативний вплив частки користувачів Інтернету, що може бути наслідком підвищеного рівня стресу, інформаційного перевантаження або зниження фізичної активності. Інші змінні, такі як вакцинація, витрати на медичні послуги та доступ до Інтернету, не мали значущого впливу, що може свідчити про складну природу взаємозв'язків між цифровізацією та самооцінкою здоров'я.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що цифровізація справляє суперечливий вплив на різні аспекти соціального та економічного розвитку. Для подальшого аналізу важливо вдосконалити підбір даних, додавши показники, що глибше розкривають соціально-економічні, демографічні й цифрові аспекти. Вдосконалення підбору даних потрібне для усунення прогалів у поясненні взаємозв'язків, які були виявлені в поточних моделях. Низькі значення R^2 у деяких моделях свідчать про те, що включені змінні пояснюють лише невелику частину варіації залежних показників, а отже, важливі чинники залишаються поза увагою. Слід врахувати змінні, що описують рівень доходів, нерівність, зайнятість, доступність і якість медичних послуг, а також конкретизувати використання Інтернету (тип активностей, тривалість, рівень цифрової грамотності). Для освіти важливо включити дані про якість навчання, доступ до технологій та модернізацію шкіл. Регіональна деталізація і довгострокові часові ряди допоможуть краще виявити тренди та міжрегіональні відмінності. Такий підхід забезпечить глибший і точніший аналіз взаємозв'язків.

ВИСНОВКИ

Цифровізація як глобальний процес трансформує всі аспекти сучасного суспільства, змінюючи економічні, соціальні та культурні реалії. Вона відкриває нові можливості для розвитку систем охорони здоров'я, підвищення доступності медичних послуг, покращення комунікації та обізнаності населення. Водночас цифровізація створює нові виклики, пов'язані зі збільшенням інформаційного навантаження, зниженням фізичної активності та загостренням нерівності у доступі до технологій. Ці чинники суттєво впливають на громадське здоров'я, яке є однією з основних складових людського капіталу та індикатором соціально-економічного розвитку суспільства.

У ході виконання дослідження на тему «Економіко-математичне моделювання впливу цифровізації економіки на громадське здоров'я» було розроблено математичні моделі, що дозволяють оцінити взаємозв'язок між показниками цифровізації та станом громадського здоров'я. Проведений аналіз продемонстрував, що цифровізація має як позитивні, так і негативні аспекти впливу на громадське здоров'я, залежно від специфіки використання цифрових технологій та соціально-економічних умов.

Моделювання показало, що вплив цифровізації є багатограним. Статистичний аналіз вхідних даних підтвердив наявність кореляції між рівнем цифровізації (доступ до Інтернету, використання онлайн-ресурсів, цифрова грамотність) та показниками громадського здоров'я (самооцінка здоров'я, тривалість життя, рівень смертності). Зокрема, сильний вплив продемонстрували змінні, що характеризують доступ до Інтернету вдома та рівень користування цифровими послугами, хоча окремі фактори мали суперечливий характер.

Результати регресійного аналізу показали, що доступ до Інтернету вдома позитивно корелює з витратами на освіту, але водночас має негативний вплив

на рівень смертності, що вимагає додаткового вивчення соціально-поведінкових наслідків цифровізації. Високі прямі витрати на медичні послуги виявилися значним негативним чинником для тривалості життя, що підкреслює нерівність у доступі до медичних послуг. Аналіз самооцінки здоров'я показав негативний вплив частки користувачів Інтернету, ймовірно, через інформаційне перевантаження або зниження фізичної активності.

Моделі, побудовані на основі статистичних методів, підтвердили свою адекватність: коефіцієнти детермінації R^2 вказують на прийнятний рівень пояснюваності залежних змінних у більшості випадків. Однак у деяких моделях спостерігалися залишки, які не відповідали нормальному розподілу, що вказує на необхідність подальшого вдосконалення моделей. Використання методів головних компонент (РСА) допомогло зменшити мультиколінеарність між змінними, виділивши найбільш значущі компоненти.

Результати моделювання також виявили, що вплив цифровізації варіюється залежно від соціально-економічного контексту, що підтверджується високою часткою групових ефектів у моделях. Це свідчить про те, що наявні відмінності між регіонами та країнами відіграють ключову роль у формуванні впливу цифрових технологій на громадське здоров'я.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що цифровізація має значний потенціал для покращення громадського здоров'я через підвищення доступу до медичних та освітніх послуг. Однак цей процес супроводжується новими викликами, такими як інформаційне перенавантаження та збільшення соціальної нерівності. Подальше дослідження має бути зосереджене на уточненні моделей, додаванні змінних, які враховують соціально-економічні та поведінкові чинники, а також на розробці рекомендацій для ефективного управління процесами цифровізації в контексті охорони здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Голобородько А.Ю., Гусєва О.Ю., Легомінова С.В. Цифрова економіка : підручник . Київ : Видавництво ДУТ, 2020. 400 с.
2. Public health services. World Health Organization. URL: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Healthsystems/public-health-services> (дата звернення 15.10.2024)
3. Ціль 3. Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх в будь-якому віці. URL: <https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2017/10/3.-Zdorovyj-sposib-zhyttya.pdf>
4. Декларація цілей сталого розвитку. URL: <https://globalcompact.org.ua/pro-nas/tsili-stijkogo-rozvytku> (дата звернення 27.10.2024)
5. Al Dahdah, M., & Mishra, R. K. (2023). Digital health for all: The turn to digitized healthcare in India. *Social science & medicine*, 319, 114968.
6. Boudershem, R. (2024). Shaping the future of AI in healthcare through ethics and governance. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-12.
7. Budd, J., Miller, B. S., Manning, E. M., Lampos, V., Zhuang, M., Edelstein, M., ... & McKendry, R. A. (2020). Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nature medicine*, 26(8), 1183-1192.
8. Dumbach, P., Schwinn, L., Löhr, T., Do, P. L., & Eskofier, B. M. (2024). Artificial intelligence trend analysis on healthcare podcasts using topic modeling and sentiment analysis: a data-driven approach. *Evolutionary Intelligence*, 17(4), 2145-2166.
9. Ernawati, K., Nugroho, B. S., Suryana, C., Riyanto, A., & Fatmawati, E. (2022). Advantages of digital applications in public health services on automation era. *International journal of health sciences*, 6(1), 174-186.

10. Hameed, K., Naha, R., & Hameed, F. (2024). Digital transformation for sustainable health and well-being: a review and future research directions. *Discover Sustainability*, 5(1), 104.

11. Huang, W. L., Liao, S. L., Huang, H. L., Su, Y. X., Jerng, J. S., Lu, C. Y., ... & Xu, J. R. (2024). A case study of lean digital transformation through robotic process automation in healthcare. *Scientific Reports*, 14(1), 14626.

12. Iyamu, I., Xu, A. X., Gómez-Ramírez, O., Ablona, A., Chang, H. J., Mckee, G., & Gilbert, M. (2021). Defining digital public health and the role of digitization, digitalization, and digital transformation: scoping review. *JMIR public health and surveillance*, 7(11), e30399.

13. Kashani, K. B., Awdishu, L., Bagshaw, S. M., Barreto, E. F., Claire-Del Granado, R., Evans, B. J., ... & Mehta, R. L. (2023). Digital health and acute kidney injury: consensus report of the 27th Acute Disease Quality Initiative workgroup. *Nature Reviews Nephrology*, 19(12), 807-818.

14. Kluge, H. (2018). The WHO Europe initiative for digitalization of health systems: mobilizing action through digital health for Health2020 and the UN 2030 Agenda for Sustainable Development. *European Journal of Public Health*, 28(suppl_4), cky213-013.

15. Lopreite, M., Misuraca, M., & Puliga, M. (2024). Outbreak and integration of social media in public health surveillance systems: A policy review through BERT embedding technique. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101995.

16. Lu, J., Wang, X., Chen, S., Chen, G., Feng, Y., & Liu, L. (2024). Leveraging digital technology to improve self-efficacy in response to public health crises. *Information & Management*, 103987.

17. Majcherek, D., Hegerty, S. W., Kowalski, A. M., Lewandowska, M. S., & Dikova, D. (2024). Opportunities for healthcare digitalization in Europe: Comparative analysis of inequalities in access to medical services. *Health Policy*, 139, 104950.

18. Man, L. C., Lin, Y., Pang, G., Sanderson, J., & Duan, K. (2024). Digitalization to achieve greener healthcare supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 142802.
19. Manoj, P. K. (2023). Affordable Healthcare and Affordable Housing: Need for an Integrative Approach for the Holistic Growth of the Digital Economy of Kerala, India. *Community Practitioner*, 20(9), 412-435.
20. McVea, J., McLaughlin, D., & Campeau, D. A. (2024). Carrot Health: digitizing health care through consumer analytics. *The CASE Journal*, (ahead-of-print).
21. Nikitenko, V., Voronkova, V., Kozar, Y., Oleksenko, R., Yanchevskiy, O., & Korobko, I. (2023). Digital Healthcare in the Context of Challenges and Opportunities of Technological Progress in the Countries of the European Union. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(40), 315-333.
22. Odone, A., Buttigieg, S., Ricciardi, W., Azzopardi-Muscat, N., & Staines, A. (2019). Public health digitalization in Europe: EUPHA vision, action and role in digital public health. *European journal of public health*, 29(Supplement_3), 28-35.
23. Odone, A., Gianfredi, V., Frascella, B., Balzarini, F., Oradini Alacreu, A., & Signorelli, C. (2020). Digitalization of immunization programmes in Europe: results from the EUVIS project. *European Journal of Public Health*, 30(Supplement_5), ckaa165-006.
24. Odone, A., Gianfredi, V., Frascella, B., Balzarini, F., Oradini Alacreu, A., & Signorelli, C. (2020). Digitalization of immunization programmes in Europe: results from the EUVIS project. *European Journal of Public Health*, 30(Supplement_5), ckaa165-006.
25. Portillho, L., Marin, H. F., Senne, F., & Barbosa, A. (2024). Digital Health in Brazil: Trends and Opportunities. *Studies in health technology and informatics*, 316, 315-319.
26. Rodriguez, J. A., Shachar, C., & Bates, D. W. (2022). Digital inclusion as health care—supporting health care equity with digital-

infrastructure initiatives. *New England Journal of Medicine*, 386(12), 1101-1103.

27. Saban, M., Zavala, D., Osornio, A. L., Kaminker, D., Díaz, M., Rubinstein, A., ... & Ledesma, D. A. R. (2024). Understanding WHO SMART Guidelines: Narrative Review of an Innovative Global Digital Health Approach. *Studies in health technology and informatics*, 316, 1994-1998.

28. Sekalala, S., & Chatikobo, T. (2024). Colonialism in the new digital health agenda. *BMJ Global Health*, 9(2), e014131.

29. Țăran, A. M., Mustea, L., Vătavu, S., Lobonț, O. R., & Luca, M. M. (2022). Challenges and drawbacks of the EU medical system generated by the COVID-19 pandemic in the field of health systems' digitalization. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 4950.

30. Wang, J., & Xu, Y. (2023). Digitalization, income inequality, and public health: Evidence from developing countries. *Technology in Society*, 73, 102210.

31. Wong, B. L. H., Maaß, L., Vodden, A., van Kessel, R., Sorbello, S., Buttigieg, S., & Odone, A. (2022). The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet Regional Health—Europe*, 14.

32. Wu, J., Liu, Y., Chen, H., Huang, X., & Wang, Y. (2024, May). A Quantitative Study on Digital Health and Wellness Policies from the Combination Perspective of “Subject-Theme-Tool”. In *Wuhan International Conference on E-business* (pp. 250-263). Cham: Springer Nature Switzerland.

33. Yrttiaho, T., Giunti, G., & Isomursu, M. (2024). Challenges Implementing Patient and Public Involvement in a Digital Health Agile Project Which Includes Research, Business and Software Development. *Digital Health and Informatics Innovations for Sustainable Health Care Systems: Proceedings of MIE 2024*.

34. Koibichuk, V., Kolomiets, S., Drozd, S. (2022). Public health system effectiveness: determinants and impacts. Szczecin: Centre of Sociological Research, p. 135. DOI: 10.14254/978-83-966582-7-2/2022

35. Wu, J., Liu, Y., Chen, H., Huang, X., & Wang, Y. (2024, May). A Quantitative Study on Digital Health and Wellness Policies from the Combination Perspective of “Subject-Theme-Tool”. In Wuhan International Conference on E-business (pp. 250-263). Cham: Springer Nature Switzerland.

36. Mykola Melnyk, Andrii Blyzniukov, Svitlana Kolomiets, Ruslan Dinit. Socio-economic determinants of public health. *Health Economics and Management Review*, 4, 2024, 86-101. DOI: <https://doi.org/10.61093/hem.2024.1-03>

37. Dobrovolska, O., & Kolomiets, S. (2024). The Impact of Digitalisation on Social Determinants of Public Health. *Health Economics and Management Review*, 5(3), 128-142. <https://doi.org/10.61093/hem.2024.3-09>

38. Економіко-математичне моделювання та прогнозування, розроблення методологічних та методичних засад створення дорожньої карти реформування системи охорони здоров'я в Україні з урахуванням поведінкових, соціальних, економічних та правових детермінант : *Науково-технічний звіт про виконання завдань Перспективного плану розвитку наукового напрямку «Суспільні науки» Сумського державного університету*. 473 с.

39. Didenko, I., & Kurovska, Yu., & Dzwigol, H. (2023). Theoretical Research Aspects of the Key COVID-19 Trends and Transformation of Indicators in the Healthcare Sphere. *Health Economics and Management Review*, 4(1), 90-102. <https://doi.org/10.21272/hem.2023.1-09>

40. Eurostat: веб-сайт. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/> (дата звернення: 20.11.2024).

41. World Bank Open Data. Free and open access to global development data. The World Bank: веб-сайт. URL: <https://data.worldbank.org/> (дата звернення: 20.11.2024).

42. Data collections. World Health Organization: веб-сайт. URL: <https://www.who.int/data/collections> (дата звернення: 25.11.2024).

43. OECD: веб-сайт. URL: <https://www.oecd.org/en.html> (дата звернення: 17.11.2024).

44. Research and data to make progress against the world's largest problems. Our World in Data: веб-сайт. URL: <https://ourworldindata.org/> (дата звернення: 8.11.2024).

ДОДАТКИ

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	Comp7	Comp8	Comp9	Comp10	Unexplained
ind1	0.2864	0.3544	0.3122	-0.4769	0.4516	-0.4314	0.2040	-0.1650	-0.0536	0.0756	0
ind2	0.1750	0.8046	-0.1097	0.0359	-0.0183	0.4151	-0.1921	0.3041	0.0246	-0.0783	0
ind3	-0.3668	0.1597	-0.1509	0.0005	0.1444	0.1859	0.2656	-0.2253	0.5087	0.6178	0
ind4	0.3466	0.0562	0.0537	0.4336	0.0773	0.3347	0.3257	-0.6124	-0.2921	-0.0377	0
ind5	-0.2889	-0.0762	0.6490	0.1454	0.4055	0.2762	-0.4692	-0.0739	0.0366	-0.0267	0
ind6	0.3421	0.0421	0.3538	0.0270	-0.4991	-0.1045	-0.1185	-0.2324	0.6397	-0.1338	0
ind7	0.2923	-0.3656	0.0743	-0.5636	0.0328	0.6276	0.1864	0.1518	0.0698	0.0078	0
ind8	-0.3106	0.1432	0.5341	0.0774	-0.3498	0.0267	0.5806	0.3088	-0.1903	0.0024	0
ind9	0.3340	-0.1729	0.0143	0.4732	0.4363	-0.0915	0.2646	0.4923	0.3479	-0.0490	0
ind10	0.3725	-0.0820	0.1656	0.1175	-0.2040	-0.0696	-0.2625	0.1852	-0.2824	0.7642	0

Рисунок А.8 – Факторні навантаження обраних головних компонент