

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«_____» червня 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо–професійною програмою
«Економічна кібернетика»
спеціальності 051 «Економіка»**

**на тему: «Моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у сфері охорони
здоров'я»**

Виконав:

студент IV курсу, групи УК-91

Кацай Кирило Ігорович

Керівник:

доцент кафедри економічної кібернетики, к.ф.-м.н.,

Лазаренко Ірина Сергіївна

Рецензент:

доцент кафедри міжнародної економіки, к.е.н., доцент

Черненко Наталя Олександрівна

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо– професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«__6__» лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кацаю Кирилу Ігоровичу

1. Тема роботи: «Моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у сфері охорони здоров'я»

керівник роботи Лазаренко Ірина Сергіївна, к.ф.-м.н.
затверджені наказом по університету від 31.05.2023р. No2077– с

2. Термін подання студентом роботи: 12.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: наукова та навчально-методична література, публікації, новини та дослідження на основі опитувань від різноманітних вітчизняних та закордонних ЗМІ, статистичні дані від низки державних організацій включаючи, але не обмежуючись, Державну службу статистики та Державну міграційну службу України, наукові дослідження, та різноманітні закони та регулюючі акти України.

4. Зміст пояснювальної записки

а) теоретична частина:

- розкрити сутність та особливості системи та політики охорони здоров'я в Україні;
- проаналізувати основні важелі що впливають на загальник ринок праці в Україні;
- проаналізувати основні важелі що впливають на ринок праці в Україні з точки зору галузі охорони здоров'я;

б) дослідницько– аналітична частина:

- обґрунтувати потребу в збільшенні кількості робочих місць в галузі охорони здоров'я, розкривши наслідки руйнувань та пошкоджень об'єктів охорони здоров'я України, аспекти міграційного руху та кількість постраждалих внаслідок воєнної агресії спричиненою росією;
- побудувати економіко-математичні моделі тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я для оптимізації (збільшення) обсягу робочих місць;
- здійснити оцінку адекватності та якості моделі.

в) рекомендаційна частина:

- здійснити прогностичне та оптимізаційне комп'ютерне моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я;
- провести економічну аналітику результатів моделювання та здійснити оцінку ефективності моделей, а також розробити рекомендації з удосконалення (збільшення) обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Оцінка основних важелів що впливають на загальник ринок праці та ринок праці з точки зору галузі охорони здоров'я в Україні.
2. Результати прогностичного моделювання обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.
3. Результати динамічного оптимізаційного моделювання обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.
4. Економічна аналітика результатів моделювання, оцінка ефективності моделей.
5. Точка рівноваги між попитом і пропозицією на ринку праці в галузі охорони здоров'я за сьогоднішніх умов.
6. Розробка рекомендацій щодо заходів для підвищення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я
7. Економічне обґрунтування ефективності впровадження системи запропонованих рекомендацій.

6. Дата видачі завдання:

«06» лютого 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Збір необхідної інформації теоретичного, методичного та практичного змісту, вивчення та аналіз літературних джерел щодо моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці в галузі охорони здоров'я	06.02.2023 – 26.02.2023	
2.	Розгляд теоретико-методичних засад дослідження та моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці в галузі охорони здоров'я	27.02.2023 – 19.03.2023	
3.	Вибір ключових факторів впливу на ринок праці в загальному та з точки зору галузі охорони здоров'я для дослідження і подальша постановка економічної задачі	20.03.2023 – 02.04.2023	
4.	Опис ключових факторів впливу на ринок праці та аналіз їх безпосереднього впливу	03.04.2023 – 16.04.2023	
5.	Побудова економіко-математичні моделі та вибір програмного забезпечення для визначення тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я для оптимізації (збільшення) обсягу робочих місць	17.04.2023 – 21.05.2023	
6.	Прогностичне та динамічне оптимізаційне комп'ютерне моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я	21.04.2023 – 08.05.2023	
7.	Аналіз результатів моделювання та розроблення рекомендацій з удосконалення (збільшення) обсягу робочих місць в галузі	08.05.2023 – 21.05.2023	
8.	Формування рекомендацій щодо заходів для підвищення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я	22.05.2023 – 28.05.2023	
9.	Оформлення дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти	29.05.2023 – 04.06.2023	

Студент

Кирило КАЦАЙ

_____ (підпис)

Керівник дипломної роботи

Ірина ЛАЗАРЕНКО

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: **«Моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у сфері охорони здоров'я»** містить 83 сторінки, 11 таблиць, 19 рисунків, 3 додатки. Перелік посилань нараховує 54 найменування.

Метою роботи є визначення тенденцій динаміки ринку праці в галузі охорони здоров'я в Україні та моделювання оптимальної кількості обсягу робочих місць на майбутнє.

Об'єктом дипломної роботи є динаміка ринку праці в галузі охорони здоров'я в Україні.

Предмет дипломної роботи – сукупність тенденцій та їх впливу на ринок праці в галузі охорони здоров'я.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань були використані різноманітні методи включаючи наукове узагальнення (для розкриття сутності процесів та систематизації їх складових), класифікацію (систематизація даних та групування важливих аспектів, що впливають на ринок праці у галузі охорони здоров'я для виділення ключових факторів та параметрів для подальшого аналізу та моделювання), економіко-математичне моделювання (для аналізу оптимального обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я за основу було взято модель регресії (прогнозу) та динамічну модель пошуку і підбору відповідності (search and matching model) П. Даймонда, Д. Мортенсена і К. Піссарідеса), графічний метод (для візуалізації динаміки та структури ринку праці у галузі охорони здоров'я) та інші наукові та аналітичні підходи, які допомогли нам отримати глибоке розуміння проблеми та розробити обґрунтовані рекомендації для поліпшення ринку праці у галузі охорони здоров'я.

Результати роботи. За результатами проведеного аналізу та дослідження було розроблено економіко-математичну модель для моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я, в частині, для знаходження оптимального обсягу робочих місць в галузі і точки рівноваги ринку праці. Дана

модель базується на систематизації та узагальненні актуальних даних про ринок праці та дозволяє оцінити оптимальне значення його показників у відповідності до зазначених умов. На основі моделювання було знайдено оптимальну кількість безробітних та робочих місць в галузі охорони здоров'я для забезпечення балансу на ринку праці. Економічний ефект від провадження запропонованих заходів полягає в впровадженні раціонального планування та розподілу робочих місць у галузі охорони здоров'я що в результаті сприятиме забезпеченню ефективного функціонування системи охорони здоров'я, підвищенню рівня медичних послуг та зменшення навантаження на працівників. Результатом даної роботи є проаналізований оптимальний показник робочих місць в галузі що сприятиме зниженню рівню безробіття та ряд розроблених рекомендацій, що базуються на об'єктивних даних та економічних моделях, впровадження яких дозволить забезпечити раціональне використання ресурсів та ефективного функціонування системи охорони здоров'я.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Результати роботи та надані рекомендації мають величезну цінність для української системи охорони здоров'я та економіки України в цілому. Дослідницька робота привнесла новаторський підхід до оптимізації робочих місць у галузі охорони здоров'я, який дозволяє систематично оцінювати різні сценарії розвитку ринку праці та впроваджувати ефективні стратегічні рішення на рівні управління охороною здоров'я.

Ключові слова: моделювання, тенденції ринку праці, галузь охорони здоров'я, вітчизняний ринок праці, динамічна модель, задача оптимізації.

ABSTRACT

Thesis of the first (bachelor's) level of higher education on «**Modeling trends of the domestic healthcare labor market**» contains 83 pages, 11 tables, 19 figures, the list of links contains 54 items.

The purpose of the work is identifying trends of the dynamics of the healthcare labor market in Ukraine and modelling the optimal number of jobs for the future.

The object of the work is the dynamics of healthcare labor market in Ukraine.

The subject of the work is a set of trends and their impact on the healthcare labor market.

Research methods. To achieve the objectives, various methods were used, including scientific generalization (to reveal the essence of processes and systematize their components), classification (systematization of data and grouping of important aspects affecting the healthcare labor market to identify key factors and parameters for further analysis and modeling), economic and mathematical modeling (to analyze the optimal number of jobs in the healthcare sector) including the regression (forecast) model and the dynamic search and matching model by P. Diamond, D. Mortensen and K. Pissarides), graphical method (to visualize the dynamics and structure of the healthcare labor market) and other scientific and analytical approaches that helped us to gain a deep understanding of the problem and develop sound recommendations for improving the healthcare labor market.

Results of work. Based on the results of the analysis and research, an economic and mathematical model was developed to simulate trends in the domestic labor market in the healthcare sector, in particular, to find the optimal number of jobs in the sector and the labor market equilibrium point. This model is based on the systematization and generalization of relevant data on the labor market and allows to estimate the optimal value of its indicators in accordance with the specified conditions. Based on the modeling, the optimal number of unemployed and healthcare jobs was found to ensure a balance in the labor market. The economic effect of the proposed measures is the introduction of rational planning and distribution of jobs in the healthcare sector, which will ultimately

contribute to the effective functioning of the healthcare system, improve the level of medical services and reduce the burden on employees. The result of this work is an analysis of the optimal number of jobs in the industry, which will contribute to reducing unemployment, and a number of recommendations based on objective data and economic modeling, the implementation of which will ensure the rational use of resources and the effective functioning of the healthcare system.

Recommendations for the use of work results. The results and recommendations are of immense value for the Ukrainian healthcare system and the Ukrainian economy as a whole. The work has introduced an innovative approach to healthcare job optimization that allows for systematic assessment of different labor market scenarios and implementation of effective strategic decisions at the level of healthcare management.

Keywords: modeling, labor market trends, healthcare sector, domestic labor market, dynamic model, optimization model.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я	13
1.1 Системи та політика охорони здоров'я та їх вплив на функціонування ринку праці.....	13
1.2 Теоретичні засади функціонування ринку праці	15
1.3 Важелі ринку праці з точки зору галузі охорони здоров'я	26
Висновки до розділу 1	35
2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я	36
2.1. Постановка задачі економіко-математичного моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я.....	36
2.2. Побудова економіко-математичних моделей тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я.....	41
2.3 Оцінка адекватності моделі.....	52
Висновки до розділу 2	57
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я	59
3.1 Економіко-математичне та комп'ютерне моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я.....	59
3.2 Економічна аналітика результатів моделювання, оцінка ефективності моделей та розроблення рекомендацій з удосконалення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.....	67
Висновки до розділу 3	74
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
ДОДАТКИ.....	84
ДОДАТОК А	84
ДОДАТОК Б	86
ДОДАТОК В	87

ВСТУП

Актуальність роботи: Український ринок праці в галузі охорони здоров'я є одним з найбільш динамічних та швидкозмінних. Це пояснюється швидкими змінами в сфері медицини та здоров'я, а також змінами в державній політиці та законодавстві.

Незважаючи на досить достатню кількість доступних лікарів, у зв'язку з повномасштабним вторгненням Росії велика кількість найкращих штатних лікарів була перекинута на лінію фронту. Це може призвести до зменшення якості медичних послуг та загрози здоров'ю населення. Саме тому, для підтримання і військових і звичайного населення достатньою кількістю лікарів, дослідження та моделювання тенденцій на ринку праці в галузі охорони здоров'я є *актуальним та важливим завданням*.

Метою даної дипломної роботи є визначення тенденцій динаміки ринку праці в галузі охорони здоров'я в Україні та моделювання оптимальної кількості обсягу робочих місць на майбутнє. Для досягнення цієї мети розглядаються наступні завдання:

- здійснити економічний аналіз тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я;
- поставити задачу економіко-математичного моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я;
- побудувати економіко-математичну модель, модельних розрахунків. Обрати або розробити програмного забезпечення моделювання;
- апробувати модель, здійснити економіко-математичне та комп'ютерне моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я;
- провести економічну аналітику результатів моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я, оцінку ефективності моделі;

- розробити рекомендації з удосконалення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.

Об'єктом дослідження є ринок праці в галузі охорони здоров'я в Україні.

Предметом дослідження є сукупність тенденцій та їх впливу на ринок праці в галузі охорони здоров'я.

База дослідження база: Державна служба статистики України, публікації досліджень таких учених як Фединець Н.І., Миронов Ю.Б., Гонська М.Р., Воронцова О., Грішнова О. А., лауреатів Нобелівської премії з економіки П. Даймонда, Д. Мортенсена і К. Піссарідеса, Девіса С. Дж., Алан Б. Крюгера з Принстонський університету і Андреаса Мюллера зі Стокгольмського університету. В частині, були розглянуті опитування населення України низкою організацій таких як Нацбанк, та дослідження і публікації різноманітних ЗМІ.

Методи дослідження: Для досягнення поставлених завдань були використані різноманітні методи включаючи наукове узагальнення (для розкриття сутності процесів та систематизації їх складових), класифікацію (систематизація даних та групування важливих аспектів, що впливають на ринок праці у галузі охорони здоров'я для виділення ключових фактори та параметрів для подальшого аналізу та моделювання), економіко-математичне моделювання (для аналізу оптимального обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я за основу було взято модель регресії (прогнозу) та динамічну модель пошуку і підбору відповідності (search and matching model) П. Даймонда, Д. Мортенсена і К. Піссарідеса), графічний метод (для візуалізації динаміки та структури ринку праці у галузі охорони здоров'я) та інші наукові та аналітичні підходи, які допомогли нам отримати глибоке розуміння проблеми та розробити обґрунтовані рекомендації для поліпшення ринку праці у галузі охорони здоров'я.

Інформаційні технології: Microsoft Excel, Google Colab (Python).

Результати роботи: За результатами проведеного аналізу та дослідження було розроблено економіко-математичну модель для моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я, зокрема, для знаходження оптимального обсягу робочих місць в галузі і точки рівноваги ринку праці. Дана

модель базується на систематизації та узагальненні актуальних даних про ринок праці та дозволяє оцінити оптимальне значення його показників у відповідності до зазначених умов. На основі моделювання було знайдено оптимальну кількість безробітних та робочих місць в галузі охорони здоров'я для забезпечення балансу на ринку праці. Економічний ефект від провадження запропонованих заходів полягає в впровадженні раціонального планування та розподілу робочих місць у галузі охорони здоров'я що в результаті сприятиме забезпеченню ефективне функціонування системи охорони здоров'я, підвищенню рівня медичних послуг та зменшення навантаження на працівників. Результатом даної роботи є проаналізований оптимальний показник робочих місць в галузі що сприятиме зниженню рівню безробіття та ряд розроблених рекомендацій, що базуються на об'єктивних даних та економічних моделях, впровадження яких дозволить забезпечити раціональне використання ресурсів та ефективне функціонування системи охорони здоров'я.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Результати роботи та надані рекомендації мають величезну цінність для української системи охорони здоров'я та економіки України в цілому. Дослідницька робота привнесла новаторський підхід до оптимізації робочих місць у галузі охорони здоров'я, який дозволяє систематично оцінювати різні сценарії розвитку ринку праці та впроваджувати ефективні стратегічні рішення на рівні управління охороною здоров'я.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

1.1 Системи та політика охорони здоров'я та їх вплив на функціонування ринку праці

Визначення Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо систем охорони здоров'я полягає в їх комплексному складі, який охоплює всі організації, установи та ресурси, спрямовані на зміцнення, підтримку або відновлення здоров'я [1]. Рамкова програма дій ВООЗ з удосконалення систем охорони здоров'я [2] включає шість складових елементів, а саме:

- надання послуг;
- трудові ресурси охорони здоров'я;
- інформація;
- медичні вироби, вакцини та технології;
- фінансування; лідерство та стратегічне керівництво (управління).

Усі ці елементи спільно спрямовані на досягнення чотирьох загальних цілей та кінцевих результатів:

- зміцнення здоров'я (рівень та соціальна справедливість);
- чуйність;
- захист від фінансових ризиків та підвищення раціональності).

Системи охорони здоров'я в регіоні Європи відрізняються у своїй структурі, організації та результативності, але всім їм властиві подібні труднощі, що виникають з різних факторів, таких як демографічні зміни, епідеміологічні виклики, бюджетні обмеження, технологічні зміни та зміни в професійній практиці. Ці фактори мають великий вплив на кадрові ресурси в галузі охорони здоров'я (КРОЗ).

Стратегія в галузі охорони здоров'я спрямована на досягнення мети ефективної системи шляхом контролю та регулювання різних компонентів, пов'язаних з наданням медичної допомоги та їх впливу. Важливо враховувати

вплив інших сфер суспільства, таких як освіта, державне управління, фінанси, довкілля, транспорт та соціальне забезпечення, на здоров'я і благополуччя населення.

У рамках Європейського регіону Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), прийнята Талліннська хартія «Системи охорони здоров'я для здоров'я та добробуту» [3], де підкреслюється, що система охорони здоров'я включає у себе всі державні та приватні організації, установи, структури і ресурси, які мають на меті покращення, збереження та відновлення здоров'я людей. Ця Хартія також вказує на необхідність впливу системи охорони здоров'я на політику та дії інших секторів з метою впливу на широкі соціальні, економічні та екологічні чинники, що впливають на здоров'я.

В політичних регулюваннях системи охорони здоров'я, спрямованих на кадри в галузі охорони здоров'я, використовуються такі інструменти, як інституційна структура, фінансові ресурси, механізми оплати праці та системи матеріального стимулювання, регулювання, надання суспільних благ (таких як програми імунізації, заходи у сфері суспільного здоров'я або наукові дослідження) і збирання, аналіз та поширення даних.



Рисунок 1.1 – Важелі та інструменти політики, що визначаються схемою динаміки ринку праці

Складено на основі [4]

Однією з ключових умов успішної функціонування та розвитку систем охорони здоров'я, спрямованих на задоволення потреб людей, підвищення потенціалу громадської охорони здоров'я та готовності до надзвичайних ситуацій, епідемічного спостереження та відповідних заходів є наявність кваліфікованих, компетентних, мотивованих та отримують повну підтримку кадрів (див. Рис. 1.1) [5].

Тож що ж саме мотивує людей становитися на цей шлях?

1.2 Теоретичні засади функціонування ринку праці

1. Заробітна плата

Теоретики школи Кейнсіанства твердять, що заробітна плата є головним джерелом доходів, отже, зниження зарплати призведе до зменшення попиту на товари та послуги і, відповідно, зменшення необхідної праці для їх виробництва, що в свою чергу призведе до збільшення безробіття.

Згідно із Законом України «Про оплату праці» [6], оплата праці є будь-яким заробітком, вираженим переважно у грошовій формі, який виплачується працівникові власником або уповноваженим органом згідно з трудовим договором за виконану роботу або надані послуги. За класичних умов ринкової економіки оплата праці регулюється законом вартості робочої сили та законом попиту і пропозиції.

У сучасній ринковій економіці значний вплив на регулювання оплати праці мають угоди між профспілками та роботодавцями, і значна кількість спеціалістів працює за контрактом.

Раніше, у нашому суспільстві, яке розглядалося як розвинутий соціалізм, кожен член суспільства вважався співвласником засобів виробництва, що призводило до висновку, що робоча сила не є товаром, не має вартості і є лише видимим товаром, породженим зовнішньою формою найманої праці та виплатою заробітної плати працівникам. З такими умовами планування оплати праці включало встановлення фонду заробітної плати в галузях виробничої сфери,

шляхом встановлення показника середньої заробітної плати і планової чисельності працівників у невиробничій сфері, виражених у відсотках від загального обсягу робіт (наприклад, обсягу роздрібної торгівлі).

З метою захисту населення від зростання цін у кризові періоди української економіки здійснюється державне регулювання оплати праці, яке відповідає умовам перехідного періоду до формування ринкових відносин.

Оплата праці складається з основної заробітної плати та додаткової оплати праці. Основна заробітна плата працівника залежить від результатів його праці і визначається тарифними ставками, відрядними розцінками, посадовими окладами, а також додатковими надбавками і доплатами у межах, встановлених чинним законодавством.

Доплати за працю залежать від ефективності діяльності підприємства і формуються у вигляді бонусів, винагород, інших стимулюючих та компенсаційних виплат, які виходять за межі встановлених норм законодавства або перевищують розміри, передбачені чинним законодавством.

Розрізняють номінальну і реальну заробітну плату.

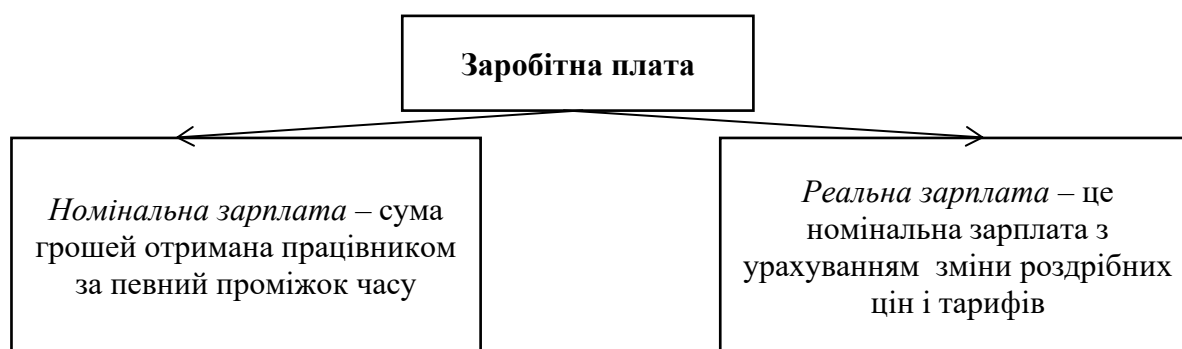


Рисунок 1.2 – Різниця між номінальною і реальною заробітною платою

Складено на основі [7]

Номінальна (грошова) оплата праці (названа також «номінальна заробітна плата» або «грошова заробітна плата») вказує на фіксовану суму, яку працівник отримує у грошовому виразі за свою працю. Вона відображає рівень оплати праці. Загалом, це сума грошей, яку працівник отримує за певний період роботи, такий як година, день, тиждень і так далі.

Реальна (натуральна) оплата праці (також називається «фактична оплата праці» або «реальна заробітна плата») відноситься до кількості товарів і послуг, які працівник може придбати з своєї грошової оплати праці. Це показник покупної спроможності грошової оплати праці, або грошової суми, яку працівник може витратити на товари та послуги враховуючи зміну цін.

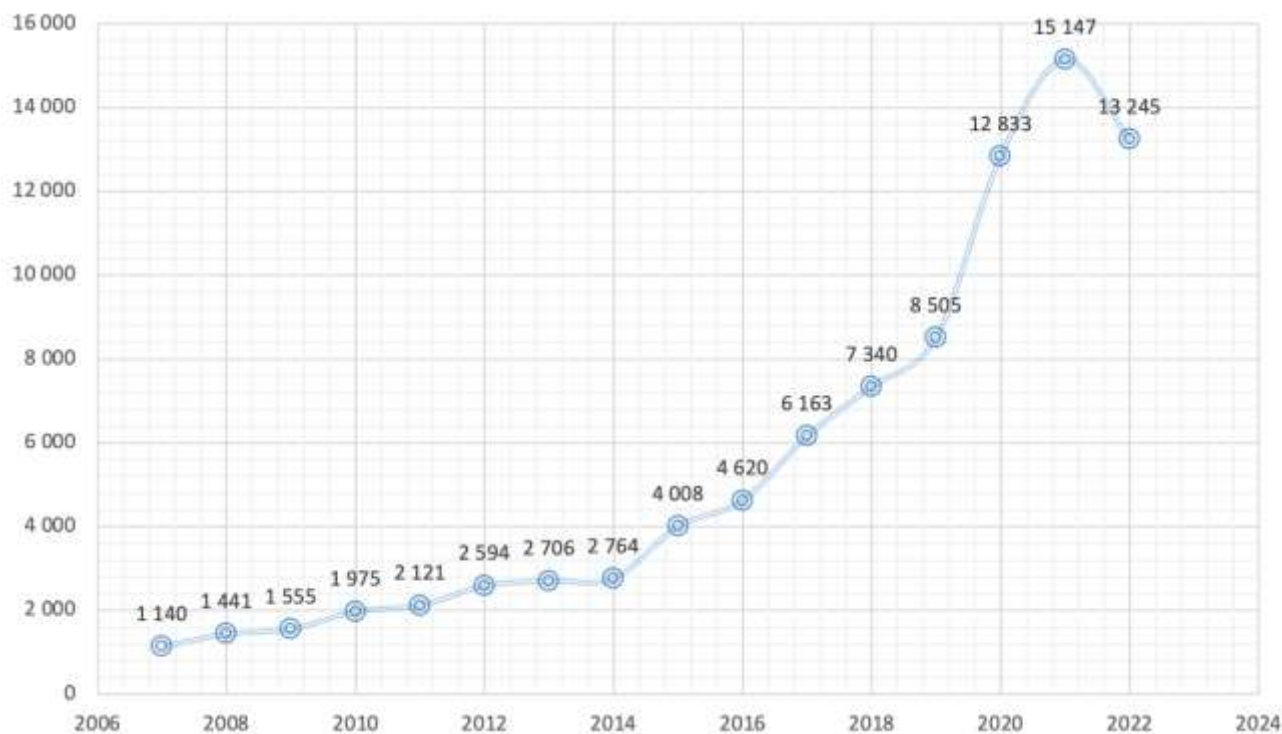


Рисунок 1.3 – Динаміка середньої заробітної плати в галузі охорони здоров'я за період 2007-2022 рр.

Складено на основі [8]

Державою встановлюються стандарти оплати праці, які охоплюють різні ситуації, такі як робота у понаднормовий час, святкові та вихідні дні, нічний час, простій, що не залежить від працівника, виробництво бракованої продукції без участі працівника, працівники молодше 18 років зі скороченим робочим днем та інше. Крім того, для працівників надаються різні гарантії, такі як оплата щорічних відпусток, оплата за час, проведений на виконання державних обов'язків, медичне обстеження, переведення на менш оплачувану роботу у зв'язку зі станом здоров'я, вагітним жінкам, учасникам професійного навчання та перекваліфікації та інші.

2. Конкуренція

Ринок праці вирішує інтереси найманих працівників та підприємців, коли йдеться про встановлення заробітної плати та умов його функціонування. Цей ринок має певний стан, який визначається умовами конкуренції і використовується різними учасниками ринку для отримання переваг, що впливає на зайнятість національних та регіональних ринків праці.

Конкуренція на ринку праці має багатогранний характер і включає як попит на працю, так і її пропозицію. З пропозиційної сторони, конкуренція виникає між безробітними, які змагаються за робоче місце, а також між кваліфікованими працівниками, які бажають зайняти кращі оплачувані посади. Для отримання робочого місця працівник повинен представити якісну робочу силу, яка включає в себе високий рівень кваліфікації, глибокі знання, досвід, вміння виконувати складні завдання та творчий потенціал. У конкурентній боротьбі перемагає той, хто пропонує якіснішу працю. Часто такі місця отримують працівники, які пройшли відповідні конкурси.

Конкуренція на ринку праці (з пропозиційної сторони) [9] є спробою досягнення винагороди шляхом випередження або відсторонення конкурентів, які також мають на меті досягнення тієї ж цілі, і передбачає змагання за отримання кращих та вищеоплачуваних робочих місць. Конкуренція між працівниками є одним з методів регулювання та розподілу робочої сили та робочих місць на ринку праці. Перевищення пропозиції робочої сили над попитом, що веде до дефіциту нових робочих місць на ринку праці, призводить до загострення конкуренції між працівниками.

Конкуренція на ринку праці (з попиту) [9] проявляється головним чином через збільшену конкуренцію між роботодавцями за найм кваліфікованих працівників. У разі перевищення або недостачі попиту на робочу силу відносно пропозиції, рівень конкуренції між роботодавцями значно зростає. Варто підкреслити, що конкурентні позиції роботодавців на ринку праці визначаються умовами найму та оплати праці, запропонованими найманим працівникам. При цьому цінова конкуренція проявляється особливо в намаганнях роботодавців мінімізувати витрати на робочу силу.

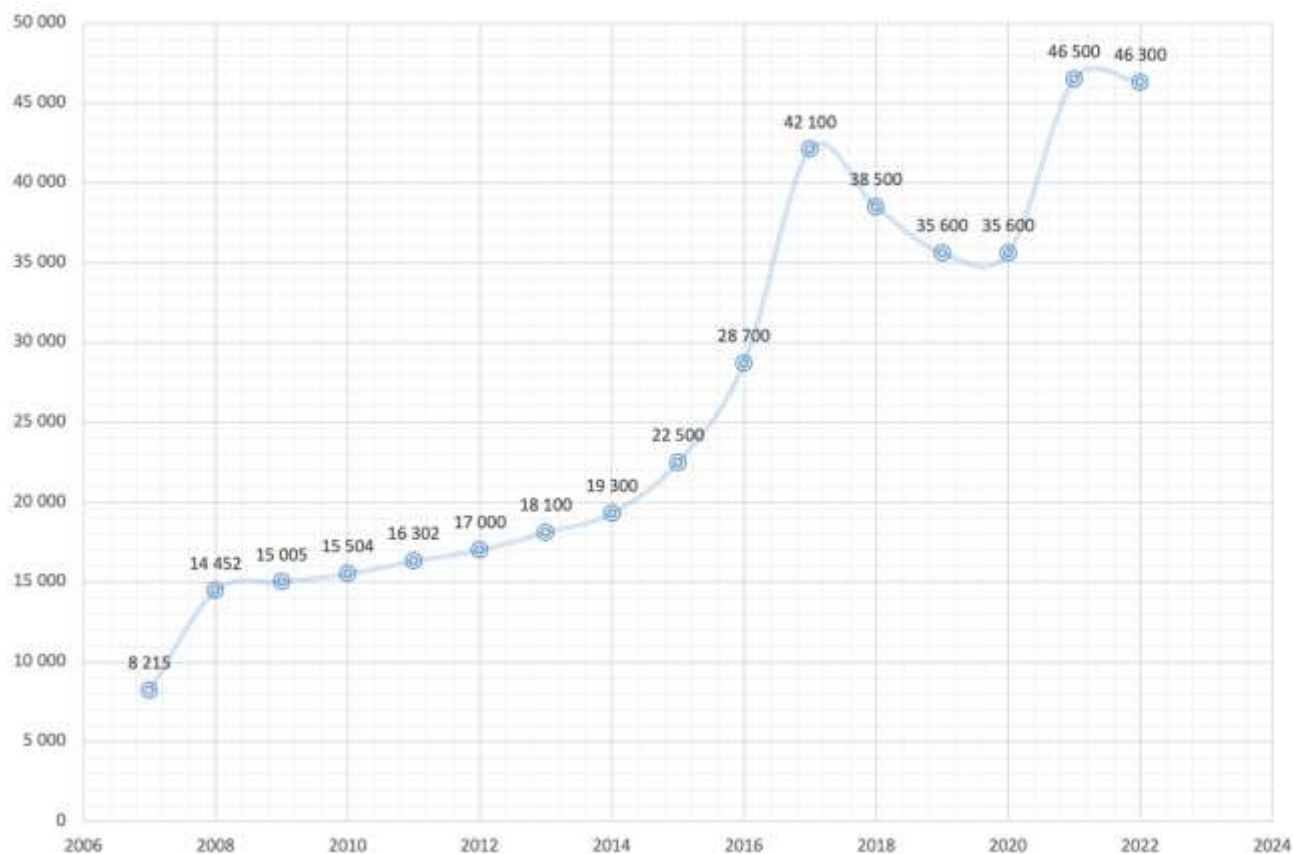


Рисунок 1.4 – Динаміка кількості осіб, які мали статус безробітного в галузі охорони здоров'я та потенційно створюють конкуренцію на робочі місця за період 2007-2022 рр.

Складено на основі [10] і [11]

Конкуренція на ринку праці є сильним фактором, який впливає на різні аспекти зайнятості і умов праці. Вона стимулює підвищення заробітної плати та надання пільг працівникам, а також змушує роботодавців бути більш ефективними та продуктивними. Конкуренція також сприяє відповідності роботи навичкам та інтересам працівників, забезпечуючи їм задоволення від виконання роботи.

Існує кілька позитивних наслідків конкуренції для працівників:

- конкуренція сприяє підвищенню заробітної плати. Коли більше роботодавців змагаються за працівників, вони з більшою ймовірністю запропонують вищу заробітну плату, щоб залучити найкращі таланти. Це особливо актуально в галузях, де відчувається нестача працівників, наприклад, у технологічній індустрії.

- конкуренція може призвести до покращення умов праці. Роботодавці пропонують кращі пільги, щоб залучити та утримати працівників. Це може включати такі речі, як медичне страхування, пенсійні плани та оплачувані відпустки.
- конкуренція може призвести до більших можливостей для просування по службі. Коли роботодавці конкурують за працівників, вони з більшою ймовірністю пропонують можливості для розвитку. Це може допомогти працівникам розвивати свої навички та заробляти більше грошей.

Звісно, конкуренція також може мати негативні наслідки для працівників.

По-перше, вона може призвести до нестабільності зайнятості. Коли існує велика конкуренція, роботодавці можуть бути більш схильні звільняти працівників з метою економії коштів.

По-друге, конкуренція може призвести до збільшення тривалості робочого дня. Роботодавці можуть просити працівників працювати довше, щоб вкластися в терміни або підвищити продуктивність.

По-третє, конкуренція може призвести до стресу. Працівники можуть відчувати тиск, який змушує їх працювати добре, щоб зберегти роботу або просунути по кар'єрних сходах.

Загалом, конкуренція є неоднозначним явищем для працівників. Вона може мати як позитивні, так і негативні наслідки. Однак загальні переваги конкуренції, як правило, переважають недоліки. Конкуренція допомагає гарантувати, що працівники отримують справедливу оплату праці, мають доступ до хороших пільг і можливості для просування по службі.

Крім перерахованих вище переваг, конкуренція також може сприяти підвищенню якості роботи. Коли роботодавці конкурують за працівників, вони більш схильні інвестувати в навчання та розвиток. Це може призвести до того, що працівники стануть більш кваліфікованими та продуктивними. Конкуренція також може призвести до інновацій. Коли роботодавці конкурують за клієнтів, вони з більшою ймовірністю розробляють нові продукти та послуги. Це може принести користь як працівникам, так і споживачам.

Загалом, на думку автора, конкуренція є позитивною силою на ринку праці. Вона допомагає гарантувати, що працівники отримують справедливу оплату, мають доступ до хороших пільг і можливостей для просування по службі.

3. Витрати на створення і утримання нових робочих місць

Видатки з державного бюджету України — кошти, що спрямовуються на здійснення програм та заходів, передбачених законом про державний бюджет на відповідний бюджетний період, за винятком коштів на погашення основної суми боргу та повернення надміру сплачених до бюджету сум [12].

Велика кількість конкретних видів бюджетних витрат зумовлена різними факторами, такими як природа і функції держави, рівень соціально-економічного розвитку країни, адміністративно-територіальна структура держави, способи надання бюджетних коштів і т.д. Комбінація цих факторів породжує систему бюджетних витрат в Україні. Однак соціально-економічний розвиток України протягом останніх років суттєво змінив як систему, так і структуру та класифікацію витрат.

Тривалий час існувала застаріла модель фінансування медицини, в якій бюджетні кошти спрямовувалися на утримання медичної інфраструктури, а не на компенсацію фінансових ризиків громадян у разі хвороби. Завдяки змінам у підходах до фінансування охорони здоров'я, Міністерство фінансів започаткувало системну реформу цієї галузі.

Наразі Міністерство фінансів співпрацює з Міністерством охорони здоров'я та громадськими експертами з метою покращення якості медичних послуг.

Загальні державні видатки на охорону здоров'я в 2023 році становлять 176,9 млрд. грн [13], що відповідає 6,8% від загальних витрат. У порівнянні з попереднім роком, частка видатків на охорону здоров'я в державному бюджеті зменшилася, що пояснюється збільшенням загальних витрат на фінансування сектора безпеки та оборони. У відсотках від ВВП обсяг видатків на охорону здоров'я скорочується до 2,8%, що відстає від показників 2019 року. Згідно з законом «Про Державний бюджет на 2023 рік» [14], як і у попередні роки, призупиняється фінансування

Програми медичних гарантій на рівні, не нижчому 5% ВВП, згідно з пунктом 5 статті 4 Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» [15].

Таблиця 1.1. Видатки для Міністерства охорони здоров'я України, передбачені Державним бюджетом України на 2023 р., та порівняння з бюджетом 2022 р. на момент його прийняття

Найменування згідно з відомчою і програмною класифікаціями видатків та кредитування державного бюджету	2023 р., млн грн	2022 р., млн грн	Темпи зростання/зниження, %
Міністерство охорони здоров'я України	174898,7	194395,9	-10,0
<i>Апарат Міністерства охорони здоров'я України</i>	31870,2	36679,1	-13,1
<i>Державна служба з лікарських засобів та контролю за наркотиками</i>	99,7	123,1	-19,0
<i>Національна служба здоров'я України</i>	142928,8	157593,6	-9,3
<i>Міністерство охорони здоров'я України (загальнодержавні видатки та кредитування)</i>	2034,5	2431,2	-16,3
Усього	176933,2	196827,0	-10,1

Складено на основі [13]

В порівнянні з минулим роком, витрати на охорону здоров'я в національній валюті зменшилися на 10%. Однак, якщо переглянути ці показники в доларовому еквіваленті, спостерігається більше помітне скорочення, яке становить майже 40% (див. Рис. 1.5.). Цей показник наочніше відображає виклики, що постають перед нами в забезпеченні повноцінної медичної допомоги у наступному році. Згідно з оцінками Українського центру охорони здоров'я (УНС), на одну особу загальні державні витрати на охорону здоров'я в 2023 році зменшаться з 159 до 116 доларів.

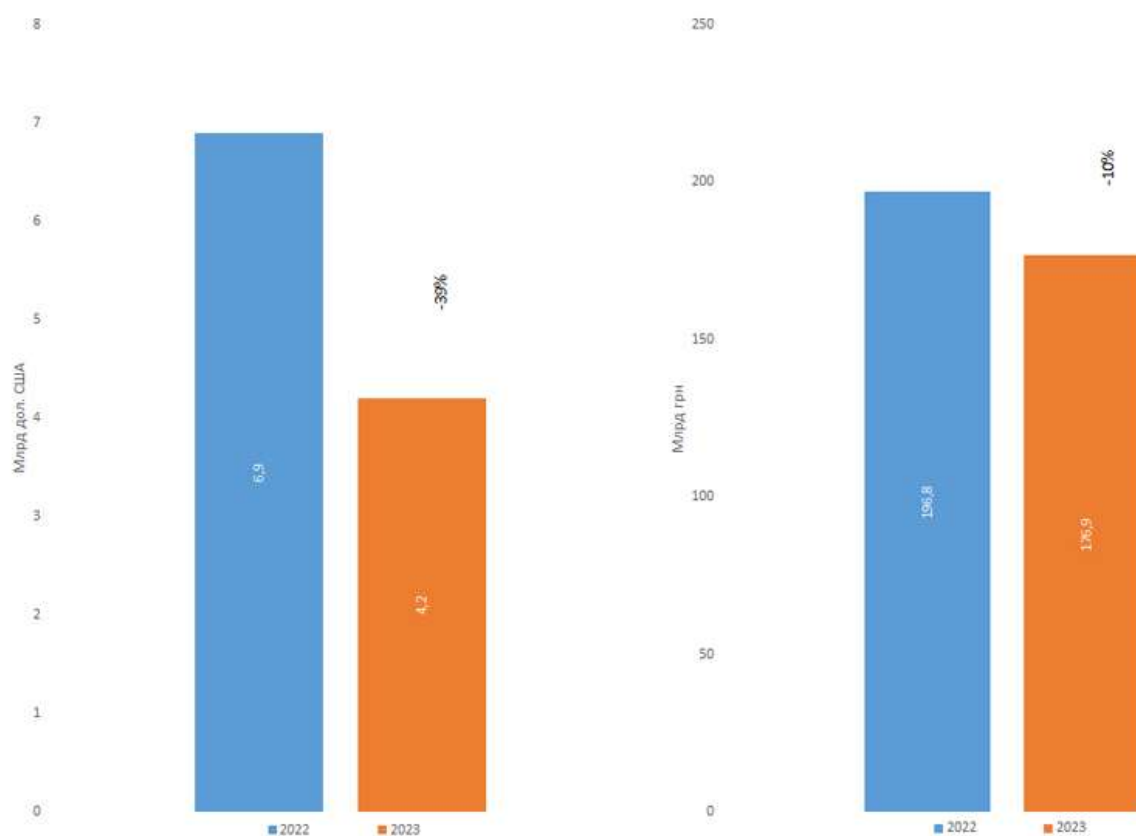


Рисунок 1.5 – Загальні державні видатки на охорону здоров'я у національній валюті (два стовпця праворуч) та доларовому еквіваленті (два стовпця ліворуч) у 2022 та 2023 р.

Джерело: [16]

У порівнянні з іншими країнами-членами ЄС, цей показник в Україні є низьким. Згідно з даними ВООЗ (2019 рік), державні видатки на охорону здоров'я на одну особу становлять 592 долари в Румунії, 722 долари в Угорщині, 724 долари в Польщі, 892 долари в Литві, 1503 долари в Чехії та 1057 доларів в Словаччині. Варто відзначити, що в цих країнах частка держави у фінансуванні витрат на охорону здоров'я є вищою, ніж в Україні.

З приводу іноземних інвестицій, Висока Комісія Організації Об'єднаних Націй з питань зайнятості в галузі охорони здоров'я та економічного зростання підтверджує, що інвестиції в системи охорони здоров'я, зокрема у КРОЗ, мають значний ефект помноженого впливу, сприяючи економічному зростанню у всій національній економіці. Важливо зазначити, що величина цього ефекту перевищує інші визнані сектори зростання.

Комісія підкреслює наступні моменти:

- По-перше, здоров'я населення сприяє економічному зростанню;
- По-друге, інвестиції в систему охорони здоров'я мають інші важливі ефекти, сприяючи економічному зростанню для всіх верств суспільства, включаючи створення нових робочих місць.
- По-третє, нові докази свідчать, що витрати на охорону здоров'я не є тягарем для економіки, а, навпаки, пов'язані з підвищенням продуктивності в інших секторах.

Комісія пропонує десять рекомендацій, які слід розглядати у контексті зусиль щодо посилення систем охорони здоров'я та соціального захисту населення, а також широких ініціатив, спрямованих на досягнення цілей сталого розвитку до 2030 року та виконання завдань, що ставляться в галузі сталого розвитку.

В «Глобальній стратегії розвитку людських ресурсів охорони здоров'я: ресурси праці до 2030 року» [17] та інших ініціативах визнається важливість КРОЗ та надання високоякісної медичної допомоги як факторів економічного зростання, що впливають за допомогою різних механізмів. Наприклад, робочі ресурси в галузі охорони здоров'я вносять свій внесок у економічне зростання і є джерелом можливостей для стабільного працевлаштування, а дані свідчать, що таке працевлаштування суттєво сприяє зростанню і в інших секторах.

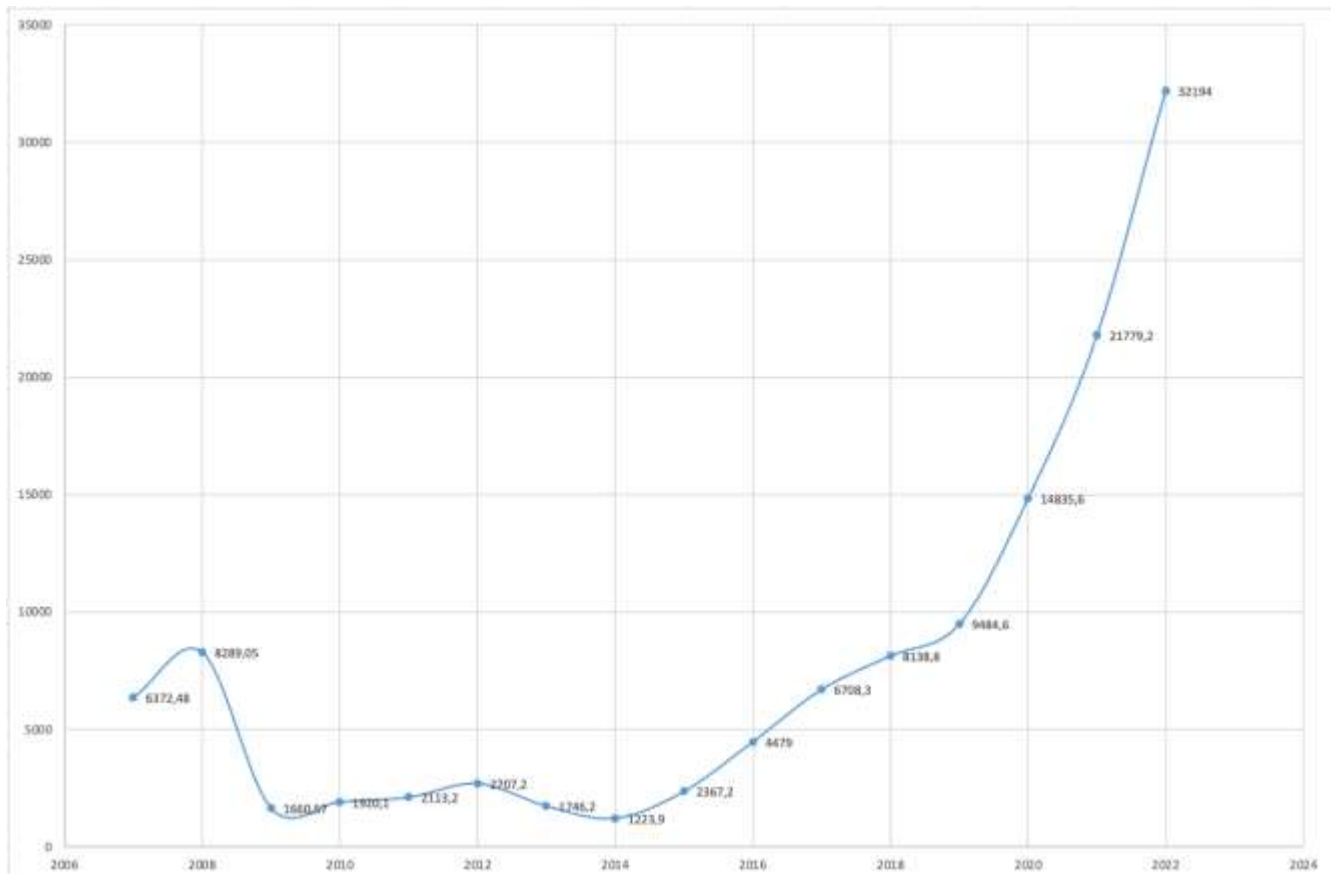


Рисунок 1.6 – Динаміка капітальних інвестицій у сфері охорони здоров'я за період 2007-2022 рр.

Складено на основі [18] і [19]

Економічний прогрес та розвиток неможливі без здорового населення, і вже існують докази того, що недуги спричиняють економічні втрати та впливають на рівень освіти та продуктивності. За словами Frenk та його колег [20], «кваліфіковані та освічені фахівці в сфері охорони здоров'я роблять значний внесок у реалізацію широкомасштабних національних та глобальних програм з економічного розвитку та забезпечення безпеки населення».

Інвестиції в систему охорони здоров'я мають множинний ефект, що стимулює економічне зростання для всіх верств суспільства, зокрема шляхом створення нових якісних робочих місць. Спрямовані інвестиції в системи охорони здоров'я, включаючи вклад у трудові ресурси, сприяють економічному прогресу і з інших боків: збільшенню виробництва товарів та послуг, забезпеченню соціального захисту та соціальної єдності, стимулюванню інновацій та підвищенню безпеки в галузі охорони здоров'я. Звіт ВООЗ «Health employment and

economic growth: an evidence base» [21] містить численні приклади з практики, що очевидно свідчать про позитивний вплив стратегій охорони здоров'я на економічне зростання по шести ключових напрямках: система охорони здоров'я, виробництво товарів та послуг, соціальна єдність суспільства, інновації та диверсифікація, забезпечення безпеки в галузі охорони здоров'я. Звіт підкреслює, що «економічне зростання, спричинене зайнятістю в галузі охорони здоров'я, в свою чергу має численні непрямі ефекти, чистий результат яких полягає в стимулюванні нового прогресу».

1.3 Важелі ринку праці з точки зору галузі охорони здоров'я

1. Збільшення кількості хворих та епідемії

Збільшення кількості хворих та епідемії стають тривожними сигналами, які свідчать про необхідність більшої кількості лікарів та медичного персоналу. Ці явища не тільки підкреслюють значення медичної професії, але й ставлять перед нами виклик розвитку і змін у галузі охорони здоров'я для забезпечення належної медичної допомоги та протидії епідемічним захворюванням.

Перш за все, збільшення кількості хворих є показником зростання потреби в медичному обслуговуванні. Це може бути результатом різноманітних факторів, таких як зміни в структурі населення, збільшення захворюваності на хронічні захворювання, поширення нових інфекційних хвороб або інших глобальних факторів впливу. У таких випадках важливо мати достатню кількість лікарів та медичного персоналу, щоб забезпечити адекватну медичну допомогу всім хворим.

Крім того, епідемії, такі як COVID-19 є серйозним викликом для системи охорони здоров'я. Розповсюдження інфекційних захворювань може спричинити швидке збільшення попиту на медичну допомогу та спеціалізовані медичні послуги. Це може стати причиною перевантаження лікарень, браку необхідних медичних ресурсів та зниження якості надання медичної допомоги. Запобігання та контроль епідемій вимагають швидкого реагування та координації зусиль з боку медичного персоналу, а також потребують наявності достатньої кількості

спеціалістів, які здатні впоратися зі складними випадками та забезпечити ефективні стратегії контролю захворювань.

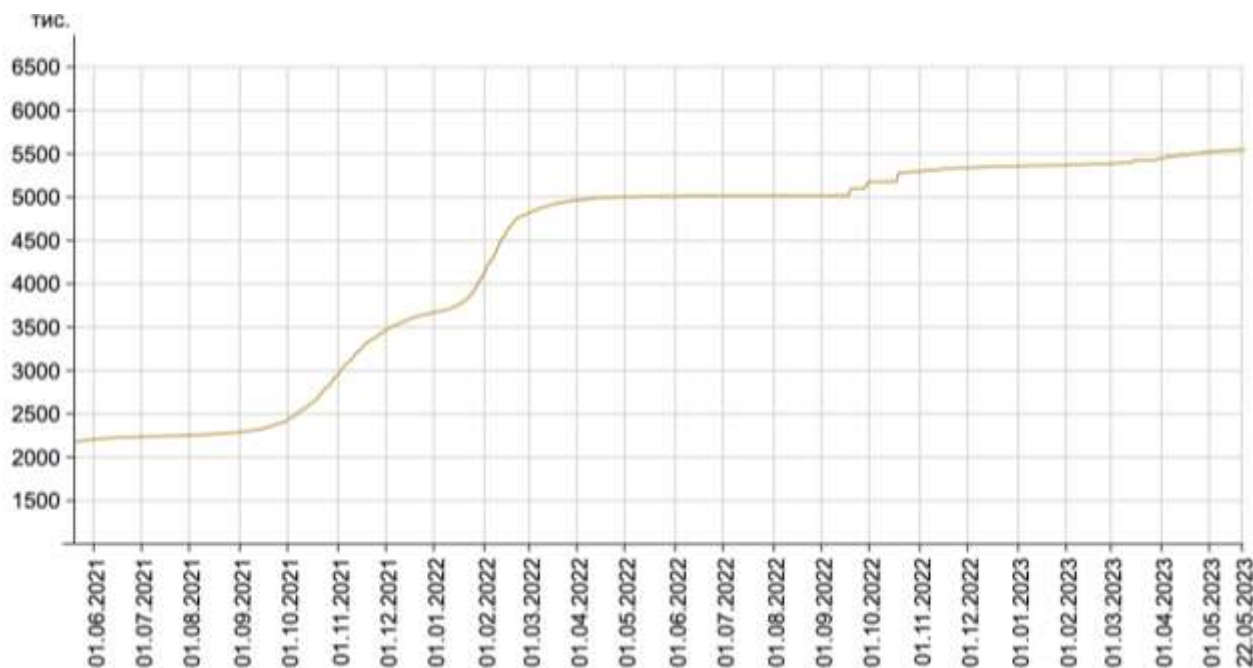


Рисунок 1.7 – Динаміка загальної кількості інфікованих на COVID-19 за весь час з початку епідемії

Джерело: [22]

У контексті збільшення кількості хворих та епідемій, важливо підкреслити значення професійного розвитку лікарів і медичного персоналу. Швидкий розвиток медицини та наукових досліджень вимагає постійного оновлення знань та навичок у медичних спеціалістів. Необхідно забезпечити можливості навчання та професійного розвитку для лікарів, щоб вони могли використовувати сучасні технології, методи лікування та діагностики, а також бути готовими до реагування на нові виклики в галузі охорони здоров'я.

Також важливо визнати, що забезпечення належної кількості лікарів і медичного персоналу повинно враховувати не тільки кількість, але й якість медичних послуг. Важливо підтримувати високі стандарти освіти, тренінгу та ліцензування медичних працівників, щоб забезпечити якісну медичну допомогу та безпеку пацієнтів. Розвиток системи постійного вдосконалення професійних знань та етичних принципів медичних працівників є необхідним компонентом для підтримання високих стандартів медичної практики.

Збільшення кількості хворих та епідемії є важливим сигналом, що вимагає більшої кількості лікарів та медичного персоналу. Відповідно до цих викликів, необхідно забезпечити доступ до якісної медичної допомоги та забезпечити належну організацію і розвиток системи охорони здоров'я. Необхідність підвищення кількості лікарів та медичного персоналу має бути поєднана з постійним навчанням, підтримкою професійного розвитку та забезпеченням високих стандартів медичної практики. Тільки таким чином ми зможемо забезпечити ефективну систему охорони здоров'я, яка буде готовою реагувати на зростаючі потреби та виклики сучасного суспільства.

2. *Старіння населення або збільшення частки населення віком старше за 60*

Вплив старіння населення або збільшення частки населення віком старше 60 років на необхідність збільшення кадрового потенціалу в галузі охорони здоров'я є одним із ключових аспектів, який необхідно розглянути у контексті сучасного суспільства. Зі зростанням тривалості життя та поліпшенням медичних технологій в багатьох країнах світу, середній вік населення збільшується, що ставить перед системою охорони здоров'я низку викликів та потребує додаткових ресурсів.

Наразі, національні системи охорони здоров'я по всьому світу знаходяться під зростаючим тиском внаслідок збільшення числа літніх людей, які потребують додаткової медичної допомоги та довгострокового догляду. Цей демографічний зсув вимагає від суспільства, урядів та медичних організацій узгоджених зусиль для забезпечення належної якості та доступності медичних послуг для цієї зростаючої групи населення.

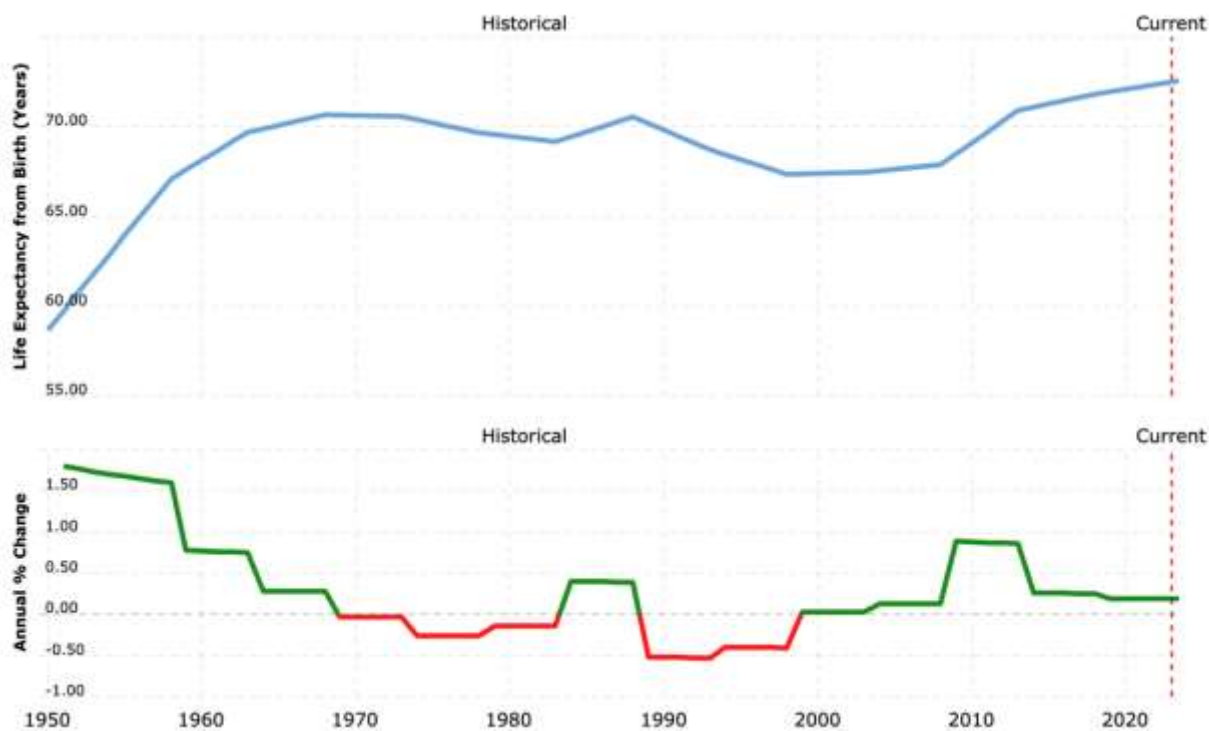


Рисунок 1.8 – Очікувана тривалість життя в Україні (зверху – в роках, знизу – річна зміна в % до попереднього року) з 1950 по 2023 рік

Складено на основі [23]

Протягом понад 30 років незалежності України тривалість життя населення залишається однією з найнижчих серед європейських країн. Незважаючи на постійне планове зростання цього показника, у 2018 році відбулося незначне зменшення на 1% у порівнянні з 2017 роком.

Проте, проаналізувавши тенденції старіння населення, а саме збільшення частки людей у віці 60 років і старше, можна зробити висновок про послідовне та поступове зростання цього показника (*див. Рис. 1.9.*).

За період з 1993 року до 2018 року середня тривалість життя українців зросла з 68,29 років до 71,76 років і наразі становить 72,50 роки (*див. Рис. 1.8.*).

На фоні цього можна порівняти з найвищими показниками середньої тривалості життя в Європі, які становлять близько 84 років для Швейцарії та Норвегії. Ці дані свідчать про позитивну тенденцію в Україні, але при ближчому розгляді ситуації починають виникати сумніви.

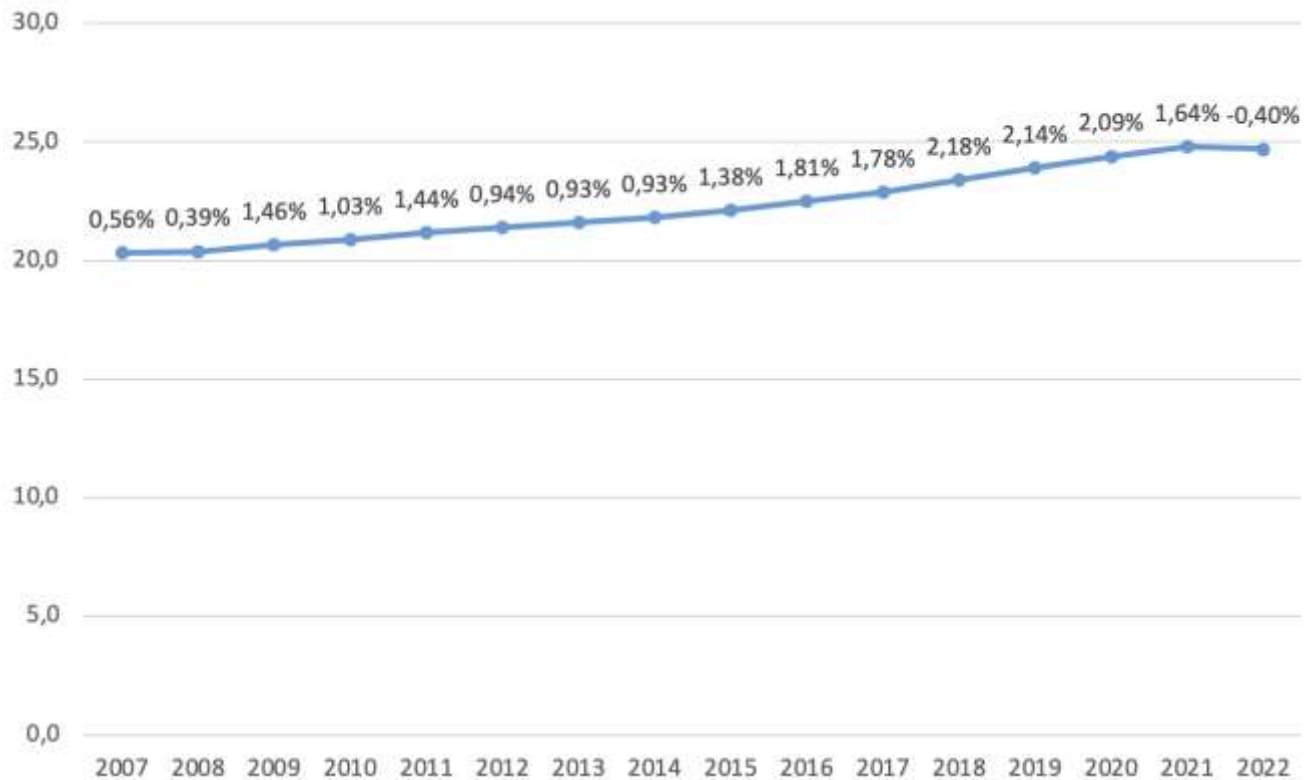


Рисунок 1.9 – Темпи росту старіння населення (збільшення частки населення віком старше за 60)

Складено на основі [19]

Зростання середнього віку населення та дисбаланс у природньому зменшенні населення примушують задуматися про перспективи світової економіки.

Проблема полягає у нерівномірності. Покоління «бебі-бумерів» (так називають людей, народжених у 1960-х роках) виріс і став основою економічного зростання. Згодом народжуваність зменшується, а передчасна смертність зростає. Це призводить до збільшення працездатного населення в економіці та зменшення кількості людей, яких потрібно утримувати - пенсіонерів та дітей.

Цей період триває впродовж 30-40 років і відомий як демографічне вікно. Успіх економіки країн залежить від їх здатності використовувати цей період в свою користь.

Проте, за цим бонусом настане плата. Старша працездатна людина буде йти на пенсію, і зниження народжуваності ускладнює заміну цих працівників на робочих місцях. Тому країнам необхідно шукати рішення, щоб забезпечити утримання пенсіонерів, одночасно зберігаючи темпи економічного зростання.

Крім того, одним із ключових аспектів, пов'язаних із збільшенням відсотка літнього населення, є потреба в зростанні кадрового потенціалу у галузі охорони здоров'я. Це охоплює не тільки лікарів і медсестер, але й фахівців з соціальної роботи, фізіотерапевтів, психологів та інших професіоналів, які здатні забезпечити комплексну підтримку та догляд за літнім населенням.

3. Необхідність в робочій силі через збільшення лікарняних закладів

Необхідність в робочій силі в галузі охорони здоров'я є одним із вирішальних аспектів, який виникає внаслідок збільшення кількості лікарняних закладів у сучасному світі. Із зростанням населення та змінами в медичних потребах суспільства, потреба в кваліфікованому медичному персоналі стає все більш актуальною.

Протягом останніх десятиліть ми спостерігаємо швидкий прогрес у медичних технологіях та методах лікування, що призводить до збільшення кількості медичних закладів, таких як лікарні та клініки. Одночасно, зростання населення та збільшення свідомості про здоров'я призводять до зростаючого попиту на медичні послуги. Це ставить перед галуззю охорони здоров'я виклик щодо забезпечення достатньої кількості медичного персоналу для задоволення цих потреб.

Розуміння важливості працівників у сфері охорони здоров'я полягає в усвідомленні того, що медичні заклади потребують кваліфікованих фахівців, таких як лікарі, медсестри, технічний персонал та інші медичні працівники, які здатні забезпечити належну медичну допомогу та піклування про пацієнтів. Кожен медичний заклад потребує команду професіоналів, які мають глибокі знання, високі навички та досвід у своїх галузях.

Незважаючи на автоматизацію та впровадження новітніх технологій у медицину, людський фактор залишається невід'ємною складовою процесу надання медичної допомоги. Експерти зі спеціалізованими знаннями є невід'ємним ресурсом для забезпечення якісної та ефективної медичної допомоги пацієнтам.

У зв'язку з цим, питання залучення та збереження кваліфікованого медичного персоналу стає вирішальним для галузі охорони здоров'я. Необхідно розробляти

стратегії привабливого працевлаштування та розвитку кар'єри в медичній сфері, що включають конкурентоспроможну заробітну плату, можливості професійного росту та підтримку в навчанні та підвищенні кваліфікації

4. Міграція та загальне зменшення чисельності населення

Необхідність в робочій силі в галузі охорони здоров'я виникає з численних факторів, включаючи міграцію, міграцію лікарів та загальне зменшення кількості населення. Ці тенденції впливають на доступність та якість медичної допомоги, та потребують вдосконалення стратегій залучення та збереження медичного персоналу.

Одним з основних факторів, що впливає на необхідність робочої сили в охороні здоров'я, є міграція що посилилася під час війни.

Протягом 2022 року спостерігався коливання готовності українців виїжджати за кордон у пошуках безпеки. Цей процес впливали різноманітні фактори, такі як рівень безпеки у конкретних регіонах, доступність основних інфраструктурних послуг та робочих місць, фінансові та інші можливості для сімей. За офіційними даними [24], з початку активної фази воєнної агресії спричиненою росією кількість населення України зменшилася на 6,7 мільйонів осіб, а в 2022 році очікується негативний міграційний баланс на рівні 9,43 мільйони громадян. Обсяги поточної міграції перевищують всі показники за період незалежності України, яку держава отримала у 1991 році.

Протягом 2022 року українські громадяни активно звертались до країн Європи у пошуках безпеки. Згідно з офіційними даними УВКБ ООН, станом на 29 листопада 2022 року, майже 7,9 мільйонів українських громадян змушені були покинути свою країну, з яких майже 4,8 мільйона отримали тимчасовий захист [26]. Найбільше мігрантів було прийнято Польщею (приблизно 1,5 мільйона осіб) та Німеччиною (приблизно 1 мільйон осіб). У списку країн, що прийняли найбільше українців, які шукали убежища від війни, також знаходяться Чехія (171,5 тисячі осіб), Іспанія (150,4 тисячі осіб), Туреччина (145 тисяч осіб), Велика Британія

(141,5 тисяч осіб), Франція (118,9 тисяч осіб), Словаччина (99,3 тисячі осіб) та Молдова (95,4 тисяч осіб) (див *Рис. 1.10.*).



Рисунок 1.10 – Кількість українських громадян, які виїхали з України протягом 2022 р. в країни Європи станом на 8 листопада 2022 р.

Джерело: [25]

По-друге, міграція медичних працівників суттєво впливає на сферу охорони здоров'я. Багато країн стикаються з проблемою нестачі лікарів через їх від'їзд за кордон у пошуках кращих умов праці та життя. Це може викликати дефіцит медичних працівників у національних системах охорони здоров'я, зокрема у сільських та віддалених районах, де вже обмежений доступ до медичної допомоги. Для вирішення цієї проблеми необхідно створювати стимули для лікарів, щоб вони залишалися у своїх країнах, забезпечувалися конкурентними умовами праці, мали можливості професійного зростання та відчували задоволення від своєї роботи.

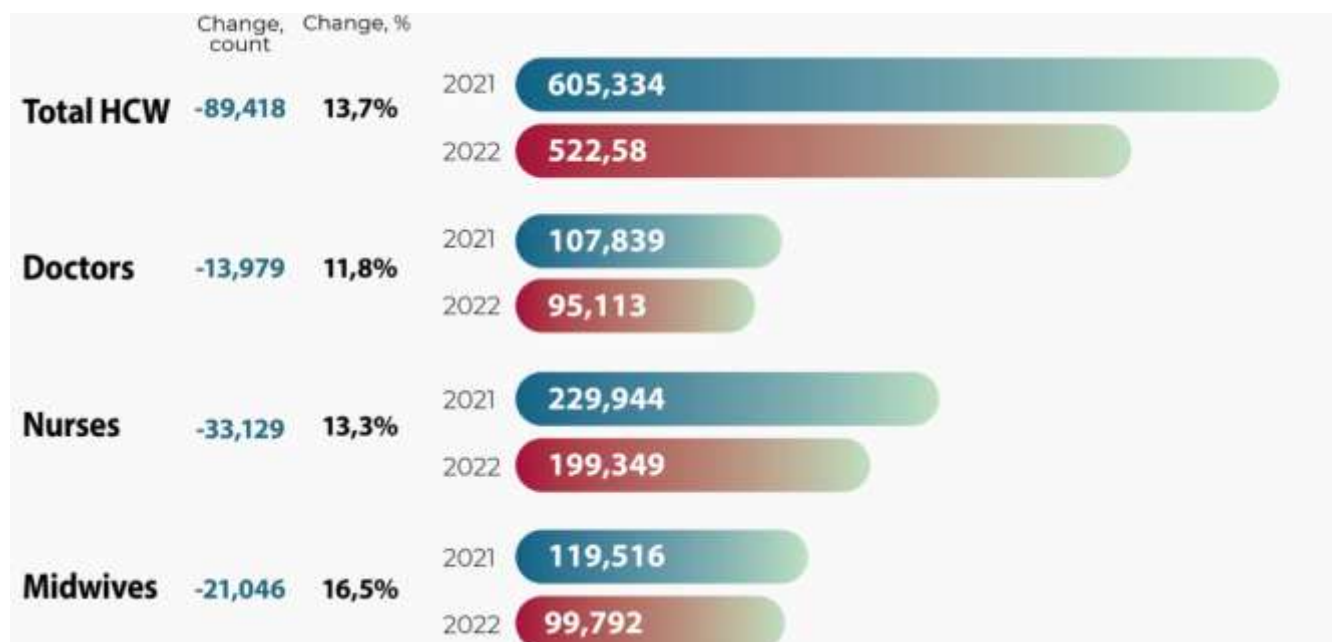


Рисунок 1.11 – Зменшення кількості медичних працівників за професійними групами (2022 р. порівняно з 2021 р.)

Джерело: [27]

Загальне зменшення кількості населення також має вагомий вплив на необхідність робочої сили в галузі охорони здоров'я. У деяких країнах спостерігається зниження народжуваності та зростання тривалості життя, що призводить до старіння населення та зменшення робочої популяції. Це ставить під загрозу доступність та якість медичних послуг, оскільки зменшується кількість людей, які можуть працювати в галузі охорони здоров'я. Для розв'язання цього завдання необхідно розробляти стратегії по залученню молодих людей до медичної професії, створювати сприятливі умови для їх навчання та розвитку, а також підтримувати старших працівників у занятті професійної діяльності.

Загалом, необхідність робочої сили в галузі охорони здоров'я через міграцію, міграцію лікарів та загальне зменшення кількості населення є складною проблемою, яка потребує системного підходу та спільних зусиль. Необхідно створювати стимули для залучення та збереження медичного персоналу, розвивати міжнародні співробітництва, підтримувати медичну освіту та розвиток кар'єри, а також виробляти стратегії, спрямовані на забезпечення якісної та доступної медичної допомоги всім населенням. Тільки шляхом спільних зусиль можна

забезпечити стабільну та ефективну систему охорони здоров'я, яка відповідає потребам сучасного суспільства.

Висновки до розділу 1

У першому розділі було детально розглянуто системи та політику охорони здоров'я, а також основні важелі ринку праці з фокусом на галузь охорони здоров'я.

Аналізуючи різні аспекти ринку праці, ми звернули увагу на такі ключові фактори, як заробітна плата, видатки бюджету, інвестиції, міграція та старіння населення. Ці важелі впливають на стан ринку праці в галузі охорони здоров'я і мають значний економічний вплив.

Дане дослідження показало, що ефективне управління цими важелями є вирішальним чинником для стабільності та розвитку ринку праці в галузі охорони здоров'я. Зокрема, необхідно забезпечити справедливу та конкурентоспроможну заробітну плату для медичних працівників, ефективно розподіляти видатки бюджету на здоров'я, стимулювати інвестиції у сучасні медичні технології та інфраструктуру, враховувати міграційні процеси для забезпечення необхідних кадрів, а також враховувати демографічні виклики, пов'язані зі зростанням старіння населення.

Ці висновки свідчать про необхідність комплексного підходу до управління ринком праці в галузі охорони здоров'я, де економічні аспекти тісно пов'язані з соціальними і демографічними факторами. Використання моделювання тенденцій допоможе нам краще розуміти динаміку цього ринку та приймати обґрунтовані рішення для досягнення стійкого розвитку в галузі охорони здоров'я.

2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ВІДЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

2.1. Постановка задачі економіко-математичного моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я

Починаючи з 24 лютого 2022 року, Україна стикається з повномасштабною війною. Протягом останніх тижнів збройні сили Росії завдали шкоди десяткам медичних закладів і напали на медичний персонал. Але це не єдині страждання – в обложеному Маріуполі, вперше за багато років, дитина померла через недостатнє забезпечення водою. На окупованих територіях жінкам доводиться народжувати вдома, оскільки вони не можуть отримати медичну допомогу в закладах.

Незалежний аналітичний центр «Український центр охорони здоров'я» (УЦОЗ) документує випадки обстрілів медичних закладів, нападів на швидку допомогу та жертв серед медичних працівників у країні.

Російські війська продовжують знищувати українську медичну систему. Це свідомо дія росії, спрямована на спровокування гуманітарної кризи в Україні. Бомбардування приватних будинків, шкіл та лікарень не мають жодного військового обґрунтування.

Гуманітарна катастрофа, яка розгортається, є однією з складових гібридної війни росії. Агресор намірено посіває паніку, створює потік біженців на кордонах та спонукає уряд України до капітуляції.

Протягом періоду з 24 лютого до 31 грудня 2022 року, партнерські організації документували загалом 707 атак на систему охорони здоров'я України [28]. Серед цих інцидентів:

- Зафіксовано 292 напади на медичні заклади, такі як лікарні та поліклініки. В результаті цих нападів пошкоджено 186 об'єктів, а 32 об'єкти були повністю зруйновані. Загалом 48 об'єктів зазнали пошкоджень або були зруйновані більше одного разу [28]. Напади були особливо інтенсивними

у лютому та березні. У перші два тижні після початку вторгнення, щодня в середньому атакували від чотирьох до п'яти лікарень та клінік;

- Задokumentовано 65 нападів на швидкі машини допомоги, які призвели до пошкодження 40 машин [28];
- Зафіксовано 181 напад на інші об'єкти медичної інфраструктури, такі як аптеки, центри крові, стоматологічні клініки, дослідницькі центри тощо [28];
- У результаті 86 нападів на медичних працівників загинули 62 особи, а 52 отримали поранення. В багатьох нападах постраждало більше одного медичного працівника [28].

Всього було зафіксовано 707 випадків [28], які включають різноманітні події, що задовольняють критеріям Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) для класифікації як напади на охорону здоров'я. Ці події включають мародерство, обмеження доступу до медичної допомоги, перешкоди в отриманні комунальних послуг (наприклад, водопостачання та електроенергія) та серйозні наслідки для пацієнтів, такі як примусове евакуйовання з офіційних медичних установ з метою захисту їхнього життя та здоров'я.

Напади на медичні заклади стали щоденними подіями протягом перших тижнів російського повномасштабного вторгнення. Інфраструктура охорони здоров'я України отримувала пошкодження кожного дня протягом 35 днів, а вже у березні сталося 235 нападів. Атаки тривали протягом всього року, в середньому ми фіксували 47 нападів щомісяця в період з квітня по грудень 2022 року. За період з 24 лютого по 31 грудня 2022 року, щодня в середньому сталося понад два напади на охорону здоров'я.

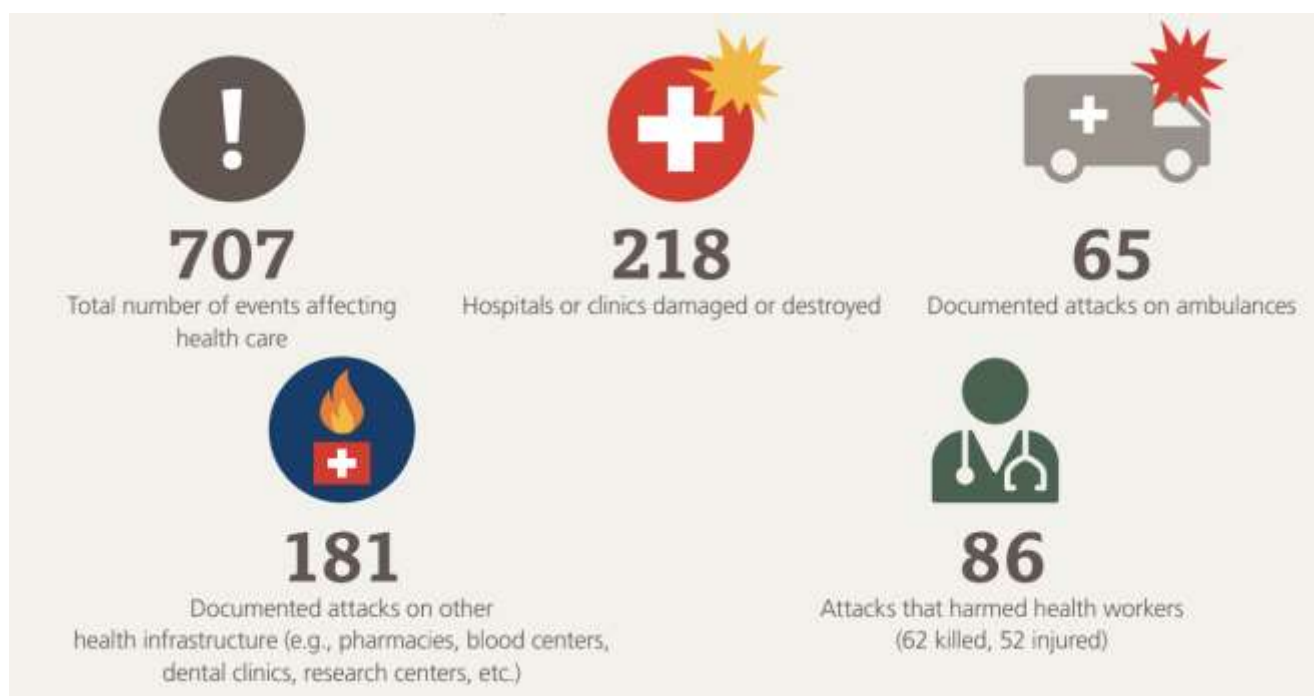


Рисунок 2.1 – Огляд та наслідки нападів на систему охорони здоров'я України

Джерело: [28]

У зв'язку з усім вищезазначеним, значна кількість громадян України була примушена залишити країну і не має наміру повертатися до закінчення війни. 22 лютого Центр економічної стратегії представив результати дослідження міграції під час конфлікту та його наслідків для економік України та країн-реципієнтів у Європі.

Одне з проведених досліджень [29] було засноване на опитуванні біженців, які використовували послуги роумінгу мобільного оператора "Київстар". Вони отримували SMS-повідомлення з запрошенням взяти участь у опитуванні і заповнювали анкету на веб-сторінці дослідницької компанії InfoSapiens. Таким чином, було опитано 1003 українців.

Друге дослідження [30], проведене Нацбанком, базувалося на аналізі транзакцій мігрантів з використанням банківських карток українських банків.

Згідно з даними Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (UNHCR) [26], станом на середину листопада 2022 року поза межами України перебуває 7,6 мільйона громадян країни, які змушені переселитися. З них близько 3 мільйони перебувають у Росії та Білорусі.

У країнах Європи проживає приблизно 4,5 мільйона українців.

Найбільшу кількість статусів тимчасового захисту надано біженцям з України в Польщі - майже 1,5 мільйона осіб, понад 1 мільйон - в Німеччині та близько 450 тисяч - у Чехії. Понад 100 тисяч українців також зареєстровано в Італії, Іспанії, Болгарії, Великій Британії та Франції.

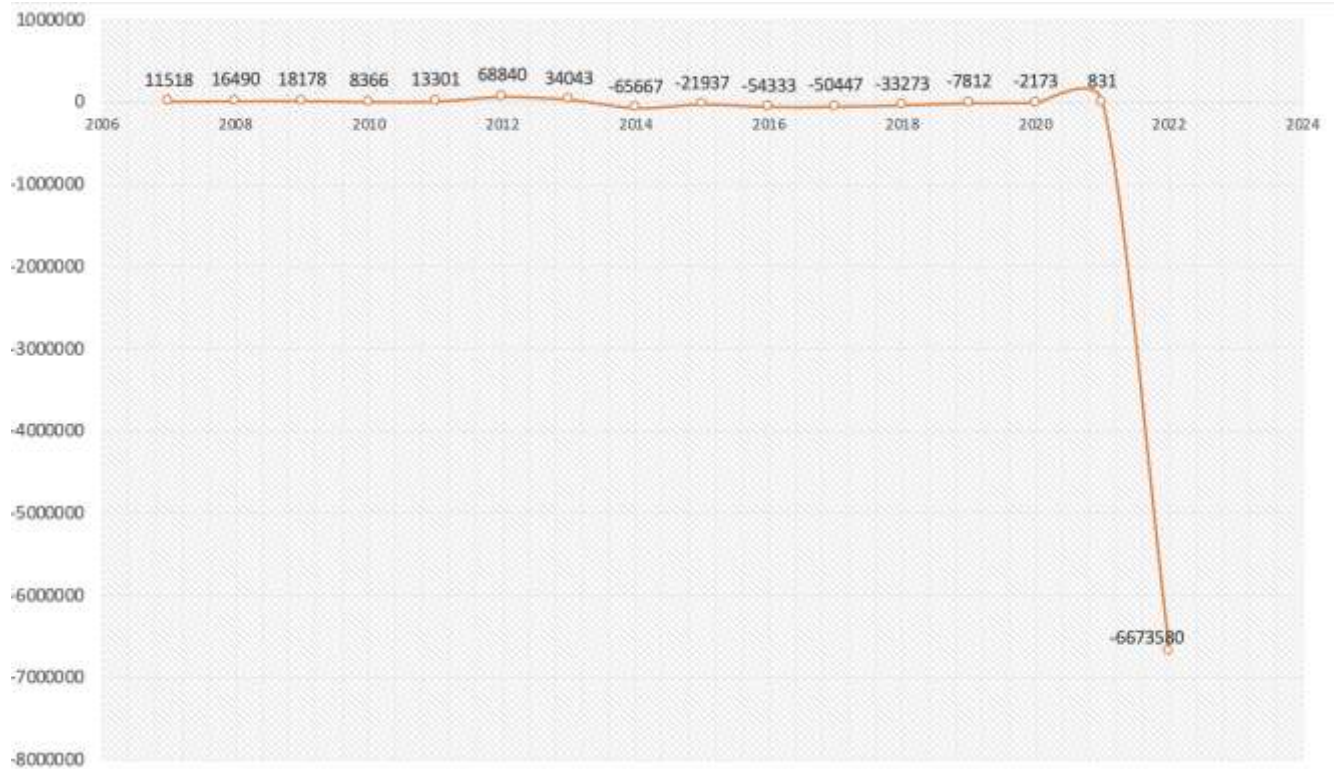


Рисунок 2.2 – Міграційне сальдо (чиста міграція)

Складено на основі [31]

Унаслідок цього, за словами заступника міністра економіки України Олексія Соболева, протягом минулого року кількість зайнятих осіб в Україні зменшилась з 15,6 мільйонів до 12 мільйонів.

У 2022 році офіційно безробітними в Україні були зараховані 2,6 мільйона осіб, що є збільшенням порівняно з 1,7 мільйонами осіб у 2021 році.

Насильницька війна Росії в Україні призвела до масових страждань та втрат життя, зокрема цивільного населення.

Станом на початок грудня повідомляється, що у зв'язку з війною в Україні загинуло 7 031 людина, з них 433 діти. Ще 11 327 осіб отримали поранення, з них 827 - діти. Загалом, загинуло та постраждало понад 18 000 осіб.

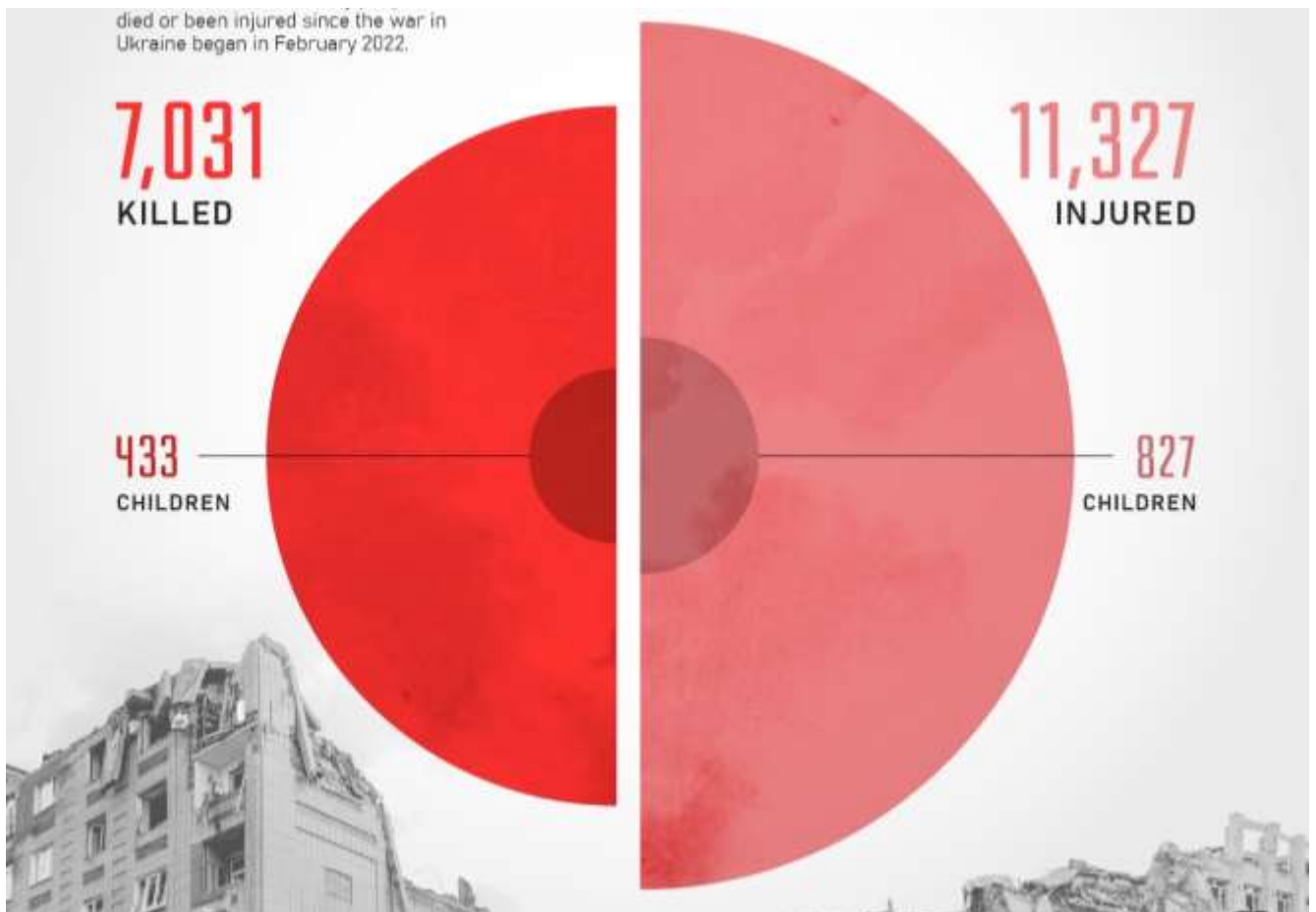


Рисунок 2.3 – Втрати серед цивільного населення у війні в Україні

Джерело: [32]

Ці числа складно перевірити через різні повідомлення, що надходять як з Росії, так і з України. Організація Об'єднаних Націй (ООН) припускає, що ці дані можуть бути ще більшими.

Згідно з офіційними даними ООН, більшість жертв серед цивільного населення були в результаті масштабних вибухів, таких як обстріли важкої артилерії, ракетні атаки та повітряні удари, і їх більшість була зосереджена в містах Донецьк та Луганськ, а також на інших контрольованих Україною територіях.

Крім того, за новими оцінками з Києва, загинуло приблизно 13 000 українських військовослужбовців, хоча ці дані ще не підтвержені з боку армії.

Протягом менше ніж року конфлікт змусив мільйони людей шукати притулку від переміщення, а тисячі цивільних осіб були поранені або загинули, тому потреба у збільшенні кількості робочих місць у галузі є очевидною.

2.2. Побудова економіко-математичних моделей тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я

Виходячи з основних важелів ринку праці досліджених вище, для початку важливим є дослідження динаміки незалежної змінної (обсяг робочих місць (Кількість вакансій, тис. одиниць) в галузі охорони здоров'я) на основі деяких економічних показників, які можуть впливати на її зміну, а саме:

- Середня заробітна плата за видами економічної діяльності, у грн. – X1;
- Кількість осіб, які мали статус безробітного в галузі охорони здоров'я, осіб – X2;
- Видатки зведеного бюджету України на галузь охорони здоров'я, млн. грн – X3;
- Іноземні (Капітальні) інвестиції у сфері охорони здоров'я, млн. грн – X4;
- Старіння населення (частка 60+), % – X5;
- Склад хворих в стаціонарі (виписано + померло), людей – X6;
- Кількість лікарняних закладів, тис. – X7;
- Сальдо міграції, осіб – X8;
- Загальна кількість медичних працівників, зайнятих у національній системі охорони здоров'я України, людей – X9;
- Чисельність населення України, тис. осіб – X10.

У додатку А наведена таблиця з вихідними даними дослідження.

Перед тим, як створювати модель, важливо проаналізувати парну кореляцію між незалежними факторами. Для цього можна скористатися функцією КОРРЕЛ у Microsoft Excel (див. Таблицю 2.1).

Бачимо що кореляція між деякими незалежними факторами є недопустимою та навіть від'мною, а між іншими - максимально наближеною до 1. Тому переходимо до наступного етапу, а саме - визначення коефіцієнта парної кореляції між залежною та незалежними змінними з метою включення відповідних факторів до моделі та виключення зайвих.

Таблиця 2.1 – Розраховані значення коефіцієнта попарної кореляції

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	1									
X2	0,90252 5981	1								
X3	0,99066 2841	0,91398 7651	1							
X4	0,85801 387	0,73962 885	0,88400 7967	1						
X5	0,96220 318	0,94855 4325	0,96467 7079	0,75791 8172	1					
X6	- 0,95915 2746	- 0,87885 871	- 0,95289 8641	- 0,79919 675	- 0,95362 8485	1				
X7	- 0,85112 03	- 0,90141 94	- 0,87081 5519	- 0,65694 2663	- 0,93808 0534	0,90146 5698	1			
X8	- 0,44953 1624	- 0,43033 9988	- 0,54871 1317	- 0,75868 7949	- 0,42055 6189	0,46051 9096	0,44377 6637	1		
X9	0,01717 8818	0,14067 1707	- 0,04245 9401	- 0,44348 3785	0,18293 1399	- 0,09577 7316	- 0,18003 36	0,65927 7628	1	
X10	- 0,88344 4589	- 0,94408 0179	- 0,88713 7619	- 0,67817 8735	- 0,95399 9603	0,90224 1385	0,93193 6536	0,39445 0183	- 0,24824 4655	1

Складено на основі власних розрахунків

На початкових етапах побудови моделі, пріоритет буде надано змінним, що мають найбільшу кореляцію зі залежною змінною. Для отримання показників кореляції між обсягами робочих місць була складена Таблиця 2.2.

Таблиця 2.2 – Корел. обсягів роб. місць із незалежними змінними

	Обсяг робочих місць
Середня заробітна плата за видами економічної діяльності, у грн.	0,824
Кількість осіб, які мали статус безробітного, осіб	0,779
Видатки зведеного бюджету України, млн. грн.	0,837
Іноземні (Капітальні) інвестиції у сфері охорони здоров'я, млн. грн;	0,784
Старіння населення (частка 60+), %	0,776
Склад хворих в стаціонарі (виписано + померло), людей	-0,710
Кількість лікарняних закладів, тис.	-0,604
Сальдо міграції, осіб	-0,533
Загальна кількість медичних працівників, зайнятих у національній системі охорони здоров'я України, людей	-0,187
Чисельність населення України, тис. осіб	-0,714

Складено на основі власних розрахунків

З допомогою таблиці 2.2 було зафіксовано помітну кореляцію між обсягами робочих місць та декількома розглянутими факторами, що дає змогу включити відповідні змінні до загальної моделі.

Тепер можемо переходити до побудови моделі методом інструментальних змінних.

Метод інструментальних змінних (IV або I3) - це метод оцінки параметрів регресійних моделей, який використовує інструментальні змінні. Ці змінні не входять у модель, але корелюють з пояснюючими змінними та допомагають у разі, коли фактори моделі не є екзогенними. У такому випадку оцінки методу найменших квадратів є зміщеними та не конзистентними.

Суть методу полягає в заміні змінної, що корелює із залишками, на інструментальну змінну, яка корелює з пояснюючою змінною, але не корелює з випадковими помилками. Для моделювання взаємозв'язків на основі багатомірних часових рядів, де необхідно враховувати автокореляцію залежної змінної, може використовуватись лагова змінна Y , що входить до пояснюючих змінних.

Авторегресійна функція певного порядку може описати автокореляцію елементів часового ряду. Але при моделюванні взаємозв'язків у багатовимірних

часових рядах, де потрібно кількісно описати залежність однієї змінної від інших та врахувати автокореляцію залежної змінної, економетрична модель буде містити затриману змінну Y , що входить до пояснюючих змінних.

$$Y_t = f(Y_{t-1}, X_t, u_t), \quad (2.1)$$

де Y_t — незалежна змінна у періоді t ;

Y_{t-1} — незалежна змінна у періоді $t - 1$;

X_t — залежна зміна у періоді t ;

u_t — стохастична складова, залишки.

Цей метод застосовується у випадках, коли залежна змінна економетричної моделі залежить не тільки від пояснюючих змінних, а й від свого попереднього значення. У таких випадках порушується третя передумова для застосування методу 1МНК при оцінці параметрів моделі, тобто пояснюючі змінні корелюють із залишками (u_t).

У цьому випадку вони стають стохастичними змінними.

Зважаючи, що u_{t-1} впливає на Y_{t-1} , а Y_{t-1} — на Y_t , то й u_{t-1} впливає на Y_t навіть тоді, коли послідовні значення залишків є незалежними.

Якщо ми використовуємо метод 1МНК для оцінки параметрів моделі в цьому випадку, то вони не будуть обґрунтовані, якщо хоча б один елемент вектора p має значення $\lim \left\{ \frac{1}{n} (X'u) \right\} \neq 0$.

Це може призвести до того, що всі елементи вектора \hat{a} (параметрів моделі) будуть необґрунтованими.

Ще однією причиною порушення третьої передумови може бути наявність помилок у вихідних даних, коли $M(X'u) = 0 \rightarrow p \lim \left\{ \frac{1}{n} (X'u) \right\} \neq 0$, є наявність помилок у вихідній інформації.

Раніше ми припускали, що змінні економетричної моделі вимірюються без помилок, але дуже часто при їх вимірюванні допускаються помилки, що впливають на оцінку параметрів моделі. Якщо матриця пояснюючих змінних X містить помилки, то її можна розглядати як суму двох матриць:

$$X = \tilde{X} + V, \quad (2.2)$$

де

\tilde{X} — матриця дійсних значень пояснюючих змінних;

V — матриця помилок.

Отже, економетрична модель матиме вигляд:

$$Y = X_a + (u - V_a) \quad (2.3)$$

Оцінки параметрів цієї моделі будуть обґрунтованими тільки у випадку, якщо матриця коваріації між змінними X та залишками $u - V_a$ дорівнює нулю.

$$plim \left[\frac{1}{n} X'(u - V_a) \right] = plim \left(\frac{1}{n} X'u \right) - plim \left(\frac{1}{n} X'V \right) a, \quad (2.4)$$

, де $plim \left(\frac{1}{n} X'V \right) a$, в свою чергу, можна записати в наступному вигляді:

$$plim \left(\frac{1}{n} X'V \right) a = plim \left(\frac{1}{n} X'V \right) + plim \left(\frac{1}{n} V'V \right). \quad (2.5)$$

Якщо в цих співвідношеннях допустити, що матрицю X (як її дійсні значення, так і помилки) гранично не корелюють із залишками, тобто:

$$plim \left(\frac{1}{n} X'u \right) = 0 \text{ і } plim(X'V) = 0, \quad (2.6)$$

то матриця коваріації помилок частіше всього не дорівнює нулю:

$$plim \left(\frac{1}{n} V'V \right) \neq 0. \quad (2.7)$$

Якщо при вимірюванні змінних виникають помилки, то застосування методу 1МНК для оцінки параметрів моделі може бути необґрунтованим та асимптотично зміщеним. Це через те, що матриця коваріації помилок не завжди дорівнює нулю, і кореляція між пояснюючими змінними та залишками може заважати застосуванню методу 1МНК.

Отже, ідентифікувавши змінні маємо:

- Y — обсяг робочих місць, залежна змінна;
- X_1 — середня заробітна плата, незалежна змінна;
- X_2 — кількість осіб, які мали статус безробітного, незалежна змінна;
- X_3 — видатки зведеного бюджету України, незалежна змінна.
- X_4 — іноземні (капітальні) інвестиції у сфері охорони здоров'я;
- X_5 — Старіння населення (частка 60+).

Специфікована економетричну модель у лінійн. формі матиме вигляд:

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + a_3 * X_3 + a_4 * X_4 + a_5 * X_5 + u; \quad (2.8)$$

$$\hat{Y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 * X_1 + \hat{a}_2 * X_2 + \hat{a}_3 * X_3 + \hat{a}_4 * X_4 + \hat{a}_5 * X_5. \quad (2.9)$$

Наступним етапом потрібно визначити інструментальні змінні. Для цього попередньо розрахуємо середнє значення поясн. змінних:

$$\bar{X}_1 = \frac{88156,91}{16} \approx 5509,807$$

$$\bar{X}_2 = \frac{419678,00}{16} \approx 26229,875$$

$$\bar{X}_3 = \frac{1455427,72}{16} \approx 90964,233$$

$$\bar{X}_4 = \frac{126019,40}{16} \approx 7876,213$$

$$\bar{X}_5 = \frac{356,79}{16} \approx 22,299$$

Після цього необхідно визначити відхилення кожної пояснюючої змінної від її середнього значення та упорядковувати ці відхилення за зростанням (див. Додаток Б). В свою чергу, кожному відхиленню змінних X_1, X_2, X_3, X_4 та X_5 від своїх середніх присвоюємо порядковий номер (ранг). Після цього впорядковані відхилення зі змінних формують п'ять інструментальних змінних. Ці змінні потрібно записати відповідно до значення залежної змінної для кожного спостереження. У Додатку Б ці змінні позначені як Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 та Z_5 .

Оцінимо параметри моделі: $\hat{Y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 * X_1 + \hat{a}_2 * X_2 + \hat{a}_3 * X_3 + \hat{a}_4 * X_4 + \hat{a}_5 * X_5$, використовуючи оператор інструментальних змінних:

$$\hat{A} = (Z'X)^{-1}Z'Y, \quad (2.10)$$

де Z — матриця інструментальних змінних;

Z' — матриця, транспонована до Z ;

Y — вектор залежної змінної;

X — матриця пояснюючих змінних.

Для даного випадку ми маємо економетричну модель, яка виглядає наступним чином:

$$\hat{Y} = -142,3730252 - 0,0009492X_1 - 0,0001573X_2 - 0,0001249X_3 + 0,0005790X_4 + 7,3196550X_5. \quad (2.11)$$

Звичайні лінійні моделі регресії широко застосовуються в економіці і ефективно вирішують понад 90% звичайних економічних задач. Однак, в даному конкретному випадку ця модель не є ідеальною. Хоча вона допомагає визначити тренд і прогнозувати значення на основі кількох факторів, вона не враховує вплив війни, яка змінила всі тренди. Тому оцінка адекватності цієї моделі може бути недостатньою.

Крім того, дана модель не враховує найважливіший фактор - знищення сотень лікарень в результаті нападу Росії. Це призвело до значного зростання безробіття в галузі охорони здоров'я. Тому важливим завданням є побудова оптимізаційної задачі для знаходження оптимального обсягу робочих місць, а не просто прогнозування його значення.

Зважаючи на це, з метою визначення оптимального обсягу робочих місць у галузі, ми можемо застосувати *модель пошуку і підбору відповідності* (search and matching model) дослідженою лауреатами Нобелівської премії з економіки 2010 р. - П.Даймондом, Д.Мортенсенем і К.Піссарідесом [33].

Розглядаючи детальніше, то говорячи про середовище, слід зазначити, що існують нейтральні до ризику працівники та фірми з нескінченною тривалістю життя. Таких агентів багато, тому кожен з них діє як атомістичний конкурент; формально це часто моделюється як континуум на замкненому інтервалі. Фірмам і працівникам необхідно здійснювати дорогий пошук, щоб знайти один одного. Фірми витрачають ресурси на рекламу, розміщення вакансій, відбір кандидатів, а згодом і на навчання. Працівники витрачають ресурси на пошук роботи, причому витрати стосуються таких видів діяльності, як збір інформації та подача заяв на роботу. Після підбору працівник і фірма вступають у двосторонні переговори щодо заробітної плати.

Базова модель, яка і буде надалі розглянута, по суті стосується однорідних працівників та однорідних робочих місць, тому безробітні шукають ідентичні вакансії. Більш складні версії вводять неоднорідність з працівниками з різними

навичками чи уподобаннями, з робочими місцями різної якості (наприклад, «хороші» та «погані» робочі місця), або з пост-фактумною гетерогенністю при підборі. Це може відкрити шлях до пошуку роботи на робочому місці та переміщення з місця на місце але в даному випадку нас це не цікавить.

Спосіб, у який безробітні працівники (позначені U в термінах частки робочої сили) та вакансії (позначені V в тих же термінах) зустрічаються, моделюється як процес підбору кандидатів. Останній формалізується за допомогою «функції відповідності», яка приймає шуканих працівників та вакантні робочі місця як аргументи і виробляє потік збігів.

Функція відповідності має вигляд:

$$F = F(U, V). \quad (2.12)$$

де

U — кількість безробітних;

V — кількість робочих місць.

Вона є неперервною, невід'ємною, зростаючою за обома аргументами та увігнутою. Якщо врахувати інтенсивність (далі, *ефективність*) пошуку робітників γ , то вона набуде вигляду:

$$F = F(\gamma U, V), \quad (2.13)$$

де

γ – параметр ефективності пошуку роботи;

U — кількість безробітних;

V — кількість робочих місць.

Для простоти, наразі нормалізуємо сукупну ефективність пошуку на рівні $\gamma = 1$, а її визначення робітником буде розглянуто пізніше.

Корисно визначити поняття «вузькості ринку», що задається співвідношенням вакансій та безробіття $\frac{V}{U}$, яке позначимо через θ .

Використовуючи припущення про однорідність, коефіцієнт відповідності вакансій q задається $q(\theta) = \frac{F}{V}$, а коефіцієнт пошуку роботи, або коефіцієнт ризику, задається $p(\theta) = \frac{F}{U}$. Залежність коефіцієнтів $q(\theta)$ та $p(\theta)$ від жорсткості ринку

пов'язана із зовнішніми ефектами, притаманними моделі. Так, q падає зі збільшенням V і p падає зі збільшенням U , оскільки більша кількість агентів, що шукають на одній стороні, спричиняє негативний зовнішній ефект заторів, тоді як q зростає зі збільшенням U і p зростає зі збільшенням V , оскільки більша кількість агентів, що шукають на іншій стороні, спричиняє позитивний зовнішній ефект торгівлі.

Згідно зі структурою моделі, зміна в заповненості вакансій залежить від кількості безробітних осіб U та наявності вакансій V в будь-який момент часу. Цей процес можна математично описати за допомогою функції відповідності, яка відображає ступінь відповідності між ними.

$$F(U, V) = \gamma U^\eta V^\mu, 0 \leq \eta \leq 1, 0 \leq \mu \leq 1, \gamma > 0, \quad (2.14)$$

де

γ – параметр ефективності пошуку роботи;

η – коефіцієнт еластичності по безробітних;

μ – коефіцієнт еластичності по вакансіях.

Швидкість, з якою безробітні знаходять роботу в одиницю часу, визначається таким чином:

$$a = \frac{F(U, V)}{U} = \gamma_0 U^{\eta-1} V^\mu. \quad (2.15)$$

Швидкість заповнення вакансій в одиницю часу:

$$q = \frac{F(U, V)}{V} = \gamma_0 U^\eta V^{\mu-1}. \quad (2.16)$$

Таким чином, для досягнення оптимального (максимального) обсягу робочих місць в галузі, нам потрібно максимізувати як швидкість, з якою безробітні знаходять роботу, так і швидкість заповнення вакансій в одиницю часу. Це буде сприяти зростанню економічного потенціалу та підвищенню зайнятості. Відповідно функція максимізації буде виглядати наступним чином:

$$F = \gamma_0 U^{\eta-1} V^\mu + \gamma_0 U^\eta V^{\mu-1} = \gamma_0 U^\eta V^\mu \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V} \right) \rightarrow \max \quad (2.17)$$

Для побудови міри інтенсивності пошуку дотримуємося підходу Девіса від 2011 р. [34]. Він поєднує середні значення тривалості безробіття за даними поточного обстеження населення (Current Population Survey - CPS) та результати

регресії Крюгера та Мюллера за 2011 р. [35], які виявили, що інтенсивність пошуку зменшується зі збільшенням тривалості безробіття за високочастотними лонгітюдними даними. Зокрема, Девіс стверджує, що

$$s_t = A - B * d_t. \quad (2.18)$$

де s_t виступає в ролі інтенсивності (ефективності) пошуку роботи, а d_t як середня тривалість безробіття (у тижнях).

Далі він будує індекс інтенсивності пошуку, задаючи $A = 139.8$ і $B = 1.54$ після коригування на деякі потенційні похибки в результатах регресії, отриманих Крюгером і Мюллером (2011). Маючи за уваги той факт що дане дослідження проводилося під час однієї з наймасштабніших рецесій в світі, а саме Світової Економічної Кризи 2008-2013 рр. і була використана в дослідженнях за 2016-2017 рр. – то припустимо що дані показники є актуальними на даний час.

Відповідно, враховуючи останні дані Державної служби зайнятості [36], середня тривалість пошуку роботи становить 96 днів виходячи з чого маємо:

$$s_t = A - B * d_t = 139.8 - 1.54 * \left(\frac{96}{7}\right) = 118.676. \quad (2.19)$$

Маємо наступну цільову функцію для оптимізації:

$$F = \gamma_0 U^\eta V^\mu \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right) = 118.676 * U^\eta V^\mu \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right) \rightarrow \max \quad (2.20)$$

Розглянемо відповідні обмеження які будуть задані для даної функції.

Щодо кількості осіб що мають статус безробітного в галузі охорони здоров'я, аналізуючи темп зміни кількості безробітних в галузі та загальний темп безробіття в Україні, можна було б зробити припущення, що значення безробіття в галузі не перевищить максимальне значення в розглядувальному періоді, а саме:

$$U \leq 46500 \quad (2.21)$$

Однак, дане обмеження не враховує дуже важливого фактору – впливу російського вторгнення. Повномасштабне вторгнення росії спричинило значну хвилю відтоку медичних працівників за різноманітних причин (починаючи з міграції і завершуючи поступовим знищенням лікарняних закладів (більше 700 випадків нападу [32]) що спричинює збільшення кількості безробітних на ринку), що не стали винятком. За даними Національної служби охорони здоров'я України

(NHSU) [27], загальна кількість медичних працівників, зайнятих у національній системі охорони здоров'я України, скоротилася на 13,7% у 2022 році порівняно з 2021 роком. У реальних цифрах система охорони здоров'я України втратила понад 89 000 медичних працівників лише за один рік.

Хоча немає наявних даних щодо відсотку, від цієї цифри, що залишилися безробітними в межах країни – можемо зробити певне припущення проаналізувавши темпи міграції населення за останній рік.

Відповідно до даних наданих Українським інститутом майбутнього [37], можемо побачити що 20,7 мільйонів українців (близько 55% на початок 2022 року) виїхали з України з початку року і лише 12,1 мільйон з них (близько 32%) повернулися назад змінюючи кількість населення до 29 мільйонів.



Рисунок 2.4 – Населення України станом на 04.05.2023

Джерело: [37]

Відповідно, за рік, населення країни впало на 23-25% тільки через міграцію. Отже, маючи це на увазі та враховуючи той факт, що ще близько ¼ (25%) змогли адаптуватися та знайти собі інше місце роботи можна зробити припущення що, в найгіршому розглянутому випадку, близько половини з 89 000 працівників (близько 45 тисяч) зайнятих в галузі охорони здоров'я на 2021 рік наразі є безробітними. Отже, наше адаптоване обмеження буде мати наступний вигляд:

$$0 \leq U \leq 46500 + 45000, \text{ або} \quad (2.22)$$

$$0 \leq U \leq 91500. \quad (2.23)$$

Щодо обсягу робочих місць, то зробимо просте обмеження на те, що кількість повинна зростати порівнюючи з останнім звітним періодом, а саме:

$$V \geq 9000. \quad (2.24)$$

Відповідно, фінальна задача оптимізації буде мати наступний вигляд:

$$F = 118.676 * U^\eta V^\mu \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V} \right) \rightarrow \max \quad (2.25)$$

$$0 \leq \eta \leq 1 \quad (2.26)$$

$$0 \leq \mu \leq 1 \quad (2.27)$$

$$\gamma > 0 \quad (2.28)$$

$$V \geq 9000 \quad (2.29)$$

$$0 \leq U \leq 91500. \quad (2.30)$$

2.3 Оцінка адекватності моделі

Для визначення обсягів робочих місць, що є залежною змінною в регресійній моделі, проводимо аналіз залишків та їх дисперсії згідно із відповідною процедурою та в результаті отримуємо:

- *Залишкова дисперсія:*

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{n-m} u \cdot u = 3,18. \quad (2.31)$$

- *Загальна дисперсія:*

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n-1} Y \cdot Y = 6,86. \quad (2.32)$$

Маючи $\sigma_y^2 > \sigma_u^2$ можна зробити висновок, що наявні фактори мають *статистично значущий вплив* на спостереження (незалежну змінну).

Розрахуємо коефіцієнти детермінації і кореляції:

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_u^2}{\sigma_y^2} = \frac{6,86 - 3,18}{6,86} = 0,73. \quad (2.33)$$

$$R = \sqrt{R^2} = 0,54. \quad (2.34)$$

Коефіцієнти детермінації та кореляції є показниками, які відображають ступінь значимості зв'язку, що описується математичною моделлю. Значення

коефіцієнта кореляції, який складає $R = 0,54$, свідчить про наявність сильного зв'язку між залежною та незалежними змінними.

Ми розраховуємо матрицю коваріацій оцінок параметрів моделі та отримуємо наступні значення стандартних помилок оцінок параметрів моделі.

$$S_{\hat{A}} = \sqrt{\sigma_u^2 \text{asy var}(\hat{A})}. \quad (2.35)$$

$$S_{\hat{a}_0} = \sqrt{365645,6320728800} = 604,68639. \quad (2.36)$$

$$S_{\hat{a}_1} = \sqrt{0,0000095615} = 0,00309. \quad (2.37)$$

$$S_{\hat{a}_2} = \sqrt{0,0000004114} = 0,00064. \quad (2.38)$$

$$S_{\hat{a}_3} = \sqrt{0,0000005379} = 0,00073. \quad (2.39)$$

$$S_{\hat{a}_4} = \sqrt{0,0000043657} = 0,00209. \quad (2.40)$$

$$S_{\hat{a}_5} = \sqrt{939,1128453781} = 30,64495. \quad (2.41)$$

Маємо дуже малі значення стандартних помилок $S_{\hat{a}_1}$, $S_{\hat{a}_2}$, $S_{\hat{a}_3}$ та $S_{\hat{a}_4}$ (менші за 0.01), що свідчить про високу точність оцінок цих параметрів. Відповідно, оцінки параметрів a_1 , a_2 , a_3 , a_4 є досить надійними і мають малу невизначеність чого не можна сказати про a_0 та a_5 .

Наступним та не менш важним кроком є застосування критерію Дарбіна-Уотсона [38] для перевірки наявності автокореляції в побудованій моделі.

Маючи рівень значимості $\alpha = 0,05$, n (об'єм вибірки) = 16, m (число змінних у рівнянні регресії) = 5, критичні значення DW будуть дорівнювати $d_l = 0,615$ та $d_u = 2,157$ [39].

Згідно з отриманою моделлю, значення DW буде таким:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{16} (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^{16} u_t^2} = 0,887. \quad (2.42)$$

Фактичне значення потрапляє в діапазон між d_l та d_u , що свідчить про відсутність підстав відхилити гіпотезу про наявність автокореляції в залишках.

Перед побудовою прогнозу необхідно також перевірити наявність гетероскедастичності в побудованій моделі за допомогою методу Парка.

Тест Парка є статистичним інструментом для виявлення певного типу гетероскедастичності випадкових помилок в регресійній (економетричній) моделі [40].

У цьому тесті ми розглядаємо альтернативну гіпотезу, що дисперсія випадкової помилки σ_t^2 моделі від значень деякого фактора z_t такого вигляду:

$$\ln\sigma_t^2 = \ln\sigma^2 + \beta \ln z_t + u_t. \quad (2.43)$$

Нульова гіпотеза, яка припускає відсутність гетероскедастичності, вимагає, щоб коефіцієнт β був рівним нулю. Якщо ця гіпотеза відхиляється, це свідчить про наявність гетероскедастичності в зазначеному вигляді, а прийняття нульової гіпотези означає, що гетероскедастичність цього типу відсутня (хоча існує можливість наявності гетероскедастичності іншого типу).

Тестування включає наступні кроки:

Використовуючи звичайний метод найменших квадратів (МНК), оцінюється початкова регресійна модель $y_t = x_t^T b + \varepsilon_t$ і розраховуються регресійні залишки $e_t = y_t - \hat{y}_t$.

Далі, також за допомогою звичайного МНК, оцінюється допоміжна регресія: $\ln e_t^2 = a_0 + a_1 * \ln z_t + u_t$ і перевіряється статистична значущість коефіцієнта a_1 за допомогою t-критерію Стьюдента або еквівалентного F-тесту для загальної значущості допоміжної регресії.

Якщо коефіцієнт визнається значущим, це свідчить про наявність гетероскедастичності випадкових помилок моделі. Інакше гетероскедастичність цього типу вважається незначущою (залишається можливість наявності гетероскедастичності іншого типу).

Іншими словами, якщо значення $t_r > t_{\text{табличне}}$, то в моделі присутня гетероскедастичність, а якщо навпаки, то гетероскедастичність цього типу вважається незначущою (але слід також використовувати інші тести для виключення можливої гетероскедастичності іншого типу).

Таким чином, ми передбачаємо побудову наступної таблиці:

Таблиця 2.3 – Підготовка до перевірки залишків на гетероскедастичність

	Обсяг г робо чих місць	Ряд	Залиш ки, е	е ²	ln(е ²)	ln(x1)	ln(x2)	ln(x3)	ln(x4)	ln(x5)
1	2,03	4,29	-2,26	5,11	1,63113 331	7,03878 354	9,01371 703	10,1929 805	8,75974 4	3,01123 339
2	3,14	3,85	-0,71	0,50	- 0,69312 471	7,27309 26	9,57858 809	10,4208 219	9,02269 065	3,01509 026
3	3,86	1,62	2,24	5,02	1,61366 265	7,34923 082	9,61613 876	10,5066 553	7,41491 62	3,02954 689
4	6,60	1,82	4,78	22,8 8	3,13036 073	7,58832 368	9,64885 333	10,7091 819	7,56013 255	3,03974 916
5	4,60	3,34	1,26	1,60	0,46845 396	7,65964 295	9,69904 308	10,7987 92	7,65595 867	3,05400 118
6	3,40	1,94	1,46	2,14	0,76225 057	7,86095 636	9,74096 862	10,9759 942	7,90367 017	3,05400 118
7	2,70	3,64	-0,94	0,88	- 0,12529 817	7,90322 681	9,80366 722	11,0279 101	7,46519 728	3,07269 331
8	2,10	5,11	-3,01	9,05	2,20296 436	7,92443 418	9,86786 037	10,9534 364	7,10979 776	3,08190 997
9	3,20	4,55	-1,35	1,83	0,60446 45	8,29604 764	10,0212 706	11,1704 506	7,76946 31	3,09557 761
10	4,50	6,60	-2,10	4,40	1,48074 765	8,43814 998	10,2646 524	11,2306 753	8,40715 509	3,11351 531
11	4,70	3,87	0,83	0,68	- 0,38102 474	8,72631 895	10,6478 03	11,5365 6	8,81110 084	3,13113 691
12	5,90	6,13	-0,23	0,05	- 2,93423 69	8,90111 456	10,5584 135	11,6600 325	9,00439 803	3,15273 602
13	6,30	8,36	-2,06	4,23	1,44133 061	9,04841 538	10,4801 009	11,7627 328	9,15742 471	3,17387 846
14	6,20	5,09	1,11	1,24	0,21593 483	9,45978 305	10,4801 009	12,0770 522	9,60478 498	3,19458 313
15	8,40	4,65	3,75	14,0 6	2,64367 401	9,62553 665	10,7472 076	12,2239 636	9,98871 066	3,21084 365
16	9,00	10,3 3	-1,33	1,76	0,56684 603	9,49137 012	10,7428 972	12,2796 757	10,3795 354	3,20680 324

Складено на основі власних розрахунків

Далі, для кожного змінного X, проводиться перевірка шляхом побудови автоматичної регресії з використанням наступного рівняння:

$$\ln e_i^2 = a + b * \ln x_{ij}, \quad (2.44)$$

де $\ln e_i^2$ – натуральний логарифм залишків в квадраті;

$a + b$ – відповідні коефіцієнти регресії;

$\ln x_{ij}$ – натуральний логарифм змінних x_{ij} .

Як результат отримуємо наступні дані:

- Для $X1$:

Таблиця 2.4 – Результат перевірки $X1$ на гетероскедастичність за тестом Парка

t табл	2,23
t факт	-0,53

Складено на основі власних розрахунків

- Для $X2$:

Таблиця 2.5 – Результат перевірки $X2$ на гетероскедастичність за тестом Парка

t табл	2,23
t факт	-0,91

Складено на основі власних розрахунків

- Для $X3$:

Таблиця 2.6 – Результат перевірки $X3$ на гетероскедастичність за тестом Парка

t табл	2,23
t факт	-0,54

Складено на основі власних розрахунків

- Для $X4$:

Таблиця 2.7 – Результат перевірки $X4$ на гетероскедастичність за тестом Парка

t табл	2,23
t факт	-0,78

Складено на основі власних розрахунків

- Для $X5$:

Таблиця 2.8 – Результат перевірки $X5$ на гетероскедастичність за тестом Парка

t табл	2,23
t факт	-0,45

Складено на основі власних розрахунків

Бачимо, що для всіх 5-ти випадків $t_{\text{фактичне}}$ є меншим за $t_{\text{табличне}}$ – з чого випливає що залишки моделі є гомоскедастичні а НЕ гетероскедастичні.

На завершальному етапі проводиться оцінка адекватності моделі за допомогою F-критерію Фішера:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{16} (Y - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^{16} (Y - \bar{Y})^2} \times \frac{n-m}{m-1} = 4,44. \quad (2.45)$$

При використанні рівня значущості $\alpha = 0,05$ та степенях свободи $\nu_1 = 5$, $F_{\text{табличне}}$ буде дорівнювати 2,85 [41].

Оскільки отримане фактичне значення $F_{\text{фактичне}} > F_{\text{табличне}}$, можемо стверджувати, що побудована регресійна модель відповідає реальності.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломної роботи була зосереджена увага на побудові економіко-математичних моделей для аналізу тенденцій вітчизняного ринку праці в галузі охорони здоров'я. Використовуючи регресійну модель методом інструментальних змінних та модифіковану модель пошуку і підбору відповідності (search and matching model), запропоновану лауреатами Нобелівської премії з економіки 2010 року - П. Даймондом, Д. Мортенсеном і К. Піссарідесом, було досліджено вплив факторів, які були проаналізовані в першому розділі, на ринок праці у галузі охорони здоров'я.

Дослідження показало, що використання економіко-математичних моделей дозволяє нам краще розуміти складну динаміку ринку праці в цій галузі. Застосування регресійної моделі методом інструментальних змінних дозволило оцінити вплив різних факторів, таких як заробітна плата, видатки бюджету, інвестиції та міграція, на зміну кількості працівників у галузі охорони здоров'я.

Додатково, застосування моделі пошуку і підбору відповідності дозволило нам врахувати важливий аспект - вплив воєнного фактора на ринок праці. Модифікувавши цю модель було врахувати можливу динаміку населення української галузі охорони здоров'я в умовах воєнного часу.

Аналізуючи результати моделей, було провели оцінку їх адекватності за допомогою різних статистичних тестів, таких як тест на автокореляцію та тест Парка на гетероскедастичність. Також було порахували дисперсії залишків, коефіцієнти кореляції і детермінації, що дозволило оцінити якість побудованих моделей.

Отже, дослідження підтвердили економічну доцільність застосування економіко-математичних моделей для моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ПРАЦІ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

3.1 Економіко-математичне та комп'ютерне моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я

Наразі, застосуємо метод Хольта-Вінтерса для прогнозування обсягу робочих місць на протязі 5 наступних періодів (років).

Метод Хольта-Вінтерса [42] є покращеною версією експоненційного згладжування для аналізу часових рядів та прогнозування на середньо- та довгострокову перспективу. Він має здатність враховувати мікротренди, що спостерігаються перед прогнозуванням, і враховувати їх у майбутньому. Хоча метод передбачає лінійну екстраполяцію, він зазвичай є достатньо точним для більшості реальних сценаріїв. Метод Хольта-Вінтерса забезпечує більш надійні та точні прогнози, особливо при роботі з нестійкими трендами.

Основна ідея методу полягає в тому, що майбутні значення обсягу робочих місць будуть розраховуватись як середнє арифметичне попередніх n значень. Вибір оптимального значення n залежить від конкретного часового ряду та дозволяє отримати достовірні та точні прогнози.

Перед початком прогнозування, варто перевірити наявність тренду за допомогою методу Фостера-Стюарта і визначити значення параметрів k та l відповідно до наступних принципів:

$$k_i = \begin{cases} 1 & \text{за умови } y_i > y_{i-1} > y_{i-2} > \dots > y_{i-n}, i = \overline{2, n} \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} \quad (3.1)$$

$$l_i = \begin{cases} 1 & \text{за умови } y_i < y_{i-1} < y_{i-2} < \dots < y_{i-n}, i = \overline{2, n} \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} \quad (3.2)$$

Результат даного алгоритму було викладено в *Таблиці 3.1*:

Таблиця 3.1 – Результат перевірки на наявність тренду за методом Фостер – Стюарта (Частина 1)

t	Yt	k	l	k + l	k - l	1/n	1/n ²
1	4,29	-	-			-	-
2	3,85	0	0	0	0	0,500	0,250
3	1,62	0	1	1	-1	0,333	0,111
4	1,82	0	0	0	0	0,250	0,063
5	3,34	0	0	0	0	0,200	0,040
6	1,94	0	0	0	0	0,167	0,028
7	3,64	0	0	0	0	0,143	0,020
8	5,11	1	0	1	1	0,125	0,016
9	4,55	0	0	0	0	0,111	0,012
10	6,60	1	0	1	1	0,100	0,010
11	3,87	0	0	0	0	0,091	0,008
12	6,13	0	0	0	0	0,083	0,007
13	8,36	1	0	1	1	0,077	0,006
14	5,09	0	0	0	0	0,071	0,005
15	4,65	0	0	0	0	0,067	0,004
16	10,33	1	0	1	1	0,063	0,004

Складено на основі власних розрахунків

В наступному етапі було виконано розрахунок параметрів c та d за допомогою формул, наведених нижче. Для перевірки гіпотези про випадковість відхилень параметра c від математичного очікування ряду та відхилення параметра d від нуля, були використані розрахункові значення критерію Стюдента для дисперсії та середнього значення.

$$c = \sum_{i=1}^n (k_i + l_i). \quad (3.3)$$

$$d = \sum_{i=2}^n (k_i - l_i). \quad (3.4)$$

$$t_c = \frac{|c - \mu|}{\sigma_1}, \sigma_1 = \sqrt{2 \sum_{i=2}^n \frac{1}{i} - 4 \sum_{i=2}^n \frac{1}{i^2}}. \quad (3.5)$$

$$t_d = \frac{|d|}{\sigma_2}, \sigma_2 = \sqrt{2 \sum_{i=2}^n \frac{1}{i}}. \quad (3.5)$$

Після проведених обчислень були отримані наступні результати:

Таблиця 3.2 – Результат перевірки на наявність тренду за методом Фостер – Стюарта (Частина 2)

c =	5	d =	3
tc =	0,2129009	σ_1	1,12043687
td =	1,37483721	σ_2	2,18207653

Складено на основі власних розрахунків

Згідно з проведеними розрахунками, можна зробити висновок, що в даному випадку немає статистично значущого тренду ні в дисперсії ряду, ні в середньому значенні ряду. Оскільки значення $tc < ta$ та значення $td < ta$, це свідчить про відсутність статистично значимих змін. На основі цього можна зробити попередній висновок, що дана модель може бути менш точною. Однак, для підтвердження цього потрібно провести додаткові перевірки.

Таким чином, на рисунку нижче представлені отримані результати прогнозування.

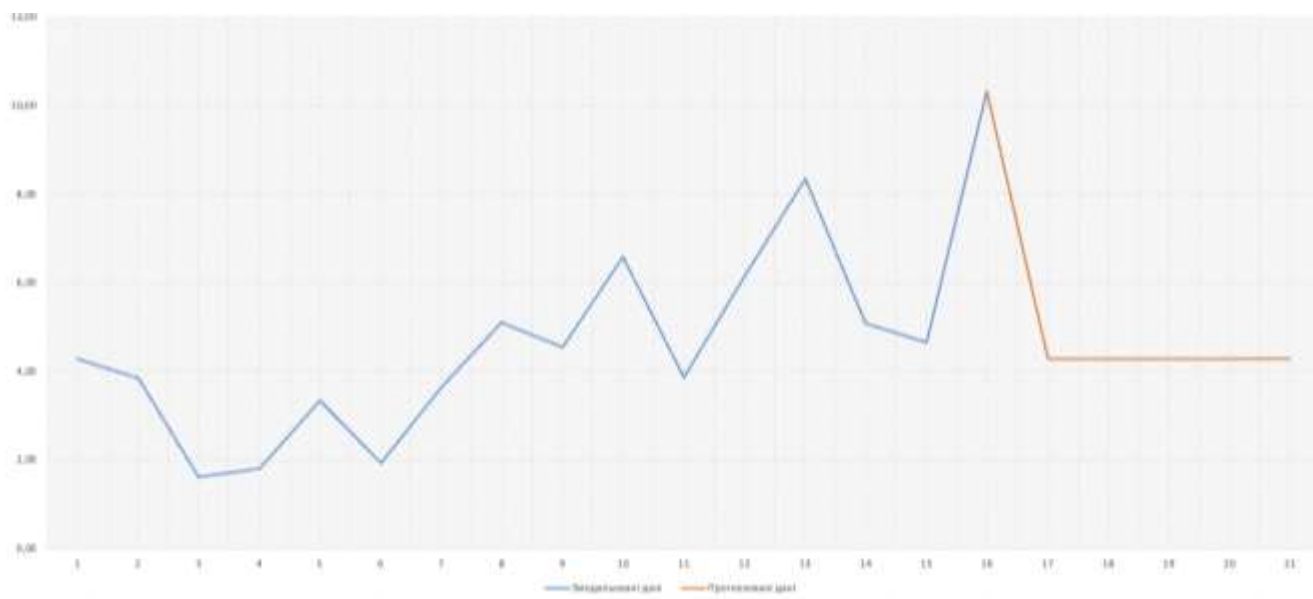


Рисунок 3.1 – Прогноз обсягу робочих місць (Кількість вакансій, тис. одиниць) в галузі охорони здоров'я на 5 років вперед (до 2027 включно) де синім позначено змодельований ряд, а оранжевим – прогноз

Складено на основі власних розрахунків

Далі, перейдемо до реалізації моделі оптимізації (2.25-2.30) за допомогою використання методу градієнтного спуску (підйому для даного випадку).

Методи градієнта відносяться до методів першого порядку. Вони використовують градієнт як свою особливу характеристику.

Градiєнт функції $f(X)$ - це вектор, де його величина відображає швидкість зміни функції $f(X)$, а напрямок вказує на напрямок найшвидшого зростання цієї функції. Протилежний за напрямком градієнта вектор називається антиградієнтом.

Усі методи першого порядку, базуються на ітераційній процедурі, де основна ідея *методу градієнта* полягає в організації руху системи у напрямку досягнення екстремуму з деяким кроком. При цьому напрямок руху співпадає з градієнтом, якщо ми шукаємо максимум, або з антиградієнтом, якщо ми шукаємо мінімум.

Градiєнт вектора скалярної функції $f(\vec{u})$ визначається стовпчик вектора перших часткових похідних функції по незалежним змінним.

$$\text{grad}f(\vec{u}^{(k)}) = \nabla f(\vec{u}^{(k)}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(\vec{u}^{(k)})}{\partial u_1} \\ \vdots \\ \frac{\partial f(\vec{u}^{(k)})}{\partial u_n} \end{bmatrix}. \quad (3.6)$$

Частинні похідні функцій обчислюються в точці $\vec{u} = (\vec{u}^{(k)})$.

Маючи відповідну цільову функцію $F = 118.676 * U^\eta V^\mu \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right)$ та розрахувавши частинні похідні для поставленої задачі отримаємо:

$$\frac{dF}{dU} = 118.676 * \left(\eta U^{\eta-1} * V^\mu * \left(\frac{1}{V} - \frac{1}{U}\right)\right), \quad (3.7)$$

$$\frac{dF}{dV} = 118.676 * \left(\mu * U^\eta * V^{\mu-1} * \left(\frac{1}{U} - \frac{1}{V}\right)\right), \quad (3.8)$$

$$\frac{dF}{d\eta} = 118.676 * \left(U^\eta * V^\mu * \left(\ln U * U^\eta * V^\mu * \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right) + V^\mu * \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right)\right)\right), \quad (3.9)$$

$$\frac{dF}{d\mu} = 118.676 * \left(U^\eta * V^\mu * \left(\ln V * U^\eta * V^\mu * \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right) + U^\eta * \left(\frac{1}{U} + \frac{1}{V}\right)\right)\right). \quad (3.10)$$

Потім ми вводимо поняття одиничного градієнтного вектора \vec{S} який задається наступною формулою:

$$(\vec{S}^{(k)}) = \frac{\nabla f(\vec{u}^{(k)})}{\|\nabla f(\vec{u}^{(k)})\|}, \quad (3.11)$$

де $\|\dots\|$ – норма градієнтного вектора, а компоненти одиничного вектора обчислюються відповідно до відношення:

$$S_i^{(k)} = \frac{\frac{\partial f(\vec{u}^{(k)})}{\partial u_1}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f(\vec{u}^{(k)})}{\partial u_i}\right)^2}}. \quad (3.12)$$

В кожній області визначення функції, градієнт $\nabla f(\vec{u})$ повністю відображає її поведінку. Цей градієнт спрямований по нормалі до поверхні рівня, що проходить через розглянуту точку, і його абсолютне значення відповідає похідній функції в напрямку нормалі. Оскільки найшвидша зміна функції відбувається вздовж нормалі до поверхні рівня, напрямок градієнта співпадає з напрямком найбільшого зростання функції. Відповідно, напрямок антиградієнта співпадає з напрямком найшвидшого зменшення значення функції.

Отже, головна ідея градієнтного методу оптимізації полягає в тому, що ми задаємо початкові значення вектора незалежних змінних $\vec{u}^{(0)}$ виходячи з наявної апріорної інформації про положення точки екстремуму або випадковим чином.

Для поставленої економічної задачі встановимо наступний вектор початкових змінних:

$$U_0 = 44000, \quad (3.13)$$

$$V_0 = 10000, \quad (3.14)$$

$$\eta_0 = 0.1, \quad (3.15)$$

$$\mu_0 = 0.1. \quad (3.16)$$

Потім здійснюється перехід від початкового вектора $\vec{u}^{(0)}$ до $\Delta\vec{u}^{(0)}$, тобто виконується крок $\Delta\vec{u}^{(0)}$ з метою наближення до точки екстремуму u_{OPT} . Після цього виконується наступний крок $\Delta\vec{u}^{(1)}$ і так далі. Таким чином, на кожній ітерації обчислюється значення вектора для наступної ітерації:

$$\vec{u}^{(k+1)} = \vec{u}^{(k)} + \Delta\vec{u}^{(k)}. \quad (3.17)$$

Оскільки напрямок вектора градієнта вказує напрямком найшвидшого зростання функції, то кроки $\Delta\vec{u}$ виконують у напрямку градієнта при пошуку максимуму й антиградієнта при пошуку мінімуму. Для розглянутого випадку буде використана задача на максимум.

Таким чином, ми використовуємо наступний вираз:

$$\Delta \vec{u}^{(k)} = +\lambda \vec{S}^{(k)}, \quad (3.18)$$

де λ – множник, що визначає величину кроку $\Delta \vec{u}^{(k)}$; $\vec{S}^{(k)}$ – одиничний вектор градієнта; k – номер ітерації. Знак «+» указує на напрямок градієнта (у випадку пошуку максимуму).

Отже, ми можемо записати наступний вираз:

$$\vec{u}^{(k+1)} = \vec{u}^{(k)} + \lambda \vec{S}^{(k)}. \quad (3.19)$$

Алгоритм градієнтного пошуку часто застосовується у такому вигляді:

$$\vec{u}^{(k+1)} = \vec{u}^{(k)} + h \nabla f(\vec{u}^{(k)}). \quad (3.20)$$

У цьому випадку величина кроку $h \nabla f(\vec{u}^{(k)})$ змінюється автоматично відповідно до зміни величини градієнта. Саме це і буде надалі використано в алгоритмі.

Параметр кроку, позначений як h , є постійною величиною у цьому алгоритмі. Його перевагою є те, що при наближенні до точки максимуму автоматично збільшується довжина кроку.

Ітераційну формулу (3.19) можна переписати у такому вигляді:

$$\begin{bmatrix} u_1^{(k+1)} \\ \vdots \\ u_n^{(k+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1^{(k)} \\ \vdots \\ u_n^{(k)} \end{bmatrix} + h \begin{bmatrix} \frac{\partial f(u^{(k)})}{\partial u_1} \\ \vdots \\ \frac{\partial f(u^{(k)})}{\partial u_n} \end{bmatrix}, \quad (3.21)$$

або в скалярній формі:

$$u_i^{(k+1)} = u_i^{(k)} + h \frac{\partial f(\vec{u}^{(k)})}{\partial u_i} = u_i^{(k)} - h * \text{grad}_{u_i} f(\vec{u}^{(k)}). \quad (3.22)$$

Встановимо h на рівні 0.01 для поставленої задачі.

Щоб визначити критерій закінчення пошуку розглянемо одновимірну функцію $f(u)$ на рисунку нижче:

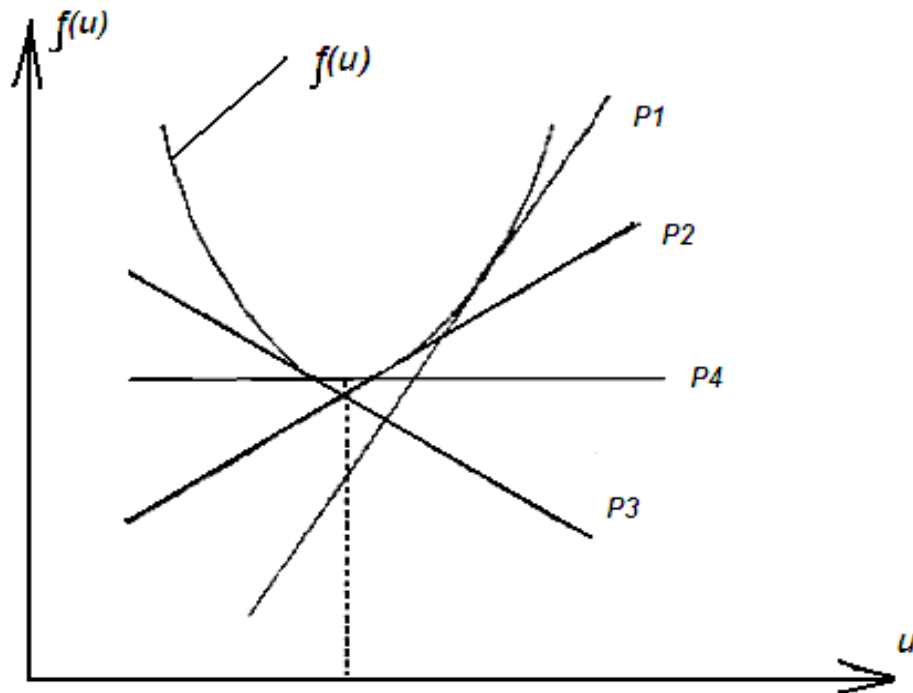


Рисунок 3.2 – Одновимірна функція $f(u)$ та дотичні до неї

Складено на основі власних досліджень автора

Прямі $P_i, i \in [1,4]$ - дотичні до функції $f(u)$ в області екстремуму $\frac{df}{du} = 0$, що відповідає дотичній P_4 .

Таким чином, якщо абсолютне значення похідної функції $\left| \frac{df}{du} \right| \leq \delta$, де δ це мале додатне, попередньо задане число, процес пошуку може бути зупинений.

Для функції з багатьма параметрами, яка розглядалась, умовою зупинки є:

$$\sum_{j=1}^n \left(\frac{dF}{du_j} \right)^2 \leq \delta. \quad (3.23)$$

Під час кожної ітерації пошуку перевіряється, чи знаходиться екстремум в межах припустимої області. Однак існує інша приваблива стратегія для визначення моменту завершення пошуку: після кожної серії з фіксованою кількістю кроків (ітерацій) S_1 значення цільової функції (ЦФ) запам'ятовується.

Якщо наступна серія має менше значення ЦФ, пошук продовжується; в іншому випадку - процес зупиняється. Саме цей критерій був застосований для зупинення алгоритму вибравши кількість ітерацій за 10000.

Заради ефективності і точності нашого алгоритму, візьмемо потужне програмне забезпечення Google Colab та впровадимо реалізацію алгоритму з використанням мови програмування Python. Існує кілька причин, чому саме Python є найкращим вибором для цього завдання.

- По-перше, Python здатен надати багатий набір бібліотек та інструментів, що сприяють ефективному виконанню оптимізації за допомогою методу градієнтного підйому. Такі бібліотеки, такі як NumPy та SciPy, мають потужні функції для математичних обчислень і чисельних методів, що дозволяють нам реалізувати складні алгоритми з легкістю та точністю.
- По-друге, обрання Google Colab дозволяє нам виконувати наш код на потужних обчислювальних ресурсах, що знаходяться в хмарному середовищі. Це означає, що ми можемо виконувати більше ітерацій та обробляти більші обсяги даних без перевантаження нашої системи. Такий підхід забезпечує нам більшу швидкість обчислень та ефективність нашого алгоритму.

Як результат, за допомогою алгоритму реалізованому за допомогою мови програмування Python (*див. Додаток В*) маємо наступні оптимальні значення:

$$U_{OPT} = 48506.64468770914 \approx 48507; \quad (3.24)$$

$$V_{OPT} = 31862.10053114313 \approx 31863; \quad (3.25)$$

$$\eta_{OPT} = 1; \quad (3.26)$$

$$\mu_{OPT} = 1; \quad (3.27)$$

$$F_{OPT} = 9537841.207592512. \quad (3.28)$$

3.2 Економічна аналітика результатів моделювання, оцінка ефективності моделей та розроблення рекомендацій з удосконалення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я

Здійснивши прогностичне моделювання та провівши усі необхідні розрахунки, можемо перейти до аналізу результатів. Оцінюючи точність прогнозу відповідно до Рисунку 3.1 та додаткових розрахунків отримуємо показник 0,529339852 що означає доволі низьку вірогідність вірно побудованого прогнозу.

З урахуванням побудованого прогнозу, що представлено на Рисунку 3.1, можна однозначно стверджувати, що дана модель не є придатною для даного випадку. Навіть при наявності тенденції зростання в звичайному ряді, прогнозовані дані проявляють дивну поведінку та великий розбіжності зі звичайними даними.

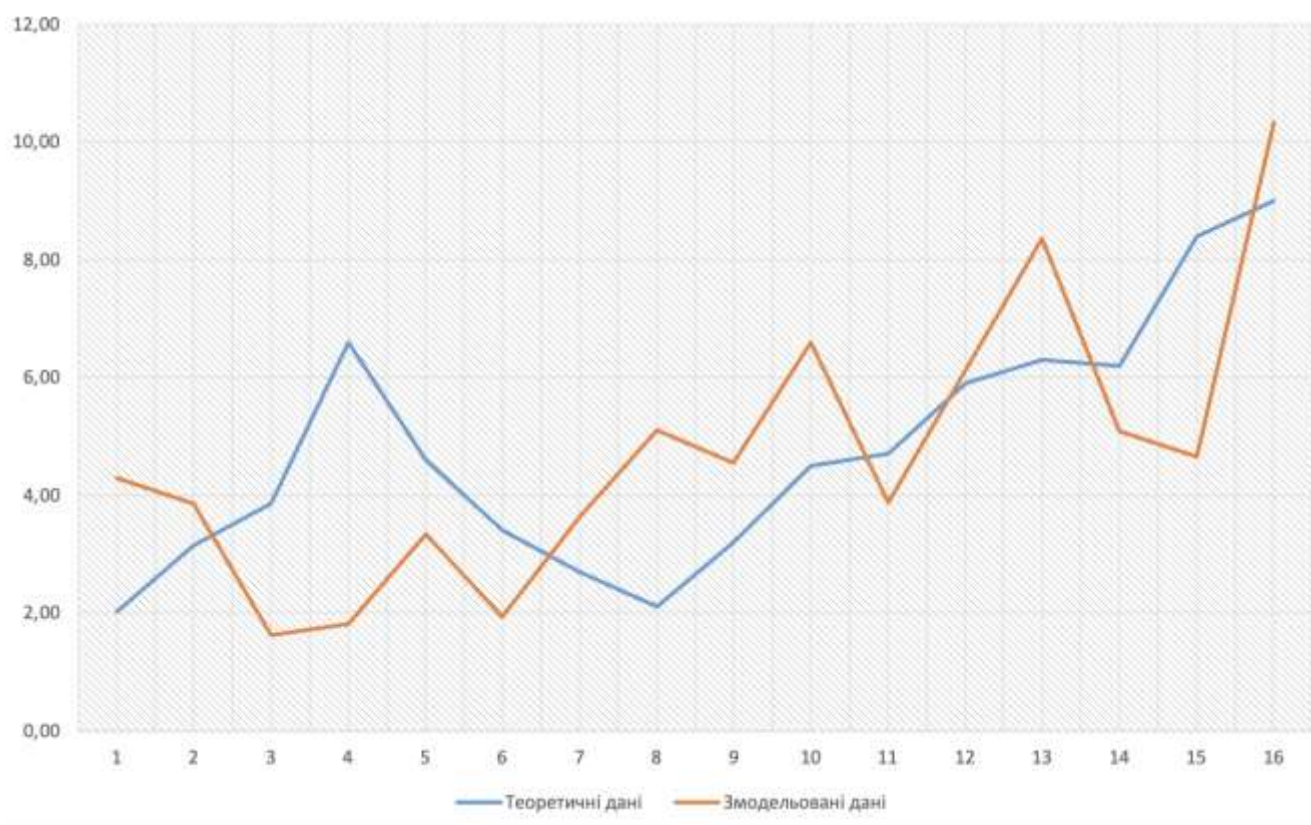


Рисунок 3.3 – Різниця між реальними та змодельованими даними (синім позначено теоретичні дані, оранжевим – змодельований ряд)

Складено на основі власних досліджень автора

На Рисунку 3.3 представлена різниця між реальними та змодельованими даними. Цей графік ілюструє нездатність моделі точно передбачити майбутні значення, оскільки розбіжності між прогнозом і реальними даними є значними.

Крім того, згідно з побудованим прогнозом, передбачено менше значення, ніж у досліджуваному періоді (2022 р.), що суперечить потребі у збільшенні кадрового потенціалу в галузі охорони здоров'я. Це вказує на те, що модель не враховує всі потенційні фактори, що впливають на попит на ринку праці в галузі охорони здоров'я. До таких факторів належать галузеві та воєнні обставини, такі як зростання числа хворих, кількості лікарняних закладів, міграція медичних працівників та поступове зменшення населення в Україні.

Не зважаючи на це, недосконалий прогноз все ж може бути корисним для порівняння з оптимальним значенням обсягу робочих місць або, іншими словами, для порівняння з визначеною рівновагою між попитом і пропозицією на ринку праці в галузі охорони здоров'я з врахуванням воєнного фактору, використовуючи модифіковану класичну модель попиту і пропозиції розглянуту П.Даймондом, Д.Мортенсеном і К.Піссарідесом [33]. Такий підхід дозволить з'ясувати вплив різних факторів на ринок праці та знайти оптимальні рішення.

Переходячи до результатів пошуку оптимального рішення (максимального обсягу робочих місць) ми отримали, що точка рівноваги на ринку праці буде досягнута при $V_{OPT} = 31863$ і $U_{OPT} = 48507$, де V_{OPT} – оптимальний обсяг робочих місць, а U_{OPT} – оптимальна кількість безробітних.

Єдине питання яке залишилося не вирішеним це пошук рівня заробітної плати, за якої буде досягнута рівновага між попитом і пропозицією відповідно до класичної теорії рівноваги на ринку праці (див. Рис. 3.4).

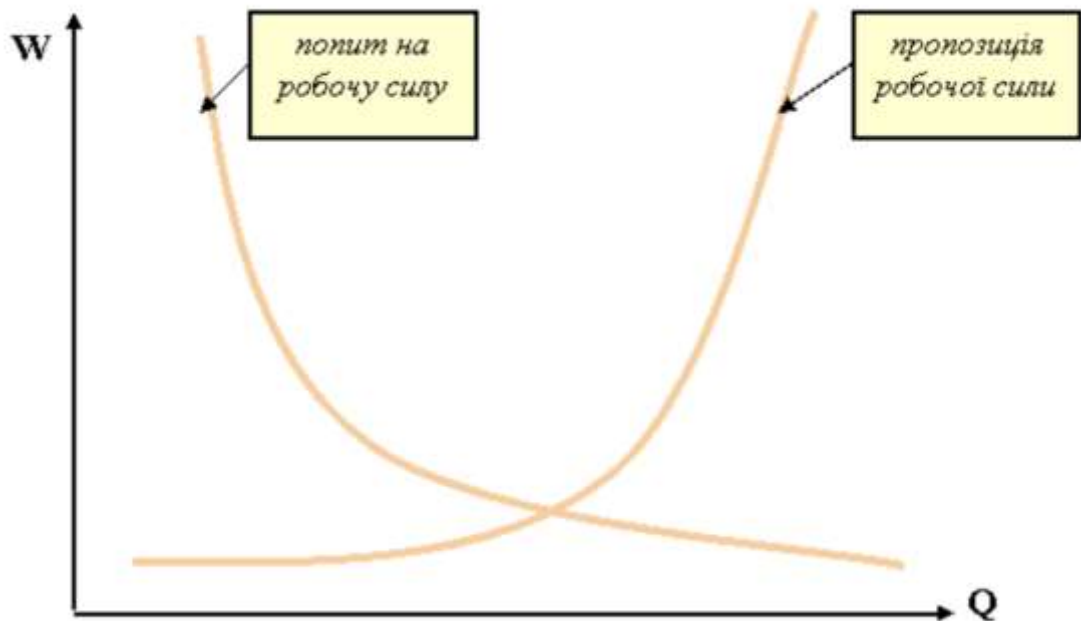


Рисунок 3.4 – Співвідношення попиту на робочу силу та її пропозиції згідно класичної теорії рівноваги на ринку праці

Джерело: [43]

Відповідно, модель Даймонда-Мортенсена-Піссарідеса (DMP) передбачає, що рівень заробітної плати визначається за такою формулою:

$$w = (1 - \beta) * f(U) + \beta * f(V) \quad (3.29)$$

де

w - ставка заробітної плати;

$\beta \in (0,1)$ - міра відносних переговорних здібностей працівника (визначення зарплати в процесі торгу між сторонами, що мають різну переговорну силу, за узагальненим правилом Неша [44]);

$f(U)$ - швидкість, з якою безробітні знаходять роботу в одиницю часу (попередньо, і надалі розглянуто як a);

$f(V)$ - швидкість заповнення вакансій в одиницю часу (попередньо, і надалі розглянуто як q).

Враховуючи знижений моральний рівень у всіх Українців на фоні війни та різноманітних (не заспокійливих наразі) новин, припустимо міру відносних переговорних здібностей працівника на середньому рівні $\beta_{ОРТ} = 0,5$. Маючи

відповідні розрахунки оптимальних значень (3.24-3.28) отримаємо наступне значення заробітної плати:

$$w_{OPT} = (1 - 0,5) * f(U) + 0,5 * f(V) \approx 40\ 185 \text{ грн.} \quad (3.30)$$

Відповідно, рівновага між заробітною платою та кількістю працівників на ринку праці в галузі охорони здоров'я буде встановлена в умовній точці $E = (40185, 31863)$, E – *equilibrium* (рівновага).

Рекомендації з удосконалення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я.

В умовах постійного розвитку і зростання важливості галузі охорони здоров'я, виникає потреба удосконалити обсяг робочих місць для забезпечення високоякісної медичної допомоги населенню України. Цей розділ дипломної роботи присвячений розробленню рекомендацій, спрямованих на покращення ситуації у галузі охорони здоров'я, зокрема щодо розширення обсягу робочих місць. Для досягнення цієї мети розглянемо ряд факторів, які потрібно врахувати та запропонуємо комплексні заходи з вирішення цього завдання.

1. Підвищення середньої заробітної плати працівника в галузі

Перший фактор, який потребує уваги, - це підвищення середньої заробітної плати медичних працівників. Виходячи з базових гарантій розміру мінімальної зарплати медиків на 2023 рік, які залежать від стажу та посади (від 13 500 до 20 000 гривень), порівняння з оптимальним значенням в 40 185 гривень показує необхідність підвищення заробітної плати. Рекомендації з цього питання включають реформування системи оплати праці, врахування міжнародних стандартів та забезпечення додаткових коштів для підвищення заробітної плати медичному персоналу.

Рекомендується залучити уряд, роботодавці та професійні спілки до переговорів з метою встановлення більш високих ставок оплати праці, що відповідають вимогам та вагомості роботи медичних працівників. Це сприятиме залученню та збереженню кваліфікованого персоналу, а також покращенню якості надання медичних послуг.

2. Зменшення кількості осіб, які мають статус безробітного

Рекомендується розвивати програми активного працевлаштування для безробітних, спрямовані на підготовку та перепідготовку фахівців у галузі охорони здоров'я. Такі програми можуть включати навчальні курси, стажування та підтримку при пошуку роботи (розглянуті більш детально надалі), що допоможе забезпечити стабільну робочу силу для галузі.

3. Розвиток навчання та підвищення кваліфікації медичних працівників

Ще одним важливим аспектом, який варто врахувати при розробленні рекомендацій щодо удосконалення обсягу робочих місць в галузі охорони здоров'я, є розвиток навчання та підвищення кваліфікації медичних працівників. Зміни у сфері медицини та впровадження нових технологій вимагають високого рівня знань та навичок у медичному персоналу.

Для досягнення цієї мети можна рекомендувати такі заходи:

- Розширення програм навчання і підвищення кваліфікації для медичних фахівців

Необхідно розробити програми, які враховуватимуть новітні медичні технології, передові методи діагностики та лікування, а також інноваційні підходи до організації медичної допомоги. Це допоможе підвищити компетентність медичних працівників та покращити якість надання медичних послуг.

- Забезпечення доступу до навчання та підвищення кваліфікації для всіх медичних працівників

Важливо забезпечити рівні можливості для всіх медичних фахівців незалежно від регіону проживання чи фінансового стану. Розробка онлайн-курсів, відкритих лекцій та семінарів може стати ефективним інструментом для навчання та підвищення кваліфікації на відстані.

- Співпраця зі світовими лідерами в галузі медицини

Установлення партнерських зв'язків та обмін досвідом з провідними світовими медичними центрами може сприяти підвищенню професійного рівня медичних працівників в Україні. Це дозволить впроваджувати передові практики та технології, що позитивно впливатимуть на рівень надання медичних послуг.

Розвиток навчання та підвищення кваліфікації медичних працівників є необхідним елементом для покращення системи охорони здоров'я. Це дозволить забезпечити наявність кваліфікованих кадрів та розвивати новітні медичні практики, що сприятиме підвищенню рівня медичної допомоги та задоволенню потреб населення.

4. Збільшення видатків зведеного бюджету України на галузь охорони здоров'я

Ще один важливий аспект, який варто розглянути, - це збільшення видатків зведеного бюджету України на галузь охорони здоров'я. Враховуючи відповідне дослідження [45], до нападу росії бюджетне фінансування сфери охорони здоров'я становило 3,3-4,2% ВВП але війна збільшила потреби в державних коштах у 2022 році. Прогнозується [46] бюджетне фінансування охорони здоров'я на рівні 3,6-3,7% ВВП у 2023-2025 роках.

На сьогоднішній день, рівень фінансування є недостатнім, оскільки він (окрім іншого) націлений на забезпечення заробітної плати медичному персоналу в межах до 20 тисяч гривень що не відповідає розрахованому оптимальному рівню. У зв'язку з цим, необхідно передивитися видатки та забезпечити достатній фінансовий ресурс для галузі охорони здоров'я, що дозволить збільшити обсяг робочих місць та забезпечити якісне надання медичних послуг.

Рекомендується також залучити додаткові кошти для розвитку і модернізації медичної інфраструктури, закупівлі сучасного медичного обладнання та підвищення якості надання медичних послуг. Це може бути досягнуто шляхом залучення іноземних інвестицій, публічно-приватного партнерства та раціоналізації видатків у секторі охорони здоров'я.

5. Залучення іноземних інвестицій у сферу охорони здоров'я

Також необхідно розглянути можливості залучення іноземних інвестицій у сферу охорони здоров'я. Іноземні фірми та капітал можуть стати джерелом розвитку галузі, сприяючи зростанню обсягу робочих місць, створенню нових медичних закладів та покращенню якості надання медичних послуг. Для цього важливо створити сприятливі умови для іноземних інвесторів, забезпечити їм

вигідні умови ведення бізнесу та стимулювати їхню активну участь у розвитку галузі охорони здоров'я.

І процес вже «пішов». Завдяки виявленому значному збільшенню обсягу інвестиційної діяльності в Україну з різних країн-партнерів у різних секторах економіки, можна припустити, що фінансування в цілому буде на достатньо високому рівні. На початку квітня 2023 року було оголошено про отримання Україною додаткових 1,25 мільярда доларів [47] від Світового банку та Агентства міжнародного розвитку США для забезпечення потреб у сфері охорони здоров'я, надзвичайних ситуацій та освіти. Проте, важливо зазначити, що це лише початок, і очікується ще більше залучення капіталу з-за кордону.

Отже, на підставі наданих фактів можна зробити висновок, що рівень іноземних (капітальних) інвестицій у галузь охорони здоров'я буде на достатньо високому рівні.

Це свідчить про зацікавленість іноземних інвесторів у розвитку галузі охорони здоров'я в Україні, що може сприяти покращенню якості медичних послуг, впровадженню новітніх технологій та розвитку медичної інфраструктури та стимулювати попит в робочій силі що особливо важливо під час воєнного стану.

Більш за того, рекомендується привертати більше іноземні (капітальні) інвестиції у галузь охорони здоров'я шляхом тісної співпраці з партнерами, що сприятиме модернізації медичного обладнання, впровадженню новітніх технологій та підвищенню якості медичних послуг.

б. Управління міграційними процесами

Нарешті, розглянемо управління міграційними процесами як один із факторів, що може вплинути на обсяг робочих місць у галузі охорони здоров'я.

На основі аналізу даних, наданих Державною Міграційною Службою України [48] та враховуючи результати відповідних опитувань [49] щодо бажання біженців повернутися додому ми бачимо що лише близько 55% виразили бажання повернутися.

Необхідно розглянути можливості привернення кваліфікованих медичних працівників з-за кордону, а також створення умов для залучення випускників

медичних університетів до роботи у вітчизняних закладах охорони здоров'я. Ефективне управління міграційними процесами дозволить поповнити кадровий потенціал галузі та забезпечити більше робочих місць для медичних фахівців.

Для забезпечення стабільного кадрового потенціалу в галузі охорони здоров'я, рекомендується розробити політику, спрямовану на залучення та збереження кваліфікованих медичних працівників. Це може включати створення сприятливих умов праці, розвиток професійного росту та надання стимулів для працевлаштування в галузі охорони здоров'я – все під час воєнного стану.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи було спрогнозовано тенденцій на вітчизняному ринку праці у галузі охорони здоров'я, використовуючи регресійну модель та знайдено оптимальне значення обсягу робочих місць в галузі за моделю пошуку і підбору відповідності, розроблену лауреатами Нобелівської премії з економіки 2010 року - П. Даймондом, Д. Мортенсенем і К. Піссарідесом, за допомогою методу градієнтного підйому.

На жаль, прогноз, отриманий за допомогою регресійної моделі, виявився неточним і не підходящим для даної задачі. Однак, застосування моделі пошуку і підбору відповідності показало кращі результати, що, зокрема, відповідають економічним умовам та реаліям галузі охорони здоров'я. Зокрема, ця модель сприяла збільшенню обсягу робочих місць, відповідно до необхідності в цьому, замість його зменшення, як показали результати регресійної моделі.

Дослідження також дозволило сформулювати ряд рекомендацій, спрямованих на підвищення обсягу робочих місць та оптимізацію галузі охорони здоров'я в цілому. Зокрема, ці рекомендації включають підвищення рівня заробітної плати, збільшення видатків на галузь, залучення додаткових інвестицій у сферу охорони здоров'я, контроль міграційних процесів та підвищення кадрового потенціалу.

Враховуючи отримані результати та розроблені рекомендації, можна зробити висновок про необхідність подальшого дослідження та розробки стратегій, спрямованих на підвищення стійкості та розвитку ринку праці у галузі охорони здоров'я низкою державних організацій.

ВИСНОВКИ

У ході дипломної роботи було успішно виконано всі поставлені завдання та отримано важливі висновки.

Був проведений економічний аналіз тенденцій вітчизняного ринку праці у галузі охорони здоров'я. Цей аналіз дозволив зрозуміти основні проблеми та виклики, що стоять перед цією галуззю, а також виявити ключові фактори, що впливають на її розвиток.

Наступним кроком була постановка задачі економіко-математичного моделювання тенденцій ринку праці у галузі охорони здоров'я. Вдалося модифікувати модель пошуку і підбору відповідності, розроблену лауреатами Нобелівської премії з економіки 2010 року, і побудувати дві економіко-математичні моделі з використанням програмного забезпечення моделювання MS Excel та Google Colab (Python).

Завдяки проведеному економіко-математичному та комп'ютерному моделюванню тенденцій ринку праці у галузі охорони здоров'я були отримані важливі результати. Розраховано параметри моделей, перевірено точність результатів моделювання та оцінено точність моделі. Виявилось, що застосована модель пошуку і підбору відповідності краще відповідає досліджуваним економічним умовам, враховуючи безпосередній фактор воєнної агресії спричиненої росією, оскільки сприяє збільшенню обсягу робочих місць у галузі охорони здоров'я, на відміну від результатів регресійної моделі.

Отримані результати дозволяють сформулювати базові рекомендації щодо поліпшення обсягу робочих місць у галузі охорони здоров'я. Рекомендується зосередитися на таких аспектах, як підвищення рівня заробітної плати, збільшення видатків на галузь, залучення інвестицій, контроль міграційних процесів та підвищення кадрового потенціалу.

Результати дослідження мають велике значення для практичного використання в управлінні та стратегічному плануванні розвитку галузі охорони здоров'я. Ці дані можуть бути використані для прийняття обґрунтованих рішень з

метою покращення ринку праці у цій галузі та підвищення якості надання медичних послуг населенню.

Автор впевнений, що подальші наукові дослідження в цій області допоможуть досягти більшої економічної ефективності та стабільності ринку праці, що в свою чергу сприятиме покращенню якості медичних послуг та забезпеченню доступу населення до якісної медичної допомоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. На шляху забезпечення стійких кадрів охорони здоров'я в Європейському регіоні ВООЗ : рамкова основа для дій. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ. 2022. URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/344075/67wd10r_HRH_Framework_170677.pdf?ua=1 (дата звернення: 30.05.2023).
2. Глобальна стратегія розвитку кадрових ресурсів охорони здоров'я: трудові ресурси 2030 р. Женева: Всесвітня організація охорони здоров'я. 2018. URL: http://www.who.int/hrh/resources/russian_global_strategyHRH.pdf?ua=1 (дата звернення: 30.05.2023).
3. Final report of the expert group to High-Level Commission on Health Employment and Economic Growth. Geneva: World Health Organization. 2016. URL: <http://www.who.int/hrh/com-heeg/reports/report-expert-group/en/> (дата звернення: 30.05.2023).
4. Лебединська Л.Д. Макроекономіка: Курс лекцій для студентів економічних спеціальностей ВНЗ. Чернігів: КП «Видавництво «Чернігівські обереги»», 2002.
5. Кацай К.І. Моделювання тенденцій вітчизняного ринку праці в галузі охорони здоров'я : курсова робота / за к.р. Мажари Г. А. Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, кафедра економічної кібернетики, 2022.
6. Про оплату праці : Закон України від 24.03.1995 р. № 108/95-ВР : станом на 1 квіт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/108/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 30.05.2023).
7. Поняття «ринок праці» та «заробітна плата». URL: https://stud.com.ua/13536/ekonomika/rinok_pratsi_zarobitnya_plata (дата звернення: 30.05.2023 р.).
8. Офіційний сайт Державної служби статистики України. Середня заробітна плата за видами економічної діяльності по місяцях. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/gdn/Zarp_ek_m/Zp_ek_m_u/arh_zpm_u.html (дата звернення: 30.05.2023 р.).

9. Мартин О.М. Конкуренція на ринку праці у перехідній економіці України. Науковий вісник. 2003. №13.1. С. 209–213. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurenciya-na-rinku-pratsi-u-perehidniy-ekonomitsi-ukrayini-1.pdf> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
10. Аналітична та статистична інформація. Державний центр зайнятості. URL: <https://www.dcz.gov.ua/analytics/69> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
11. Працевлаштування зареєстрованих безробітних за видами економічної діяльності. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/rp/sz_br/sz_br_u/arh_pnz_g_u.htm (дата звернення: 30.05.2023 р.).
12. Видатки Бюджету. Міністерство Фінансів України. URL: <https://mof.gov.ua/uk/financing-of-budget-expenditures> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
13. Бюджет-2023: Скільки отримає медицина у цьому році. ТОВ «МінфінМедіа». URL: <https://minfin.com.ua/ua/2023/01/22/99413567/#> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
14. Про Державний бюджет України на 2023 рік : Закон України від 03.11.2022 р. № 2710-IX : станом на 15 квіт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2710-20#Text> (дата звернення: 30.05.2023).
15. Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення : Закон України від 19.10.2017 р. № 2168-VIII : станом на 1 січ. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2168-19#Text> (дата звернення: 30.05.2023).
16. Бюджет-2023. Кабінет Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/biudzheth-2023-na-finansuvannia-okhorony-zdorovia-peredbacheno-207-mlrd-hryven> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
17. Проект Закону України від 07.08.2018 № 9015, «Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року». URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH6YF00A> (дата звернення: 30.05.2023).
18. Капітальні інвестиції за видами економічної діяльності. Головне управління статистики у Києві. URL: <http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1118&lang=1> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

19. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
20. Дайджест змін в охороні здоров'я. Міністерство Охорони Здоров'я України. URL: https://moz.gov.ua/uploads/2/14312-moz_digest_17_2019_1.pdf (дата звернення: 30.05.2023 р.).
21. World Health Organization. Health employment and economic growth: an evidence base. World Health Organization. 2017. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326411> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
22. Коронавірус в Україні. ТОВ «МінфінМедіа». URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/coronavirus/ukraine/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
23. Ukraine Life Expectancy 1950-2023. Macrotrends LLC. URL: <https://www.macrotrends.net/countries/UKR/ukraine/life-expectancy> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
24. Потапенко В., Головка А., Валецький О. Вплив міграції на соціально-економічну ситуацію в Україні : аналіт. доп. Київ : НІСД, 2023. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2023.01> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
25. В яких країнах Європи найбільше українських біженців. Аналітичний Портал «Слово і Діло». URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/yakux-krayinax-yevropy-najbilshe-ukrayinskyx-bizhencziv> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
26. Ukraine Refugee Situation. Refugees Operational Data Portal by UNHCR. URL: <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
27. Healthcare at War: The Impact of Russia's full-scale Invasion on the Healthcare in Ukraine. Agency for Legislative Initiatives. 2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1dZQHg_aSdY9xlOiJwz6nM_G3fWSny3Ol/view (дата звернення: 30.05.2023 р.).
28. eyeWitness to Atrocities (eyeWitness), Insecurity Insight, the Media Initiative for Human Rights (MIHR), Physicians for Human Rights (PHR), Ukrainian Healthcare Center (UHC). Destruction and Devastation: One Year of Russia's Assault on Ukraine's Health Care System. 2023. URL:

https://drive.google.com/file/d/1kj6oRRfj8Al_oNuhiHjdeAT6PQ5sVHw4/view?usp=sharing (дата звернення: 30.05.2023 р.).

29. Біженці з України: хто вони, скільки їх та як їх повернути? Центр Економічної стратегії. URL: <https://ces.org.ua/who-are-ukrainian-refugee-research/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

30. Вплив українських мігрантів на економіки країн-реципієнтів. НБУ. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/popri-potochni-vikliki-vpliv-vimushenoyi-migratsiyi-z-ukrayini-na-ekonomiki-krayin-retsipiyentiv-u-perspektivi-bude-pozitivnim--doslidjennya-nbu> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

31. Net migration – Ukraine. The World Bank Group. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SM.POP.NETM?locations=UA> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

32. Charted: The Ukraine War Civilian Death Toll. Visual Capitalist. URL: <https://www.visualcapitalist.com/ukraine-war-civilian-death-toll/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

33. Лауреатами Нобелівської премії з економіки 2010 р. стали П.Даймонд, Д.Мортенсен і К.Піссарідес. РБК-Україна. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/laureatami-nobelevskoy-premii-po-ekonomike-2010-g-stali-11102010140900> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

34. Davis, S. J. Comments and Discussion on «Job Search, Emotional Well-Being, and Job Finding in a Period of Mass Unemployment: Evidence from High-Frequency Longitudinal Data» by Alan B. Krueger and Andreas Mueller. Brookings Papers on Economic Activity. 2011.

35. Alan B. Krueger, Andreas Mueller. Job Search, Emotional Well-Being, and Job Finding in a Period of Mass Unemployment: Evidence from High-Frequency Longitudinal Data. Brookings Papers on Economic Activity. 2011. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2011/03/2011a_bpea_krueger.pdf (дата звернення: 30.05.2023 р.).

36. Ситуація на ринку праці та діяльність Державної служби зайнятості у Січні-Вересні 2022 року. Державна Служба Зайнятості. URL:

https://www.dcz.gov.ua/sites/default/files/infocfiles/09_sytuaciya_na_rp_ta_diyalnist_dsz_2_022_.pdf (дата звернення: 30.05.2023 р.).

37. Постійне населення України станом на травень становить 29 млн осіб. Український інститут майбутнього. URL: <https://gordonua.com/ukr/news/war/postijne-naseleennja-ukrajini-stanom-na-traven-standovit-29-mln-osib-ndash-ukrajinskij-institut-majbutnogo-1667153.html> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

38. Антонова Л. В., Ляховець О. О. Економетрика : навчальний посібник. Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили. 2011.

39. Значення статистик Дарбіна – Уотсона. URL: <https://economics.studio/ekonometrika/prilojenie-tablitsa-kriteriya-darbina-uotsona-81074.html> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

40. Гур'янова Л. С., Клебанова Т. С., Сергієнко О. А., Прокопович С. В. Економетрика : навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Економічна кібернетика» всіх форм навчання. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015.

41. Таблиця значень F-критерію Фішера за рівня значущості. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B9_%D0%A4%D1%96%D1%88%D0%B5%D1%80%D0%B0 (дата звернення: 30.05.2023 р.).

42. Покров В.В. Моделі і методи нелінійного прогнозування розвитку підприємства : дипломна робота / за к.р. Ємець Є. М. Полтава: Полтавський університет економіки і торгівлі, кафедра економічної кібернетики, бізнес-економіки та інформаційних систем, 2021.

43. Фединець Н.І., Миронов Ю.Б., Гонська М.Р. Соціологія ринку : навчальний посібник. Львів : Видавництво ЛКА, 2011.

44. Барановська Л. В. Теорія ігор: Курс лекцій : навчальний посібник. Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2022.

45. Війна і державні фінанси. Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/11/3/693382/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

46. Валовий внутрішній продукт (ВВП) в Україні. ТОВ «МінфінМедіа». URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).

47. Отримання Україною ще 1,25 млрд доларів на потреби у сфері охорони здоров'я через Світовий банк. Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/04/29/699603/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
48. Офіційний сайт Державної Міграційної Служби України. URL: <https://dmsu.gov.ua/diyalnist/statistichni-dani.html> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
49. Результати щоквартального опитування Європейської Бізнес Асоціації серед представників малого та середнього бізнесу – учасників проєкту Unlimit Ukraine. Європейська Бізнес Асоціація. URL: <https://eba.com.ua/msb-prodovzhuyut-vyplachuvaty-zarplaty-ta-pidtrymuvaty-zsu-popry-zrostannya-finansovyh-vtrat/> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
50. Потапенко В., Головка А., Валевський О.. Вплив міграції на соціально-економічну ситуацію в Україні : аналітична доповідь. Київ: НІСД, 2023. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2023.01> (дата звернення: 30.05.2023 р.).
51. Воронцова О. Проблеми формування попиту на працю в умовах нестабільного розвитку економіки. Бізнес Інформ. 2014. № 2. С. 228–232.
52. Грішнова О. А. Трудовий потенціал України: оцінка стану, ефективність використання, стратегічні напрями розвитку : монографія. Черкаси : Маклаут. 2011. 358 с.
53. Євсеєнко О. Деякі аспекти статистичного аналізу зайнятості та безробіття на ринку праці України. Економіст. 2005. № 9. С. 37–39.
54. Фединець Н.І., Миронов Ю.Б., Гонська М.Р. Соціологія ринку : навчальний посібник. Львів. Видавництво ЛКА. 2011. 226 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Значення вихідних даних за 2007-2022 роки (Частина 1)

Дата	Обсяг робочих місць (Кількість вакансій, тис. одиниць)	Середня заробітна плата за видами економічної діяльності, у грн.	Кількість осіб, які мали статус безробітного, осіб	Видатки зведеного бюджету України, млн. грн.	Іноземні (Капітальні) інвестиції у сфері охорони здоров'я, млн. грн;	Старіння населення (частка 60+), %
2007	2,03	1 140	8 215	26 715	6372,48	20,3
2008	3,14	1 441	14 452	33 551	8289,05	20,4
2009	3,86	1 555	15 005	36 558	1660,57	20,7
2010	6,60	1 975	15 504	44 765	1920,1	20,9
2011	4,60	2 121	16 302	48 961,62	2113,2	21,2
2012	3,40	2 594	17 000	58 453,93	2707,2	21,2
2013	2,70	2 706	18 100	61 568,77	1746,2	21,6
2014	2,10	2 764	19 300	57 150,10	1223,9	21,8
2015	3,20	4 008	22 500	71 001,10	2367,2	22,1
2016	4,50	4 620	28 700	75 408,50	4479	22,5
2017	4,70	6 163	42 100	102 391,60	6708,3	22,9
2018	5,90	7 340	38 500	115 847,80	8138,8	23,4
2019	6,30	8 505	35 600	128 377,80	9484,6	23,9
2020	6,20	12 833	35 600	175 791,20	14835,6	24,4
2021	8,40	15 147	46 500	203 610,40	21779,2	24,8
2022	9,00	13 245	46 300	215 275,90	32194	24,7

Таблиця А.2 – Значення вихідних даних за 2007-2022 роки (Частина 2)

Дата	Склад хворих в стаціонарі (виписано + померло), людей	Кількість лікарняних закладів, тис.	Сальдо міграції, осіб	Загальна кількість медичних працівників, зайнятих у національній системі охорони здоров'я України, людей	Чисельність населення України, тис. осіб
2007	10 365 839	2,8	11518	589000	46646
2008	10 327 872	2,9	16490	597000	46372,7
2009	10 171 565	2,8	18178	605000	46143,7
2010	10 381 343	2,8	8366	613000	45962,9
2011	10 221 234	2,5	13301	621000	45778,5
2012	10 086 095	2,4	68840	629000	45633,6
2013	10 091 790	2,2	34043	637000	45553
2014	8 511 849	1,8	-65667	645000	45426,2
2015	8 563 908	1,8	-21937	653000	42928,9
2016	8 531 654	1,7	-54333	661000	42760,5
2017	8 266 759	1,7	-50447	669000	42584,5
2018	8 114 530	1,7	-33273	677000	42386,4
2019	7 877 641	1,6	-7812	685000	42153,2
2020	5 430 245	1,6	-2173	693000	41902,4
2021	5 908 541	1,2	831	605334	41588,4
2022	5 709 428	1,1	-6673580	522580	41167,3

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Розрахункові значення моделі (Частина 1)

X1-X1*	X2-X2*	X3-X3*	X4-X4*	X5-X5*
-4 369,807	-18 014,875	-64 249,233	-1 503,733	-1,987
-4 068,807	-11 777,875	-57 413,233	412,837	-1,909
-3 954,807	-11 224,875	-54 406,233	-6 215,643	-1,612
-3 534,807	-10 725,875	-46 199,233	-5 956,113	-1,399
-3 388,807	-9 927,875	-42 002,611	-5 763,013	-1,099
-2 915,807	-9 229,875	-32 510,302	-5 169,013	-1,099
-2 803,807	-8 129,875	-29 395,462	-6 130,013	-0,699
-2 745,807	-6 929,875	-33 814,133	-6 652,313	-0,499
-1 501,807	-3 729,875	-19 963,133	-5 509,013	-0,199
-889,807	2 470,125	-15 555,733	-3 397,213	0,201
653,193	15 870,125	11 427,367	-1 167,913	0,601
1 830,343	12 270,125	24 883,567	262,588	1,101
2 995,243	9 370,125	37 413,567	1 608,388	1,601
7 323,293	9 370,125	84 826,967	6 959,388	2,101
9 636,873	20 270,125	112 646,167	13 902,988	2,501
7 735,123	20 070,125	124 311,667	24 317,788	2,401

Таблиця Б.2 – Розрахункові значення моделі (Частина 2)

Z1=	Z2=	Z3=	Z4=	Z5=
1	1	1	9	1
2	2	2	12	2
3	3	3	2	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	7	7	5
7	7	8	3	7
8	8	6	1	8
9	9	9	6	9
10	10	10	8	10
11	13	11	10	11
12	12	12	11	12
13	11	13	13	13
14	11	14	14	14
16	15	15	15	16
15	14	16	16	15

ДОДАТОК В

Програмна реалізація економіко-математичної моделі

```

import numpy as np

def objective_function(U, V, nhvost, uhvost):
    return 118.676 * (U**nhvost) * (V**uhvost) * ((1/U) + (1/V))

def gradient(U, V, nhvost, uhvost):
    dF_dU = 118.676 * (nhvost * U**(nhvost - 1) * V**uhvost * (1/V - 1/U))
    dF_dV = 118.676 * (uhvost * U**nhvost * V**(uhvost - 1) * (1/U - 1/V))
    dF_dnhvost = 118.676 * (U**nhvost) * (V**uhvost) * (np.log(U) * U**nhvost * V**uhvost
    * ((1/U) + (1/V)) + (V**uhvost) * ((1/U) + (1/V)))
    dF_duhvost = 118.676 * (U**nhvost) * (V**uhvost) * (np.log(V) * U**nhvost * V**uhvost
    * ((1/U) + (1/V)) + (U**nhvost) * ((1/U) + (1/V)))
    return np.array([dF_dU, dF_dV, dF_dnhvost, dF_duhvost])
    #return np.array([dF_dU, dF_dV])

def constraint1(U, V, nhvost, uhvost):
    return V - 9000
    #return 9000 - V

def constraint2(U, V, nhvost, uhvost):
    #return 46500 - U
    return 91500 - U
    #return U - 46500

def constraint3(U, V, nhvost, uhvost):
    return 1 - nhvost

def constraint4(U, V, nhvost, uhvost):
    return nhvost - 0

def constraint5(U, V, nhvost, uhvost):
    return 1 - uhvost

def constraint6(U, V, nhvost, uhvost):
    return uhvost - 0

#def constraint7(U, V, nhvost, uhvost):
#    return U - 0

#def constraint8(U, V, nhvost, uhvost):
#    return V - 0

U0 = 44000#44000 # начальное значение U
V0 = 10000 # начальное значение V
nhvost0 = 0.1 # начальное значение nhvost
uhvost0 = 0.1 # начальное значение uhvost
learning_rate = 0.01
num_iterations = 10000
threshold = 0.0001

#def gradient_ascent_with_constraints(U, V, nhvost, uhvost, learning_rate,
num_iterations):
def gradient_ascent_with_constraints(U0, V0, nhvost0, uhvost0, learning_rate,
num_iterations):
    #U = U0
    current_U = U0

```

```

#V = V0
current_V = V0
#nhvost = nhvost0
current_nhvost = nhvost0
#uhvost = uhvost0
current_uhvost = uhvost0

prev_max_value = float('-inf') #minus beskonechnost'

for i in range(num_iterations):
    #grad = gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    grad = gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)

    #if constraint1(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    #if constraint2(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    #if constraint3(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    #if constraint4(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    #if constraint5(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)
    #if constraint6(U, V, nhvost, uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(U, V, nhvost, uhvost)

    if constraint1(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    if constraint2(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    if constraint3(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    if constraint4(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    if constraint5(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    if constraint6(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
        grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    #if constraint7(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    #if constraint8(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost) > 0:
    # grad = grad + gradient(current_U, current_V, current_nhvost, current_uhvost)
    #U = U + learning_rate * grad[0]
    #V = V + learning_rate * grad[1]
    #nhvost = nhvost + learning_rate * grad[2]
    #uhvost = uhvost + learning_rate * grad[3]

    current_U = current_U + learning_rate * grad[0]
    #new_U = current_U + learning_rate * grad[0]
    current_V = current_V + learning_rate * grad[1]
    #new_V = current_V + learning_rate * grad[1]
    current_nhvost = current_nhvost + learning_rate * grad[2]
    #new_nhvost = current_nhvost + learning_rate * grad[2]
    current_uhvost = current_uhvost + learning_rate * grad[3]
    #new_uhvost = current_uhvost + learning_rate * grad[3]

    #if constraint1(new_U, new_V, new_nhvost, new_uhvost) <= 0:
    # current_U = new_U
    #if constraint2(new_U, new_V, new_nhvost, new_uhvost) <= 0:
    # current_V = new_V
    #if constraint3(new_U, new_V, new_nhvost, new_uhvost) <= 0:
    # current_nhvost = new_nhvost

```

```

# if constraint4(new_U, new_V, new_nhvest, new_uhvest) <= 0:
#   current_nhvest = new_nhvest
# if constraint5(new_U, new_V, new_nhvest, new_uhvest) <= 0:
#   current_uhvest = new_uhvest
# if constraint6(new_U, new_V, new_nhvest, new_uhvest) <= 0:
#   current_uhvest = new_uhvest

# max_value = objective_function(U, V, nhvest, uhvest)
max_value = objective_function(current_U, current_V, current_nhvest, current_uhvest)
# max_value = objective_function(new_U, new_V, new_nhvest, new_uhvest)

if max_value - prev_max_value < threshold:
    break
else:
    prev_max_value = max_value

# Обновление значений gamma, nhvest и uhvest в зависимости от ограничений
# gamma = max(0, gamma)
# nhvest = max(0, min(1, nhvest))
current_nhvest = max(0, min(1, current_nhvest))
# uhvest = max(0, min(1, uhvest))
current_uhvest = max(0, min(1, current_uhvest))
current_U = max(0, min(91500, current_U))
# current_V = max(9000, current_V)

# return U, V, nhvest, uhvest
return current_U, current_V, current_nhvest, current_uhvest
# return new_U, new_V, new_nhvest, new_uhvest

# Оптимизация с помощью градиентного подъема с учетом ограничений
optimal_U, optimal_V, optimal_nhvest, optimal_uhvest =
gradient_ascent_with_constraints(U0, V0, nhvest0, uhvest0, learning_rate,
num_iterations)
# optimal_U, optimal_V, optimal_nhvest, optimal_uhvest =
gradient_ascent_with_constraints(U, V, nhvest, uhvest, learning_rate, num_iterations)
max_value = objective_function(optimal_U, optimal_V, optimal_nhvest, optimal_uhvest)

print("Оптимальное значение U:", optimal_U)
print("Оптимальное значение V:", optimal_V)
# print("Оптимальное значение gamma:", optimal_gamma)
print("Оптимальное значение nhvest:", optimal_nhvest)
print("Оптимальное значение uhvest:", optimal_uhvest)
print("Максимальное значение:", max_value)

```