

**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 2024 р.

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

на тему: «Моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану»

Виконав

студент IV курсу, групи УК–01

Косенко Тарас Олексійович

Керівник:

доцент кафедри економічної кібернетики, д. ф. м. н., доц.

Рисцов Ігор Костянтинович

Рецензент:

професор кафедри міжнародної економіки, д. т. н., проф.

Гавриш Олег Анатолійович

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 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Косенко Тараса Олексійовича

1. Тема роботи: ««Моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану»

керівник роботи Рисцов Ігор Костянтинівич, д. ф. м. н., доцент
затверджені наказом по університету від 30.05.2024 р. № 2222–с

2. Термін подання студентом роботи: 05.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: наукова та навчально-методична література, законодавчі й нормативні акти України, які регламентують особливості діяльності ринку праці, статистична інформація про динаміку ринку праці України.

4. Зміст пояснювальної записки:

а) теоретична частина:

- розкрити сутність та структуру ринку праці;
- проаналізувати вплив кризових ситуацій на ринок праці;
- дослідити теоретичні моделі аналізу ринку праці в умовах кризи.

б) аналітична частина:

- надати характеристику ринку праці України, дослідити зміни, що відбулися на ринку праці в умовах воєнного стану;
- побудувати економіко-математичну модель для аналізу тенденцій ринку праці;
- здійснити моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану.

в) рекомендаційна частина:

- проаналізувати результати моделювання та розробити рекомендації щодо стабілізації ринку праці;
- здійснити прогностичне моделювання очікуваних змін на ринку праці.

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Динаміка чисельності населення України за 1992-2023 роки.
2. Динаміка рівня народжуваності в Україні та країнах Європи.
3. Вікова структура населення України та інших країн.
4. Порівняння рівня зайнятості та безробіття в Україні та країнах ЄС.
5. Динаміка попиту та пропозиції робочої сили в Україні.
6. Рівень середньої заробітної плати в Україні та країнах ЄС.
7. Прогнозовані зміни рівня зайнятості населення України.
8. Рекомендації щодо стабілізації ринку праці.

6. Дата видачі завдання:

«06» лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір необхідної інформації теоретичного, методичного та практичного змісту, вивчення та аналіз літературних джерел щодо моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану	07.02.2024 – 19.02.2024	
2.	Розгляд теоретико-методичних засад дослідження ринку праці в умовах воєнного стану	20.02.2024 – 18.03.2024	
3.	Аналіз змін, що відбулися на ринку праці України в умовах воєнного стану	19.03.2024 – 25.03.2024	
4.	Збір даних для моделювання тенденцій ринку праці України в умовах воєнного стану	26.03.2024 – 03.04.2024	
5.	Побудова економіко-математичної моделі для аналізу тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану	04.04.2024 – 22.04.2024	
6.	Моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану	23.04.2024 – 30.04.2024	
7.	Аналіз результатів моделювання та розроблення рекомендацій щодо стабілізації ринку праці	01.05.2024 – 12.05.2024	
8.	Прогнозування очікуваних змін на ринку праці	13.05.2024 – 24.05.2024	
9.	Оформлення дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти	25.05.2024 – 01.06.2024	

Студент

_____ Тарас КОСЕНКО

(підпис)

Керівник дипломної роботи

_____ Ігор РИСЦОВ

(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану» містить 76 сторінку, 8 таблиць, 23 рисунки. Перелік посилань нараховує 44 найменування.

Метою роботи є моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану, а також розробка рекомендацій для зниження негативних наслідків та забезпечення стабільного розвитку ринку праці в Україні.

Об'єктом дипломної роботи є ринок праці України.

Предмет дослідження: теоретичні засади та моделювання розвитку ринку праці в умовах воєнного стану в Україні.

Методи дослідження. У процесі виконання дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти застосовувалася сукупність загальних та специфічних методів аналізу. У процесі дослідження сучасних поглядів на ринок праці застосовувалися: метод логічних узагальнень, абстрактно–логічний метод, причинно–наслідкового аналізу. Для отримання аналітичної інформації були використані дані статистичної звітності. Для вибору і побудови моделі аналізу тенденцій ринку праці - методи часових рядів, метод векторної авторегресії та метод декомпозиції.

Результати роботи. За результатами проведеного аналізу та дослідження було розроблено рекомендації щодо стабілізації ринку праці. На основі моделювання визначено основні фактори, що впливають на рівень зайнятості населення. Економічний ефект від впровадження запропонованих заходів полягає у стабілізації ринку праці та зниженні рівня безробіття. Результатом проведеного дослідження є комплекс моделей для прогнозування рівня зайнятості та плинності кадрів.

Ключові слова: ринок праці, воєнний стан, зайнятість, безробіття, моделювання, прогнозування, економічна стабільність.

ABSTRACT

Thesis of the first (bachelor's) level of higher education on «Modeling labor market trends under martial law» contains 76 pages, 8 tables, 5 figures, the list of links contains 32 items.

The purpose of the work is to model labor market trends under martial law, as well as to develop recommendations to reduce the negative effects and ensure the stable development of the labor market in Ukraine.

The object of the work is the labor market of Ukraine.

Research methods. In the process of research, general scientific methods of analysis and synthesis, a systematic approach, methods of mathematical modeling, economic and statistical methods for data analysis, as well as forecasting methods are used.

Results of work. A mathematical model for the analysis and forecasting of labor market trends under martial law has been developed and implemented. The practical significance lies in the possibility of applying the research results to develop effective measures to support the labor market, reduce unemployment and ensure socio-economic stability.

Recommendations for the use of work results. The results of the work and the recommendations provided can be used to develop effective measures to support the labor market, reduce unemployment and ensure socio-economic stability.

Keywords: labor market, martial law, employment, unemployment, modeling, forecasting, economic stability.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	11
1.1 Поняття та структура ринку праці.....	11
1.2 Вплив кризових ситуацій на ринок праці	17
1.3 Теоретичні моделі аналізу ринку праці в умовах кризи	24
Висновки до першого розділу.....	30
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	32
2.1 Постановка задачі моделювання тенденцій ринку праці.....	32
2.2 Формалізація моделі ринку праці в умовах воєнного стану	44
2.3 Використання математичної моделі для аналізу та прогнозування	48
Висновки до другого розділу	56
3 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ	57
3.1 Аналіз результатів моделювання ринку праці України на базі одномірних часових рядів	57
3.2 Аналіз результатів багатофакторного моделювання динаміки ринку праці України	64
Висновки до третього розділу.....	75
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

ВСТУП

Актуальність теми. Ринок праці є однією з найважливіших складових економічної системи будь-якої країни, оскільки він визначає рівень зайнятості населення, обсяг та структуру доходів, а також впливає на соціально-економічний розвиток. В умовах воєнного стану ситуація на ринку праці зазнає значних змін, що обумовлює необхідність глибокого аналізу та моделювання цих процесів. Воєнні дії, масова міграція, руйнування інфраструктури та інші фактори призводять до зміни структури зайнятості, рівня безробіття та умов праці, що, в свою чергу, впливає на добробут населення та економічну стабільність країни.

Воєнний стан підштовхує економіку до нових викликів, що мають масштабний вплив на структуру та функціонування ринку праці.

Воєнні дії спричиняють непрямий і прямий вплив на економіку. Прямий вплив включає руйнування виробничих потужностей, інфраструктури, що знижує можливості для зайнятості та сприяє збільшенню рівня безробіття. Непрямий вплив проявляється у втраті інвестиційної привабливості країни, зниженні зовнішньоекономічних зв'язків, що також негативно впливає на ринок праці.

Масова міграція населення стає ще однією важливою проблемою в умовах воєнного стану. Міграція працездатного населення веде до дефіциту робочої сили в критично важливих галузях, змінюючи баланс попиту та пропозиції на ринку праці. Це змушує підприємства шукати альтернативні шляхи задоволення своїх кадрових потреб, такі як залучення біженців або автоматизація виробництва.

Руйнування інфраструктури ускладнює логістику, дистрибуцію товарів і послуг, а також побутове життя населення. Це призводить до зниження продуктивності праці та можливостей для підтримання сталого бізнес-середовища. Компанії змушені переглядати свої стратегії, скорочувати або переорієнтовувати виробництво, що також спричиняє коливання на ринку праці.

Зміна умов праці в умовах воєнного стану є значною. Безпека стає пріоритетним аспектом, організації змушені вкладати значні кошти в забезпечення захисту для своїх співробітників. Крім того, психологічний тиск та стрес можуть суттєво впливати на працездатність і продуктивність, що вимагає від роботодавців впровадження додаткових заходів підтримки своїх команд.

Враховуючи зазначені виклики, аналіз та моделювання ринку праці в умовах воєнного стану стають ключовими для розуміння динаміки ринку, розробки політик зайнятості та підготовки ефективних стратегій мінімізації негативних наслідків для економіки країни.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану, а також розробка рекомендацій для зниження негативних наслідків та забезпечення стабільного розвитку ринку праці в Україні. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести теоретичний аналіз впливу кризових ситуацій на ринок праці;
- дослідити зміни, що відбулися на ринку праці України в умовах воєнного стану;
- розробити математичну модель для аналізу та прогнозування тенденцій ринку праці;
- оцінити можливості використання отриманих результатів для розробки рекомендацій щодо підтримки ринку праці.

Об'єкт дослідження: ринок праці України. Це комплексне явище, що включає в себе взаємодію працевлаштування, зайнятості та безробіття, яке відбувається в рамках національної економіки. Ринок праці характеризується попитом та пропозицією на робочу силу, рівнем заробітної плати, умовами праці, а також соціальними та економічними наслідками, які випливають із стану зайнятості населення.

Предмет дослідження: теоретичні засади та моделювання розвитку ринку праці в умовах воєнного стану в Україні. Це включає аналіз впливу воєнних дій на зайнятість і безробіття, зміни в структурі зайнятості за секторами і регіонами,

взаємодію між внутрішньою та зовнішньою міграцією працівників, та реакцію державних і приватних структур на кризові явища на ринку праці. Також предметом дослідження є аналіз політик і стратегій, реалізованих урядом та соціальними партнерами для стабілізації та підтримки ринку праці, адаптації до нових умов економічного і соціального життя країни.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовуються загальнонаукові методи аналізу та синтезу, системний підхід, методи математичного моделювання, економіко-статистичні методи для аналізу даних, а також методи прогнозування.

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі розглянуто теоретичні аспекти дослідження ринку праці в умовах кризових ситуацій. У другому розділі представлено моделювання тенденцій ринку праці в умовах воєнного стану. Третій розділ присвячено аналізу та прогнозуванню тенденцій ринку праці в Україні під час воєнного стану та розробці рекомендацій для його стабілізації.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

1.1 Поняття та структура ринку праці

Ринок визначає процес обміну, суть якого полягає у взаємодії потенційних продавців і покупців, що призводить до формування загального рівня попиту і пропозиції та фіксації рівня цін. З визначення ринку випливає, що цей термін використовується для опису співвідношення між попитом і пропозицією. Отже, для ідентифікації ринку необхідно визначити його механізм, функції та види. Ринковий механізм — це процес регулювання попиту та пропозиції на ринках усіх типів ресурсів, що, як наслідок, призводить до задоволення потреб[12]. Ефективно діючий ринковий механізм перевіряє корисність ресурсів і кінцевих товарів і забезпечує суспільне визнання витрат на їх виробництво, виражених у грошах. Ринок праці визначається як один із ринків, які функціонують в економіці поряд з іншими ринками, напр. ринок товарів, ринок послуг, ринок капіталу, ринок нерухомості тощо. Як і на інших ринках, ринок праці також включає покупців і продавців, якими вони обмінюються та встановлюють ціни та розмір угоди, у цьому випадку це про купівлю-продаж роботи. Покупцями на ринку праці є роботодавці, а продавцями – наймані працівники. Саме працівники пропонують на ринку праці свої трудові послуги, інакше кажучи, послуги робочої сили, на які запитують роботодавці. Можна сказати, що роботодавці повідомляють про попит на робочу силу (вони пропонують роботу), а наймані працівники вирішують про пропозицію робочої сили. У результаті протистояння попиту на працю та її пропозиції визначається її ціна, тобто в даному випадку заробітна плата [22]

Ринок праці загалом визначається як сукупність залежних від інституції форм і процесів найму працівників, а також умов переговорів щодо умов праці та оплати праці. Основною функцією ринку праці є розподіл і перерозподіл людських ресурсів, які пропонують роботу, і забезпечення довгострокового балансу між попитом і пропозицією робочої сили. У ширшому контексті ринок праці визначається як усі питання, пов'язані з формуванням пропозиції праці та

попиту на неї. На ринку праці існують операції купівлі роботи, тобто залучення працівників, і операції продажу роботи, тобто повідомлення про готовність взяти її за певну зарплату. Ринок — це синтетична концепція, яка визначає процес, за допомогою якого рішення працівників про те, скільки і на кого працювати, взаємно погоджуються шляхом відповідного коригування цін[13]. Ринок праці як місце, де відбуваються операції обміну трудовими послугами між працівниками та роботодавцями, а також визначаються розміри цих операцій та їх умови, особливо ціна цих послуг, тобто заробітна плата [11] . З іншого боку, ресурси робочої сили - це особи, які виконують або бажають виконувати оплачувану роботу і здатні її виконувати. Отже, ринок праці належить до ринків факторів виробництва, включаючи також такі традиційні ринки, як ринок землі, реального капіталу чи грошового капіталу. Незважаючи на те, що ринок праці має низку спільних рис з іншими ринками факторів виробництва, варто підкреслити його специфіку, яка зумовлена головним чином специфікою робочої сили як фактора виробництва. Характерною рисою обміну на ринку праці є те, що він має форму інституціоналізованого договору між роботодавцем і найманим працівником, у якому визначаються найважливіші умови та елементи надання найманим працівником трудових послуг.

У рамках цієї специфіки створюються нові наукові піддисципліни, такі як управління інтелектуальним капіталом. Загалом слід визнати, що поняття ринку праці є аналітичною категорією, корисною для розуміння його основних елементів і функціонування як єдиного цілого в рамках національної економіки. З іншого боку, набагато частіше в літературі з цього питання під поняттям ринок праці розуміють специфічні (часткові) ринки, які виділяються на основі різних критеріїв. Тому можна говорити про різні види ринків праці. В економічній реальності можна виділити багато типів ринків праці, що пов'язано з існуванням різноманітних вимірів, аспектів та критеріїв для аналізу цих ринків (у таблиці 1.1). У літературі з цього питання найбільш важливими є два виміри аналізу ринків праці, а саме просторовий вимір та кваліфікаційний і професійний вимір.

Таблиця 1.1 – Тип ринку праці

Критерій класифікації	Тип ринку праці
Географічний обсяг	Місцевий, регіональний, національний та міжнародний ринок.
Ситуація на ринку	Ринок продавця - довгострокова перевага попиту над пропозицією, Ринок покупця - довгострокова перевага пропозиції над попитом.
Ступінь однорідності	Однорідний ринок, наприклад, ринок ІКТ, Неоднорідний ринок - високий ступінь сегментації.
Кваліфікаційний (компетентний) вимір	Ринок невідповідності попиту, Ринок невідповідності пропозиції.
Ступінь вирівнювання цін	Ідеальний ринок - відповідає 3 принципам: прозорість і раціональність купівлі-продажу праці та однорідність товарів, Невідповідний ринок, тобто ринок, який не відповідає всім правилам ідеального ринку.
Ступінь державного втручання	Ринок вільної конкуренції, змішаний ринок, Повний ринок втручання.
Вимір спеціалізації	Детальний поділ на ринки праці, пов'язані з певною галуззю, наприклад, ринок праці бухгалтерів, ІТ-спеціалістів.

Джерело: власне дослідження на основі: [12]

Різні критерії поділу ринку праці визначаються внаслідок різноманітних змін і трансформацій, які є наслідком змін процесів, явищ і залежностей, що відбуваються на сучасних ринках, що зазнають змін відповідно до поточної економіки. Існують також труднощі в класифікації теорій, що пояснюють процеси на ринках праці, а тому поділ зроблено лише за ступенем складності пояснення механізмів ринку праці (табл. 2.2).

Таблиця 1.2 - Класифікація теорії ринку праці

Повні теорії	Детальні теорії (стосуються вибраних аспектів ринків праці)
Класична та неокласична	Формування попиту на працю
Кейнсіанська та нео-кейнсіанська	Професійна активація
	Диференціація заробітної плати
	Гранична продуктивність праці
	Сегментація ринку праці
	Гнучкість ринку праці
	Принципал та агент
	Конфлікт між працюючими та шукачами роботи
	Людський капітал
	Істерезис
	Контракт

Джерело: власне дослідження на основі:[12]

Звичайно, докладні теорії, що пояснюють певні аспекти ринку праці, впливають і повинні бути перетворені на повні теорії. Має бути також переклад мікроекономічних понять на макроекономічні. Тому що мікроекономічні концепції ринку праці пояснюються на основі аналізу мікроекономічних відносин, де вихідною точкою міркувань є індивідуальна поведінка суб'єктів господарювання. З іншого боку, макроекономічні концепції ринку праці відносяться до сукупних величин і розглядаються у зв'язку з процесами, що відбуваються на інших ринках, що діють в економіці.

Найважливішою емпірично проаналізованою категорією на ринку праці є безробіття, яке можна виразити чисельністю безробітних або рівнем безробіття, тобто відношенням кількості безробітних до чисельності професійно активного цивільного населення, вираженим у відсотках.

Безробіття є одним з ключових показників стану ринку праці та загальної економічної ситуації. Воно вимірюється двома основними способами:

1. Чисельність безробітних: Цей показник відображає абсолютну кількість осіб, які офіційно визнані безробітними. Він враховує тих, хто активно шукає роботу, зареєстрований у службі зайнятості та відповідає певним критеріям (вік, працездатність тощо). Чисельність безробітних може змінюватися залежно від економічної ситуації, демографічних тенденцій та політики зайнятості.

2. Рівень безробіття: Це відносний показник, який розраховується як відношення чисельності безробітних до загальної чисельності професійно активного цивільного населення (робочої сили). Він виражається у відсотках і дозволяє порівнювати рівень безробіття між різними країнами, регіонами та періодами часу. Рівень безробіття є важливим індикатором економічного розвитку та соціального добробуту.

Емпіричний аналіз безробіття:

Економісти та соціологи активно досліджують явище безробіття, використовуючи різноманітні методи емпіричного аналізу. Вони вивчають причини та наслідки безробіття, його вплив на різні групи населення, а також ефективність різних політик зайнятості.

Емпіричні дослідження дозволяють виявити закономірності та тенденції на ринку праці, оцінити ефективність державних програм та розробити рекомендації щодо поліпшення ситуації. Наприклад, дослідження можуть показати, які групи населення найбільше страждають від безробіття, які професії є найбільш затребуваними, які фактори сприяють працевлаштуванню тощо.

Значення аналізу безробіття:

Розуміння динаміки безробіття є важливим для прийняття ефективних рішень на всіх рівнях – від окремих осіб та компаній до державних органів. Інформація про рівень та структуру безробіття допомагає:

Особам: Оцінити свої шанси на працевлаштування, вибрати напрямок навчання та розвитку кар'єри. Компаніям: Планувати кадрову політику, визначати рівень заробітної плати та умови праці. Державі: Розробляти та реалізовувати ефективні програми зайнятості, стимулювати економічне зростання та забезпечувати соціальний захист безробітних.

Таким чином, емпіричний аналіз безробіття є важливим інструментом для розуміння та вирішення однієї з найактуальніших проблем сучасності.

Таблиця 1.3 - Види безробіття

Тип безробіття	Опис виникнення
----------------	-----------------

Циклічне	Пов'язане з періодичними економічними спадами. Тривалість зазвичай кілька місяців, хоча цей період безумовно залежить від змін у конкретних економіках та міжнародній ситуації, але можна впевнено сказати, що тривалість – це час, що минає до економічного відновлення.
----------	---

Продовження табл. 1.3

Фрикційне	Полягає в одночасній наявності безробіття та вакантних робочих місць; явище виникає внаслідок територіальної невідповідності між пропозицією та попитом на працю. Це тимчасове безробіття і є природним явищем в будь-якій економіці.
Структурне	Є результатом невідповідності між кількістю шукачів роботи та вакантними робочими місцями в усій економіці. Пов'язане з соціально-економічним розвитком.
Через неефективний попит	Це обумовлено недостатнім попитом на певні товари.
Приховане	Пов'язане з надлишковою зайнятістю. Виникає через надмірну та нерациональну зайнятість, яка проявляється в економічно обґрунтованій зайнятості працівників, штучному скороченні або невикористанні робочого часу або подовженні періоду навчання.
Примусове	Виникає, коли пропозиція праці не відповідає попиту на неї, і люди, які здатні працювати, незважаючи на прийняття поточних рівнів заробітної плати, шукають роботу безуспішно.
Добровільне	Коли робоча сила не хоче працювати, незважаючи на наявність роботи.
Сезонне	Коли неможливо виконувати роботу через погодні умови, тимчасову відсутність замовлень, поломку машин, страйки.

Джерело: власне дослідження на основі: [12]

Нині, згідно з прийнятим визначенням, тривале безробіття – це безробіття, яке триває понад дванадцять місяців, тобто рік. Як визначення безробітної особи в літературі з цього питання передбачається, що це особа, яка шукає роботу, не зайнята та не виконує жодної іншої оплачуваної роботи, здатна та готова працювати повний робочий день та зареєстрована в місцевому відділі зайнятості. компетентний за місцем проживання.

Тривале безробіття, яке триває понад дванадцять місяців, є серйозною соціально-економічною проблемою. Безробітною вважається особа, яка активно шукає роботу, не має офіційної зайнятості та не виконує іншої оплачуваної діяльності. Вона повинна бути здатна та готова працювати повний робочий день, а також зареєстрована в місцевому відділі служби зайнятості.

Тривале безробіття має негативні наслідки як для окремих осіб, так і для суспільства. Воно призводить до фінансових труднощів, психологічних проблем, втрати професійних навичок та соціальної ізоляції. На рівні суспільства зростає ризик бідності, соціальної напруги та злочинності.

Для боротьби з тривалим безробіттям необхідний комплексний підхід. Держава повинна проводити активну політику зайнятості, створюючи програми перепідготовки та підвищення кваліфікації, сприяючи працевлаштуванню та надаючи фінансову підтримку безробітним. Важливим фактором є стимулювання економічного зростання та створення нових робочих місць. Крім того, необхідна соціальна підтримка безробітних, включаючи психологічну допомогу та соціальні послуги.

Подолання проблеми тривалого безробіття потребує спільних зусиль держави, бізнесу та громадянського суспільства. Тільки спільними зусиллями можна забезпечити гідні умови життя для всіх членів суспільства.

1.2 Вплив кризових ситуацій на ринок праці

Кризові ситуації, будь то економічні спади, пандемії, стихійні лиха чи збройні конфлікти, незмінно справляють глибокий вплив на ринки праці. Ці впливи можуть порушити звичайну динаміку зайнятості, заробітної плати та умов праці, що призведе до значних соціальних та економічних наслідків.

Під час економічного спаду підприємства стикаються зі зниженням продажів і прибутків, що часто змушує їх скорочувати витрати. Робоча сила, будучи значними операційними витратами, часто підлягає скороченню, що призводить до звільнень і підвищення рівня безробіття. Зростання безробіття не тільки впливає на індивідуальну економічну стабільність, але й зменшує загальні витрати споживачів, ще більше посилюючи економічний спад.

Під час економічних спадів, багато підприємств зіштовхуються зі складнощами, які можуть мати далекосяжні наслідки не тільки для самих компаній, але й для економіки в цілому. Однією з найбільш вразливих сфер в такі

періоди є робоча сила, оскільки компанії намагаються знизити свої витрати, а заробітна плата часто становить значну частину операційних витрат.

Зниження продажів та прибутків змушує підприємства переглядати свої бюджети. Одним із способів зменшення витрат є скорочення штату, що прямо призводить до звільнень. Втрата роботи не тільки стає великою проблемою для окремих працівників та їхніх родин, але й впливає на загальний рівень безробіття в країні. Збільшення безробіття має каскадний вплив на економіку, адже безробітні мають менше грошей для витрат, що зменшує попит на товари та послуги.

Це, в свою чергу, може призвести до подальшого зниження продажів, створюючи замкнуте коло, яке лише посилює економічний спад. Чим менше людей має стабільний дохід, тим менше вони можуть споживати. Це не тільки зменшує прибутки підприємств, які вже страждають від низьких продажів, але й знижує загальні податкові надходження до бюджету, що може вплинути на здатність уряду фінансувати важливі соціальні програми та інвестиції у розвиток інфраструктури.

Крім того, підвищення рівня безробіття може спричинити зростання соціальної напруги та незадоволення громадськості. Це може вести до зниження соціальної стабільності та підвищення злочинності, оскільки люди шукають альтернативні способи заробітку.

Одним з виходів для компаній під час економічних спадів може бути інвестиція в інновації та ефективність, що допоможе зменшити витрати без втрати працівників. Також важливою є роль уряду, який може запроваджувати програми стимулювання економіки, такі як підтримка малих та середніх підприємств, забезпечення соціального захисту для безробітних та створення нових робочих місць через громадські роботи або інфраструктурні проекти.

Ринок праці також зазнає значного впливу під час пандемій, як це видно з кризи COVID-19. Щоб стримати поширення вірусу, уряди запровадили карантинні заходи та заходи соціального дистанціювання, що змусило багато підприємств закритися тимчасово або назавжди. Особливо сильно постраждали

такі сектори, як туризм, готельний бізнес і роздрібна торгівля, що призвело до масових втрат робочих місць і зривів. Однак пандемії також можуть прискорити трансформацію на ринку праці; наприклад, сплеск дистанційної роботи переосмислив традиційні структури робочих місць і потенційно може призвести до більш гнучких ринків праці в майбутньому.

Пандемія COVID-19 глибоко вплинула на ринки праці в усьому світі, продемонструвавши, як кризи в галузі охорони здоров'я можуть спричинити значні економічні та соціальні зміни. Заходи, вжиті для стримування вірусу, насамперед карантини та соціальне дистанціювання, призвели до негайних і видимих наслідків. Багато підприємств, особливо тих, які залежать від фізичної взаємодії з клієнтами, як-от туризм, готельний бізнес і роздрібна торгівля, зіткнулися з серйозними операційними проблемами. Припинення подорожей і туризму, закриття фізичних магазинів і скасування заходів і конференцій призвело до масових звільнень і відпусток, дестабілізації життя та засобів до існування.

Зриви пандемії вийшли за межі негайної втрати робочих місць. Це спонукало до швидкої переоцінки традиційних методів роботи. Компанії та співробітники перейшли на дистанційну роботу через необхідність, що мало тривалі наслідки. Ця зміна продемонструвала, що багато робочих місць не вимагають фізичної присутності в офісі, що призвело до ширшого перегляду балансу між роботою та особистим життям, поїздок на роботу та географічних обмежень зайнятості. Оскільки підприємства адаптувалися до технологій і практики віддаленої роботи, вони досягли різного ступеня успіху, при цьому багато хто спостерігав збереження або навіть підвищення продуктивності.

Пандемія COVID-19 спричинила глобальні зміни у світі праці, змусивши компанії та їхніх співробітників швидко адаптуватися до нових умов роботи. Ці зміни мали тривалі наслідки, які вийшли далеко за рамки простої втрати робочих місць, оскільки пандемія стимулювала переоцінку традиційних методів роботи.

З необхідністю запровадження соціального дистанціювання багато компаній та їх співробітники перейшли на дистанційну роботу. Ця зміна

виявилася революційною, вона відкрила можливості для зменшення витрат на оренду офісних просторів, а також допомогла співробітникам зекономити час та гроші на щоденні поїздки на роботу. Це також продемонструвало, що багато робочих місць можуть ефективно функціонувати без необхідності фізичної присутності в офісі.

Дистанційна робота також сприяла ширшому перегляду балансу між роботою та особистим життям. Співробітники отримали більшу гнучкість у плануванні свого робочого часу, що дозволило їм краще узгоджувати професійні обов'язки з особистими потребами. Ця зміна також поставила під сумнів традиційні географічні обмеження зайнятості, дозволяючи компаніям наймати таланти з різних регіонів і країн без необхідності їх переїзду.

Оскільки підприємства адаптувалися до нових технологій і практик дистанційної роботи, вони досягли різних ступенів успіху. Багато з них відзначили, що продуктивність збереглася або навіть зросла, адже співробітники витрачали менше часу на комутацію та знаходилися в менш стресовому робочому середовищі. Проте, це також породило нові виклики, такі як потреба у сильніших навичках самоорганізації, управління віддаленими командами та забезпечення кібербезпеки.

Таким чином, пандемія виступила як каталізатор для значних змін у способах ведення бізнесу, які, імовірно, залишаться з нами надовго, навіть після завершення кризи. Це не лише змінило спосіб ведення бізнесу, але й може мати довготривалі позитивні наслідки для глобальної робочої культури.

Цей вимушений експеримент має потенційні довгострокові наслідки для ринку праці. По-перше, це може призвести до більш широкого визнання гнучкої схеми роботи, забезпечуючи працівникам більший контроль над своїм робочим графіком і середовищем. Це може підвищити задоволеність роботою та доступність, особливо для осіб з обмеженими можливостями або з обов'язками догляду. По-друге, географічне розмежування роботи може дозволити компаніям отримати доступ до ширшого резерву кадрів, не обмеженого

близькістю до офісів, що може призвести до більш різноманітної та інклюзивної робочої сили.

Крім того, зростання віддаленої роботи має наслідки для міського планування та екологічної політики. З меншою кількістю людей, які щоденно їздять на роботу, можна зменшити затори на дорогах і пов'язане з цим забруднення. Ця зміна також може спонукати до переоцінки потреб у нерухомості, як житлової, так і комерційної, оскільки попит на офісні приміщення може зменшитися, а потреба в комфортних і функціональних домашніх офісних приміщеннях може зрости.

Однак перехід до більш гнучкого ринку праці не без труднощів. Це вимагає надійної цифрової інфраструктури та ефективних заходів кібербезпеки для підтримки широкого поширення віддаленої роботи. Існує також ризик поглиблення цифрового розриву, оскільки не всі працівники мають рівний доступ до необхідних технологій і підключення. Крім того, віддалена робота може стирати межі між особистим і професійним життям, що призводить до вигорання та труднощів у підтриманні балансу між роботою та особистим життям.

Підсумовуючи, хоча пандемія принесла значні труднощі на ринок праці, особливо в секторах, які стикаються з клієнтами, вона також прискорила перехід до більш гнучких умов праці. Ці зміни, якщо їх продумано використовувати, створюють можливості для створення більш адаптивних, інклюзивних і стійких ринків праці. Уроки, засвоєні під час кризи COVID-19, можуть спрямувати майбутню політику ринку праці та бізнес-стратегії, сформувавши нову норму, яка краще відповідає різноманітним потребам робочої сили.

Пандемія COVID-19, хоча й спричинила значні труднощі на ринку праці, зокрема в секторах, які безпосередньо взаємодіють з клієнтами, одночасно прискорила перехід до більш гнучких умов праці. Ця криза виявила вразливості в традиційних моделях роботи та водночас відкрила нові шляхи для їх вдосконалення, що має потенціал створити більш адаптивні, інклюзивні та стійкі ринки праці.

Гнучкі умови праці, які стали більш поширеними під час пандемії, включають віддалену роботу, гнучкі графіки та підвищену автономію співробітників у виборі місця та часу виконання своїх обов'язків. Ці зміни можуть сприяти кращому балансу між роботою та особистим життям, зменшити стрес та збільшити задоволеність роботою. Водночас, вони вимагають нових підходів у менеджменті та підтримці співробітників, зокрема в питаннях кібербезпеки та забезпечення рівних можливостей доступу до технологій.

Дистанційна робота також виявила потенціал для залучення більш широкого кола спеціалістів, включаючи людей з інвалідністю, які можуть мати обмежений доступ до традиційних робочих місць. Крім того, це відкриває двері для професіоналів, які живуть у віддалених чи сільських регіонах, зменшуючи географічні обмеження і сприяючи економічному розвитку цих територій.

Однак, для того щоб максимально використовувати ці можливості, необхідно вдосконалити політику ринку праці та корпоративні стратегії. Це може включати законодавчі зміни, що забезпечують захист прав працівників у гнучких умовах праці, розробку стандартів кібербезпеки для захисту даних компанії та особистої інформації співробітників, а також створення інфраструктури для постійної освіти та професійного розвитку.

Уроки, отримані від пандемії, можуть служити основою для формування нової норми на ринку праці, яка буде краще адаптована до змінюваних потреб робочої сили у майбутньому. Підприємства, які зможуть інноваційно підходити до вирішення викликів та використовувати нові можливості, встановлять стандарти для більш динамічного, різноманітного та стійкого робочого середовища.

Стихійні лиха, такі як землетруси, урагани та повені, також мають негайний і довгостроковий вплив на ринки праці. Негайні наслідки зазвичай свідчать про порушення ділової діяльності та втрату робочих місць, особливо в безпосередньо постраждалих районах. Однак фаза відновлення та реконструкції може підвищити зайнятість у певних секторах, наприклад у будівництві та розвитку інфраструктури. Цей етап часто потребує значної кількості робочої

сили для відновлення постраждалих територій, створюючи таким чином можливості для роботи, але також потенційно призводячи до нестачі робочої сили в інших секторах.

Збройні конфлікти чи не найсерйозніше порушують ринки праці. Вони призводять до руйнування фізичного капіталу, втрати людського капіталу та масового переміщення людей. Безпосередньо постраждалі галузі можуть припинити роботу, що призведе до втрати робочих місць і економічного спаду в регіоні. Довгострокові наслідки включають втрату навичок і дезінтеграцію місцевих ринків праці, що може перешкоджати економічному відновленню ще довго після закінчення конфлікту.

У всіх цих ситуаціях роль уряду та політичного втручання стає вирішальною. Ефективна політика може пом'якшити негативний вплив кризових ситуацій на ринки праці. Наприклад, під час економічного спаду державні заходи стимулювання та програми підтримки безробітних можуть пом'якшити економічні потрясіння та стабілізувати ринок праці. Подібним чином під час пандемії політика, яка підтримує підприємства в утриманні працівників, навіть якщо вони не можуть працювати, може запобігти масовій втраті робочих місць і сприяти швидшому економічному відновленню після закінчення кризи.

Кризові ситуації мають значний вплив на ринок праці, призводячи до негативних наслідків як для працівників, так і для роботодавців. Під час кризи підприємства можуть стикатися зі скороченням попиту на свою продукцію чи послуги, що змушує їх зменшувати витрати, включаючи скорочення персоналу. Це призводить до зростання безробіття, посилення конкуренції за робочі місця та зниження рівня заробітної плати.

Крім того, криза може призвести до зміни структури попиту на робочу силу. Деякі галузі можуть скорочуватися, тоді як інші, навпаки, розвиватися, що вимагає від працівників перекваліфікації та адаптації до нових умов.

Криза також впливає на психологічний стан працівників. Невпевненість у завтрашньому дні, страх втратити роботу та фінансові труднощі можуть призводити до стресу, депресії та інших психологічних проблем.

У той же час, криза може стати стимулом для розвитку ринку праці. Вона може спонукати працівників до підвищення кваліфікації, пошуку нових можливостей та розвитку підприємницьких навичок. Роботодавці, у свою чергу, можуть бути змушені впроваджувати інновації, оптимізувати виробничі процеси та шукати нові ринки збуту.

Загалом, кризові ситуації створюють значні виклики для ринків праці, випробовуючи стійкість економіки та суспільства. Здатність країни реагувати на кризи та виходити з них значною мірою залежить від потужності її політики ринку праці та гнучкості її економічних структур. Вирішення цих викликів потребує всебічного планування, рішучих політичних заходів, а часто й міжнародного співробітництва для відновлення та активізації ринків праці після глибоких зривів.

1.3 Теоретичні моделі аналізу ринку праці в умовах кризи

Моделювання успішно застосовується для прогнозування динаміки ринку праці, використовуючи різні методи математичного моделювання. Для прогнозування використовуються структурні векторні та класичні авторегресійні моделі, регресійні моделі згладженого переходу та сучасні нейронні мережі. Ці методи дозволяють аналізувати динамічні процеси на ринку праці та передбачати майбутні тенденції на основі математичних моделей, що допомагає точніше планувати заходи для покращення стану ринку праці та підготовки до можливих коливань.

Єріна А.М. у своїй роботі [15] зазначала, що суспільно-економічні явища є динамічними і зазнають еволюції з часом, впливаючи на інші процеси. Закономірності розвитку цих динамічних процесів найкраще виявляються через аналіз часових рядів. У галузі економіки це можуть бути щоденні ціни на акції, обмінні курси, обсяги продажу, рівень зайнятості чи безробіття, інфляція тощо.

Цим процесам притаманні дві взаємопов'язані характеристики: динамічність і інерційність. Динамічність виявляється у змінах рівнів і варіаціях показників, тоді як інерційність полягає у сталій дії механізму формування процесу, напрямку та інтенсивності його динаміки протягом певного періоду часу.

Отже, послідовність спостережень y_1, y_2, \dots, y_n випадкової величини $\xi(t)$, зібрані в моменти часу t_1, t_2, \dots, t_n , називається часовим рядом. Кожен елемент цього ряду є рівнем ряду, а кількість таких рівнів визначає його довжину [16].

Робін Джон Хайдман у своїй роботі [17] відзначав, що моделювання часових рядів є важливим статистичним завданням як для бізнесу, так і для держави. Воно допомагає приймати правильні рішення щодо планування виробництва, персоналу на підприємстві, а також планування рівня економіки, зайнятості, безробіття, валютних курсів, інфляції та інших процесів у державі. Також Хайдман пропонує наступну послідовність етапів моделювання:

1. Визначення проблеми. Найперший та ключовий етап, на якому потрібно визначити мету моделювання та очікуваний результат.
2. Збирання даних. Для побудови моделей потрібна інформація, тому важливо якісно зібрати дані та визначити, які саме дані необхідні.
3. Дослідницький аналіз. Аналіз закономірностей, тенденцій та зв'язків у даних.
4. Вибір та оптимізація моделей. Вибір потрібних методів та побудова моделей різними методами.
5. Прогнозування та оцінка моделі. Оцінка точності моделі та побудова прогнозу. Оцінити точність та ефективність моделі можна лише після отримання даних за прогнозований період [17].

Для аналізу часового ряду існує метод декомпозиції. Суть методу полягає у виокремленні складових часового ряду, що дозволяє проаналізувати вплив кожної складової. Після цього складові поєднуються для отримання прогнозів майбутніх періодів.

Кожен часовий ряд складається з чотирьох компонентів:

- Тенденція: загальний напрямок змін часового ряду, що проявляється у тривалому збільшенні або зменшенні показника.
- Сезонність: вплив сезонних факторів на часовий ряд.
- Циклічність: дані, що демонструють спад або зростання без фіксованої частоти.
- Залишки: компонента, що залишається після видалення інших складових і є результатом випадкових чинників [18].

Для декомпозиції часового ряду використовуються адитивна та мультиплікативна форми моделей. Адитивну модель доцільно використовувати, коли часовий ряд має сталі сезонні коливання, а тенденція прямує до зростання чи спадання. Мультиплікативну модель використовують, коли коливання часового ряду збільшуються або зменшуються протягом певного періоду [17].

$$y(t) = T(t) + C(t) + S(t) + I(t), \quad (1.1)$$

де T — тренд;
 C — циклічність;
 S — сезонність;
 I — залишки.

$$y(t) = T(t) * C(t) * S(t) * I(t), \quad (1.2)$$

де T — тренд;
 C — циклічність;
 S — сезонність;
 I — залишки.

Метод декомпозиції STL базується на адитивній і мультиплікативній формах. Він розкладає часовий ряд на тренд, сезонність та залишкову складову. Метод згладжує часовий ряд за допомогою LOESS: спочатку обчислюється сезонна компонента, яка видаляється для обчислення тренду, а залишкова компонента формується шляхом віднімання сезонної та трендової складових. Метод також мінімізує вплив викидів, щоб вони не впливали на сезонну та трендову компоненти [17].

Часові ряди бувають стаціонарними та нестаціонарними. Стаціонарний часовий ряд характеризується постійними статистичними параметрами, такими як середнє значення, дисперсія, коваріація та стандартне відхилення. Якщо

часовий ряд має явну тенденцію чи сезонність, він є нестационарним. Стационарність ряду можна перевірити за допомогою статистичних тестів або візуально за графіком [19].

Одним з тестів перевірки на стационарність є розширений тест Дікі-Фуллера. Цей тест перевіряє наявність одиничного кореня, що може створювати проблеми в статистичних висновках. Припущення тесту:

- H_0 : ряд є нестационарним, має одиничний корінь.
- H_1 : ряд є стационарним, не має одиничного кореня.

Якщо розрахована статистика менша за критичне значення і p-value менше обраного порогу, можна відхилити нульову гіпотезу, що означає, що ряд є стационарним. Стационарність є важливою для різних методів моделювання та прогнозування [19]. Для досягнення стационарності ряду можна застосувати логарифмування, взяття квадратного кореня чи диференціювання. Диференціювання є одним з найефективніших методів [20]. Перша різниця часового ряду розраховується за формулою:

$$p_t = p_t - p_{t-1}, \quad (1.3)$$

де p_t — значення поточно періоду;

p_{t-1} — значення попереднього періоду.

Якщо після диференціювання першого порядку ряд залишається нестационарним, можна застосувати різницю наступного порядку. Сезонна різниця — це різниця між поточним спостереженням і спостереженням попереднього такого ж сезону. Ці трансформації можуть привести до стационарності ряду [17].

Автокореляція вимірює зв'язок між значеннями часового ряду з відставанням. Ряд без автокореляції називається білим шумом. Методи прогнозування на основі автокореляції називаються ARIMA. Для використання цих методів важливо, щоб ряд був стационарним та мав значущу автокореляцію. ARIMA включає три компоненти:

- Авторегресія (AR): модель використовує попередні значення як предиктори.
- Інтеграція (I): порядок різниці для досягнення стаціонарності.
- Ковзне середнє (MA): модель використовує помилки та лагові значення як предиктори [21].

Сезонна авторегресійна модель включає додаткову сезонну частину. Сезонна компонента складається з сезонних різниць.

Методи експоненціального згладжування підходять для нестационарних рядів. Прогнози базуються на зважених значеннях минулих спостережень, де ваги зменшуються експоненціально. Цей метод надає більшу вагу останнім спостереженням і найкраще працює для рядів з постійним трендом та сезонністю [22].

Залишкова компонента в часових рядах — це те, що залишається після підгонки нашої моделі. Дуже важливо після моделювання оцінити залишкову складову на наявність будь-яких залежностей. Якщо модель є якісною, то залишкова компонента не матиме кореляції, а її середнє значення буде рівним нулю. Також важливо, щоб залишки мали постійну дисперсію та нормальний розподіл. В іншому випадку це означатиме, що модель не є досконалою. Для діагностики залишків потрібно побудувати гістограму та корелограму залишків. Крім того, існують статистичні тести для перевірки залишків, такі як тест Бокса-Пірса та тест Льюнга-Бокса. Ці тести перевіряють часові ряди на наявність автокореляції. Якщо в залишковій компоненті відсутня автокореляція за результатами цих тестів, це означає, що наша модель якісно врахувала всі дані, і в залишках немає залежностей [17].

Для вибору якісної моделі існують спеціальні інформаційні критерії.

Критерій Акаїке визначається за такою формулою [24]:

$$AIC = 2k - 2 \ln(L), \quad (1.5)$$

де L — значення функції правдоподібності моделі;

k — кількість використаних предикторів.

Критерій Акаїке використовується для оцінки якості моделі, встановлюючи баланс між точністю моделі та її складністю, яка вимірюється кількістю параметрів. Значення критерію чим менше, тим кращою вважається модель. У випадках, коли доступна лише обмежена кількість даних, використовується скоригований критерій Акаїке, що дозволяє уникнути переваги надмірно складних моделей, що часто спостерігається при використанні стандартного критерію.

Баєсівський інформаційний критерій також враховує точність та складність моделі, але додатково інтегрує розмір вибірки в свій розрахунок. Цей критерій важливий для випадків, коли розмір вибірки великий, оскільки забезпечує додаткову жорсткість у штрафу за збільшення кількості параметрів моделі.

$$BIC = k * \ln(n) - 2 \ln(L), \quad (1.6)$$

де L — значення функції правдоподібності моделі;

k — кількість використаних предикторів;

n — кількість спостережень у вибірці.

Інформаційні критерії враховують правдоподібність, кількість параметрів і розмір вибірки моделі. Критерій Байеса віддає пріоритет простішим моделям, оскільки суворіше штрафує за складність порівняно з критерієм Акаїке. Оцінюючи результати моделювання, ми можемо оцінити похибку прогнозу та складність моделі за допомогою інформаційних критеріїв, що дозволяє прийняти оптимальне рішення [24].

Методи, які розглядалися до цього, є однофакторними. Проте часто важливо розглянути, як інші фактори впливають на незалежну змінну. Наприклад, якщо ми хочемо оцінити вплив інфляції, рівня ВВП та рівня заробітної плати на безробіття, можна використовувати метод векторної авторегресії (VAR).

Ця модель базується на однофакторній авторегресійній моделі, але з додаванням лагових векторів інших змінних. Для застосування цього методу потрібні стаціонарні часові ряди. Якщо ряди нестаціонарні, потрібно використовувати їх різниці, щоб зробити їх стаціонарними.

Параметри для кожного рівняння оцінюються шляхом мінімізації суми квадратів. Метод VAR генерує моделі та прогнози для кожної змінної, включеної в систему. Для побудови моделі методом VAR необхідно визначити кількість змінних, які будуть використовуватись, а також кількість лагів, які повинні бути включені в модель

Для оцінки параметрів рівнянь методом мінімізації суми квадратів і побудови моделей та прогнозів методом VAR (Векторна Авторегресія) необхідно виконати наступні кроки:

1. Визначення кількості змінних: Оберіть кількість змінних, які будуть включені в систему. Це можуть бути економічні індикатори, фінансові показники, або інші змінні, які ви хочете аналізувати.
2. Визначення кількості лагів: Оберіть кількість лагів, які будуть включені в модель. Лаги визначають, на скільки попередніх періодів необхідно звертати увагу для прогнозування поточного значення змінної. Часто для визначення оптимальної кількості лагів використовують критерії інформації, такі як критерій Акаїке (AIC) або критерій Шварца (BIC).

Висновки до першого розділу

У цьому розділі було здійснено ґрунтовний огляд ключових теоретичних концепцій та методологічних підходів, що становлять фундамент досліджень у сфері ринку праці. Було проведено аналіз широкого спектру наукових праць, включаючи статті у вітчизняних та міжнародних журналах, монографії та дисертації. Це дозволило виявити основні напрямки досліджень, визначити ключові терміни та поняття, що використовуються в даній галузі, та з'ясувати взаємозв'язки між різними аспектами функціонування ринку праці.

Особливу увагу було приділено таким ключовим аспектам, як вплив технологічних змін на попит та пропозицію робочої сили, трансформація структури зайнятості, динаміка заробітної плати та нерівність доходів, а також ефективність державної політики на ринку праці. Було проаналізовано різні теоретичні моделі, що пояснюють поведінку роботодавців та працівників, механізми формування заробітної плати та рівня безробіття.

Проведений аналіз дозволив виявити певні прогалини в існуючих дослідженнях, зокрема недостатню увагу до регіональних особливостей ринку праці, обмежене використання сучасних методів аналізу даних та неповне врахування впливу неформального сектору економіки. Це сформулювало ключові питання, на які буде надано відповідь у наступних розділах дипломної роботи.

Важливим інструментом для прогнозування динаміки ринку праці є моделювання. Застосування різноманітних методів, таких як моделі часових рядів, векторна авторегресія та нейронні мережі, дозволяє аналізувати взаємозв'язки між різними економічними показниками, виявляти тенденції та закономірності, а також передбачати майбутні зміни на ринку праці.

Моделі часових рядів дозволяють враховувати динаміку показників ринку праці в часі, виявляти сезонні та циклічні коливання, а також оцінювати вплив різних факторів на зайнятість, безробіття та заробітну плату. Векторна авторегресія дозволяє моделювати взаємозв'язки між кількома змінними одночасно, враховуючи їх взаємний вплив. Нейронні мережі, завдяки своїй здатності до навчання та адаптації, можуть виявляти складні нелінійні залежності та враховувати велику кількість факторів, що впливають на ринок праці.

Використання цих методів моделювання дозволяє отримати більш точні та надійні прогнози щодо майбутніх змін на ринку праці, що є важливим для прийняття обґрунтованих рішень у сфері економічної політики та управління людськими ресурсами.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

2.1 Постановка задачі моделювання тенденцій ринку праці

Ринок праці є ключовим елементом економіки будь-якої держави, і основним його ресурсом є люди. Тому вивчення демографічної ситуації в Україні є важливим для розуміння її поточного стану та тенденцій розвитку. Чисельність населення в Україні демонструє знижувальну тенденцію: з 52 мільйонів людей у 1992 році, показник впав до 41 мільйона на початок 2022 року. Протягом останніх двадцяти років населення скоротилося на 20%, із середньорічним темпом спаду 0,8%. Рік 2015 виявився особливо складним через значне падіння чисельності населення, що було пов'язано з військовими діями Росії в Криму та на Донбасі. З початком повномасштабного вторгнення Росії в Україну 24 лютого 2022 року багато людей були змушені залишити свої домівки. За оцінками ООН, з України виїхало понад 6,2 мільйона осіб, в результаті чого на початок 2023 року кількість населення становила 36,7 мільйона осіб, що свідчить про втрату приблизно 10,9% населення за один рік.

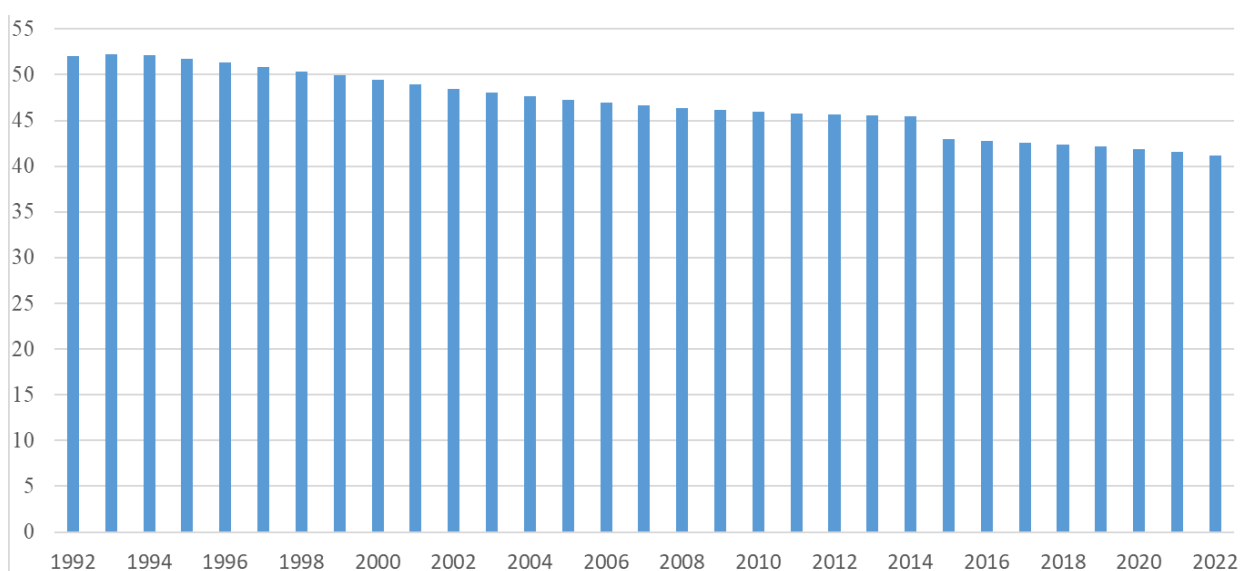


Рисунок 2.1 - Демографічний стан в Україні в роки незалежності

Джерело: складено автором на основі [19]

Спад чисельності населення також пов'язаний з низьким рівнем народжуваності. Відповідно до даних Держстату України, на початку 2022 року народжуваність становила лише 1,2 на 1 тисячу населення, що значно нижче рівня відновлення поколінь, який має становити 2,1-2,2. Вплив повномасштабного вторгнення також призвів до зниження кількості новонароджених: за перше півріччя 2023 року в Україні народилося на 28% менше дітей, ніж за аналогічний період 2021 року.

Проблема демографічного старіння в Україні стає все більш актуальною, оскільки частка осіб віком 65 років і старше постійно зростає. Це має важливі соціальні та економічні наслідки для країни.

По-перше, збільшення частки старшого населення створює додаткове навантаження на пенсійну систему та медичні послуги. За рахунок того, що старшому населенню потрібні більші витрати на охорону здоров'я та соціальні послуги, це може призвести до збільшення фінансових витрат уряду на ці сектори.

По-друге, демографічне старіння може вплинути на ринок праці. Зменшення чисельності працездатного населення може призвести до дефіциту робочої сили в деяких секторах економіки. Це може стати перешкодою для економічного зростання, оскільки компанії можуть мати складнощі з пошуком кваліфікованої робочої сили.

Що стосується прогнозів щодо зменшення чисельності населення до 2030 року, вони показують серйозні виклики для розвитку країни. Зокрема, зменшення населення може призвести до скорочення внутрішнього ринку споживання та зниження обсягів виробництва. Це може мати негативний вплив на економічну стійкість країни та її здатність забезпечити соціальний захист населення.

Отже, ефективні стратегії для подолання демографічного старіння в Україні можуть включати заходи з підтримки сімейної політики, стимулювання народжуваності, покращення умов праці та пенсійної системи, а також розвиток програм активного старіння та медичної допомоги для літнього населення.

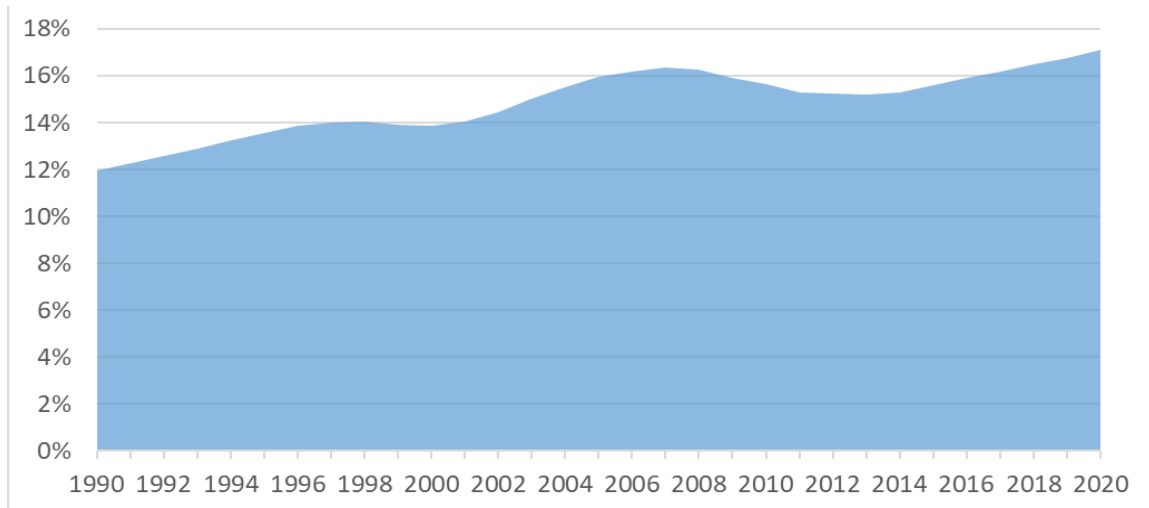


Рисунок 2.2 - Рівень безробіття в Україні

Джерело: складено автором на основі [19]

Один із ключових індикаторів ефективності ринку праці — це рівень безробіття. В Україні цей показник вивчається Державною службою статистики згідно з методологією Міжнародної організації праці. У 2009 році, під час глобальної фінансово-економічної кризи, спостерігалось різке збільшення безробіття на 2,7% порівняно з попереднім роком. У наступні п'ять років рівень безробіття знижувався і до 2013 року досяг 8,6%. Однак зміна влади у 2014 році і початок військових конфліктів у Криму та на Донбасі призвели до зростання безробіття до 10% у 2015 році. Станом на кінець 2022 року, згідно з даними дослідницької організації Info Sapiens, рівень безробіття збільшився до 22,3%, що на 11,2% більше ніж у 2021 році.

Також важливо оцінити попит і пропозицію на ринку праці. Попит генерується шукачами роботи, а пропозицію формують роботодавці. З початком повномасштабного вторгнення в лютому 2022 року спостерігалася значна зміна на ринку праці, а активність роботодавців та шукачів роботи різко впала. За даними Центру економічної стратегії, у березні 2022 року кількість нових резюме зменшилася на 75% у порівнянні з середнім рівнем 2021 року. Втім, до травня 2022 року активність на ринку праці частково відновилася.

З огляду на пропозицію, значне зниження кількості вакансій спостерігалось у лютому 2022 року — на 72% порівняно з довоєнним рівнем. Проте до вересня 2023 року кількість вакансій становила 70% від довоєнного рівня. Хоча пропозиція на ринку праці і не відновилася повністю, вона стабілізувалася.

На ринку праці України наразі спостерігається критична ситуація. Зменшення чисельності населення та зростання частки осіб похилого віку веде до скорочення кількості економічно активного населення. Водночас, середня заробітна плата зазнала підвищення, але це не вплинуло на покращення якості життя через зростання інфляції.

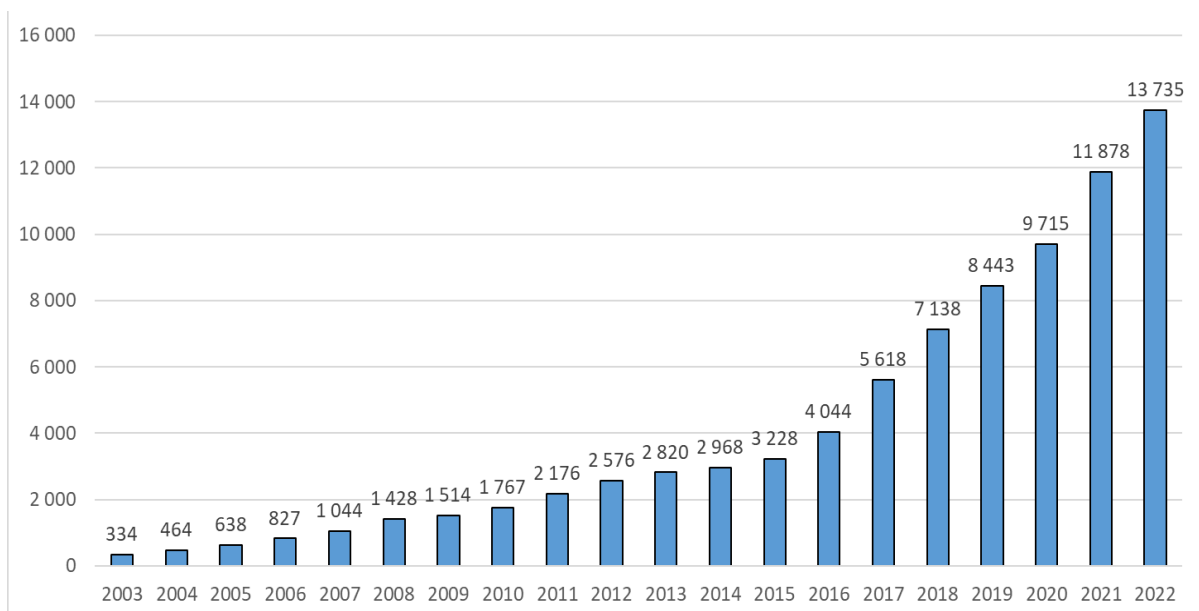


Рисунок 2.3 - Середня заробітна плата

Джерело: складено автором на основі [19]

Отже, ринок праці вимагає значного часу для соціально-економічного відновлення, щоб повернутися до довоєнних показників.

Війна внесла значні зміни та коливання у вітчизняний ринок праці України, породжуючи невизначеність і структурні зміни у сфері зайнятості. Військові дії спричинили масові переміщення населення та збільшили проблеми на ринку праці, які поглибилися зі зміною структури зайнятості. Незважаючи на поступове пристосування економіки до нових умов, в країні спостерігається підвищений рівень безробіття. За даними дослідницької агенції «Info Sapiens», у січні 2024 року безробіття досягло 17%. Станом на початок 2024 року більше

40% зареєстрованих безробітних мали вищу освіту, при загальній кількості вакансій 40,2 тисячі одиниць.

Протягом 2023 року на українському ринку праці спостерігалася цікава динаміка, яка характеризувалася сезонними коливаннями, але в цілому вказувала на позитивну тенденцію зростання попиту на робочу силу.

Основну частину попиту на робочу силу у 2023 році забезпечили роботодавці з Київської, Дніпропетровської, Львівської, Одеської та Харківської областей. Ці регіони відзначалися активним розвитком різних галузей економіки, включаючи інформаційні технології, виробництво, послуги та туризм.

Також значне збільшення кількості вакансій було відзначено у прифронтових областях, зокрема в Миколаївській, Чернігівській, Сумській та Запорізькій. Це може бути пов'язано зі зростанням інвестицій в регіони, покращенням економічної ситуації та стимулюванням бізнес-середовища на цих територіях.

Сезонні коливання на ринку праці можуть бути пов'язані зі специфікою роботи певних галузей, таких як сільське господарство, туризм або будівництво, які можуть демонструвати збільшений попит на робочу силу у певні періоди року.

Загалом, позитивна динаміка на ринку праці вказує на стабілізацію економічної ситуації в Україні та на певний ріст довіри бізнесу до перспектив подальшого розвитку. Однак важливо продовжувати працювати над підтримкою ринку праці через розвиток освіти, підвищення кваліфікації працівників та сприяння підприємництву для забезпечення сталого економічного зростання.

Державна політика в умовах військової агресії була спрямована на підтримку гнучкості трудової сфери та зайнятості, що сприяло позитивним змінам. В 2023 році було удосконалено механізми надання компенсацій роботодавцям за працевлаштування безробітних, включаючи створення нових робочих місць. Також були запроваджені грантові програми для підтримки малого підприємництва та внутрішньо переміщених осіб.

За даними сервісу "Work.ua", станом на січень 2024 року ринок праці відновився на 93% порівняно з рівнем до війни, хоча відновлення відбувалося нерівномірно по регіонах. Найбільше зростання кількості вакансій спостерігалось в Закарпатській, Івано-Франківській, Хмельницькій, Львівській, Вінницькій, Рівненській та Чернівецькій областях. Найбільші центри пропозицій роботи залишаються Київська, Львівська, Дніпропетровська, Одеська та Харківська області.

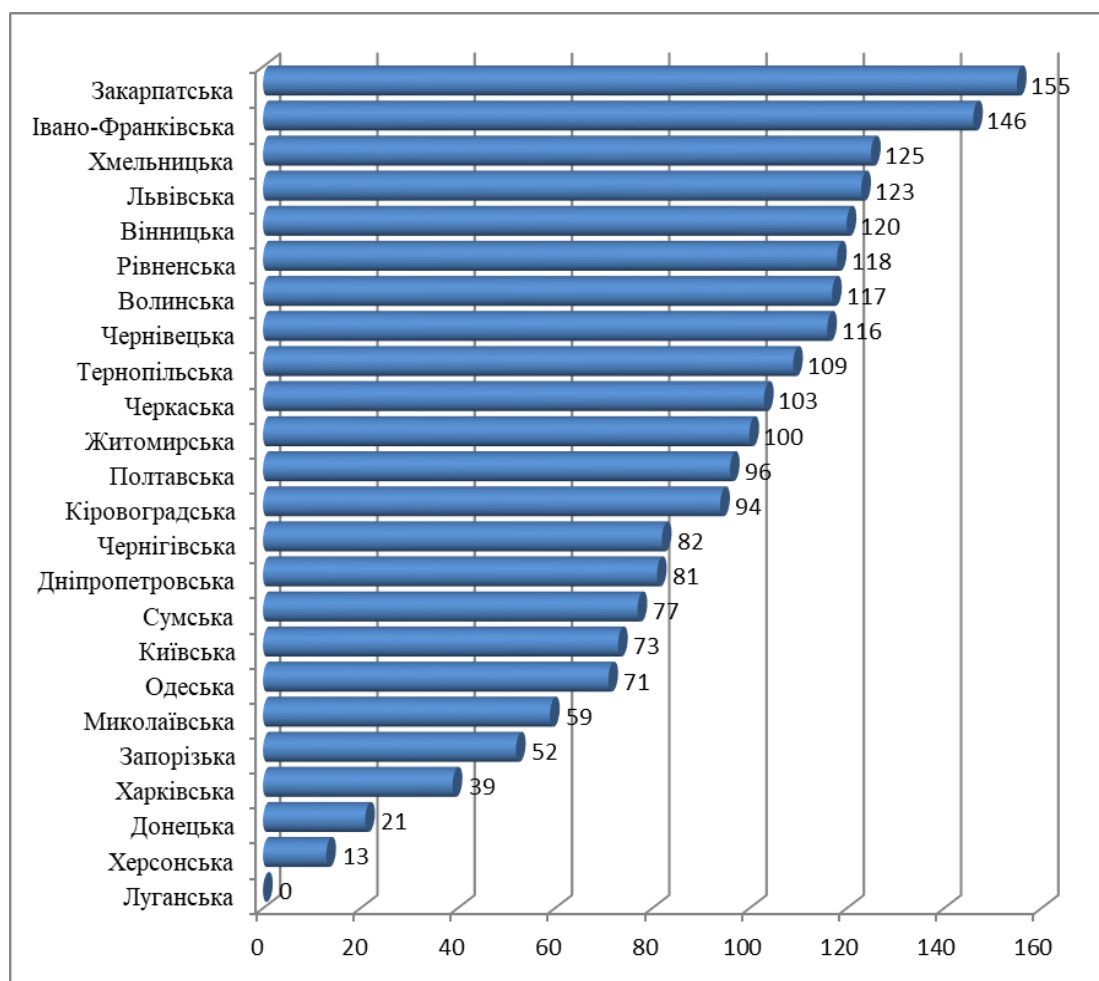


Рисунок 2.4 - Кількість вакансії за регіонами

Джерело: складено автором на основі [44]

Відновлення ринку праці після військових дій продовжується, проте потрібен час для повного відновлення і адаптації до нових економічних реалій.

В Україні самозайнятість набуває все більшої популярності, особливо в умовах воєнного стану, що демонструють останні дані сервісу «Opendatabot». В 2023 році було зареєстровано понад 300 тисяч нових ФОПів, що на 7% більше

порівняно з 2021 роком. При цьому кількість новостворених компаній знизилася на третину порівняно з тим же періодом. Незважаючи на труднощі, новий бізнес сприяє створенню робочих місць, особливо у таких регіонах як місто Київ, Дніпропетровська та Львівська області, де фіксується найбільша кількість реєстрацій.

Підприємства постійно адаптуються, формуючи нові стратегії найму, орієнтовані на гнучкість і оперативність. Втім, тривалі воєнні дії призводять до значних руйнувань і невизначеності, ускладнюючи нормальну діяльність бізнесу. За даними опитування Американської торговельної палати, серед основних викликів для бізнесу в Україні — безпека персоналу, атаки на інфраструктуру, стан здоров'я співробітників, економічний спад, а також обмеження в доступі до основних комунальних послуг.

Центр економічного відновлення в Україні визначає різні виклики для бізнес-середовища в залежності від регіону, і це відображається на специфіці проблем, з якими стикаються підприємства та господарські суб'єкти у різних частинах країни.

1. Прифронтові регіони: Ці регіони страждають від безпосередніх наслідків війни, таких як руйнування інфраструктури, знищення підприємств та зменшення чисельності населення внаслідок евакуації або еміграції. Бізнес в таких областях стикається з великими викликами, пов'язаними з відновленням виробництва, відновленням інфраструктури та створенням нових робочих місць.

2. Регіони відновлення: Ці області також постраждали від війни, але менше прямо, ніж прифронтові регіони. Тут головні виклики полягають у відновленні втрачених підприємств, відновленні економічного потенціалу та привертанні інвестицій для стимулювання розвитку.

3. Допоміжні регіони: Ці області стикаються з ускладненнями в торгівлі та логістиці через перешкоди на шляхах до прифронтових та регіонів відновлення, а також через зміни в міжнародних торговельних відносинах.

4. Віддалені регіони: Ці регіони часто стикаються з проблемою ізоляції та дефіциту кваліфікованих кадрів. Вони можуть мати обмежені можливості доступу до ринків, і це ускладнює розвиток бізнесу та залучення інвестицій.

Розв'язання цих викликів вимагає комплексного підходу та співпраці між владою, бізнесом та громадськістю з метою створення сприятливого середовища для розвитку бізнесу та відновлення економіки в усіх регіонах країни.

Територіальні переміщення українського бізнесу мають значний вплив на ринки праці. Від початку війни значна кількість компаній перемістилась зі своїх регіонів, що збільшило кількість вакансій у західних областях, але залишило прифронтові зони з дефіцитом працівників. Попри зростання кількості вакансій у віддалених областях, не вистачає кандидатів на заповнення цих позицій, що підтверджує нерівномірне відновлення ринку праці.

Згідно з даними сервісу "Work.ua", хоча загальна кількість вакансій у січні 2024 року наблизилася до довоєнного рівня, розподіл робочих місць залишається нерівномірним. Наприклад, у Закарпатській області спостерігається значний надлишок робочих місць через активну релокацію підприємств, водночас у регіонах, що перебувають ближче до лінії фронту, таких як Донецька та Луганська області, робочі місця вкрай обмежені через активні бойові дії та високий рівень руйнувань.

Зберігається і висока невідповідність між пропозицією і попитом на робочу силу. Попри збільшення кількості вакансій, багато роботодавців зіштовхуються з відсутністю необхідних кваліфікацій серед шукачів роботи, що є результатом вимушеної міграції, мобілізації та змін у навчальних програмах, які не встигли адаптуватися до нових вимог ринку.

Важливим аспектом відновлення ринку праці є також психологічний стан шукачів та роботодавців, який залишається напруженим через тривалу невизначеність та емоційний тиск. Такі умови вимагають від держави не лише економічних, але й соціальних втручань, наприклад, програм психологічної підтримки та професійної перепідготовки.

Враховуючи викладене, ситуація на українському ринку праці вимагає комплексного підходу, який би включав заходи щодо стабілізації та відновлення економіки, підтримки бізнесу та роботодавців, а також сприяння зайнятості та реінтеграції переселенців та мобілізованих на ринок праці. Такий підхід допоможе не тільки відновити ринок праці, але й забезпечити його стале розвиток у майбутньому.

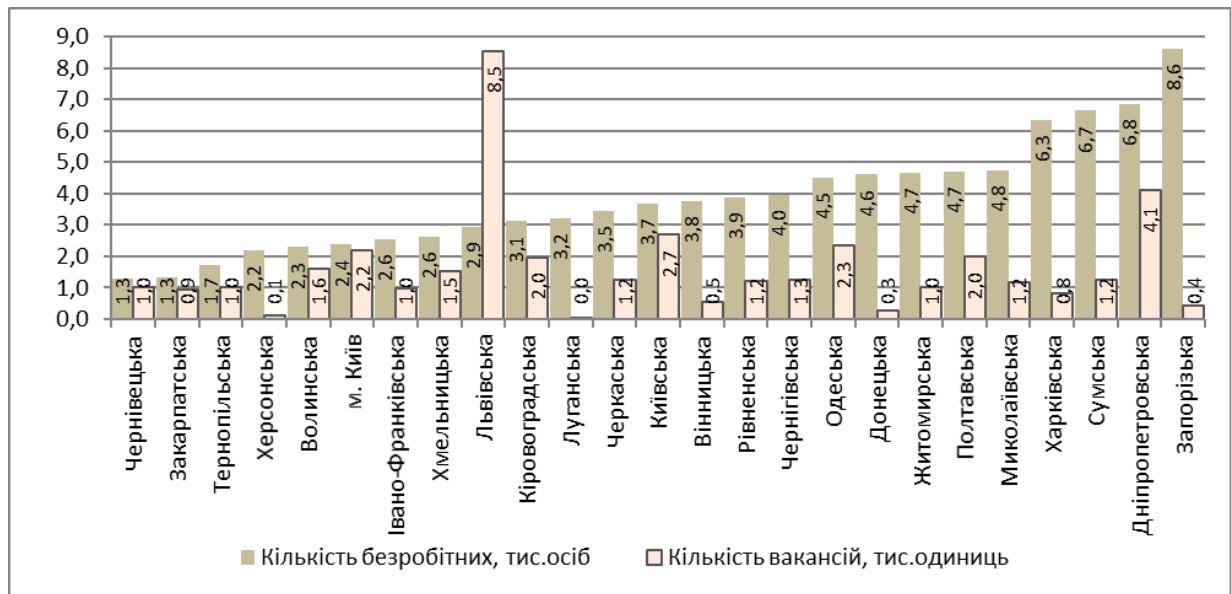


Рисунок 2.5 - Співвідношення вакансій до кількості непрацюючих осіб

Джерело: складено автором на основі [23]

Незважаючи на активні зусилля Державної служби зайнятості щодо інтеграції молоді на ринок праці, показники їхнього працевлаштування залишаються на низькому рівні. Молоді люди, шукаючи роботу, стикаються з цілим рядом проблем, які характерні для цієї вікової категорії. Це включає відсутність досвіду, недостатність навичок для професійної адаптації, соціальну незрілість, неспівпадіння першого робочого місця з рівнем здобутої освіти, високі вимоги роботодавців, а також невідповідність умов роботи очікуванням кандидатів. Всі ці фактори загострюють напругу на ринку праці серед молоді та сприяють частковій втраті трудового потенціалу країни, що ускладнює забезпечення економічного зростання та збільшує соціальну напругу.

Загострення проблем на ринку праці, особливо у пошуку якісних робочих місць, відбувається на тлі зниження мотивації працівників, основою якої є

стабільний дохід. Заробітна плата, запропонована роботодавцями, часто не відповідає очікуванням шукачів. Згідно з офіційною статистикою, середній розмір заробітної плати в вакансіях у 2023 році зріс на 14,6% та склав 11 559 грн. Однак рівень зарплати варіюється залежно від багатьох чинників, включаючи регіональні відмінності.

Ці регіональні відмінності значною мірою обумовлені розміщенням економічної та соціальної інфраструктури і збереженням високої диференціації заробітної плати між галузями та професіями. Значний вплив на вартість робочих місць має конкуренція на регіональних ринках праці та зростання попиту на певні професії в умовах війни. Наприклад, у 2023 році збільшилась зарплата у будівельників, особливо у звільнених та прифронтових регіонах, через зростаючу потребу у відбудові пошкоджених міст та інфраструктури. Водії всіх видів доставок та логістики також зазнали зростання заробітних плат на 11%.

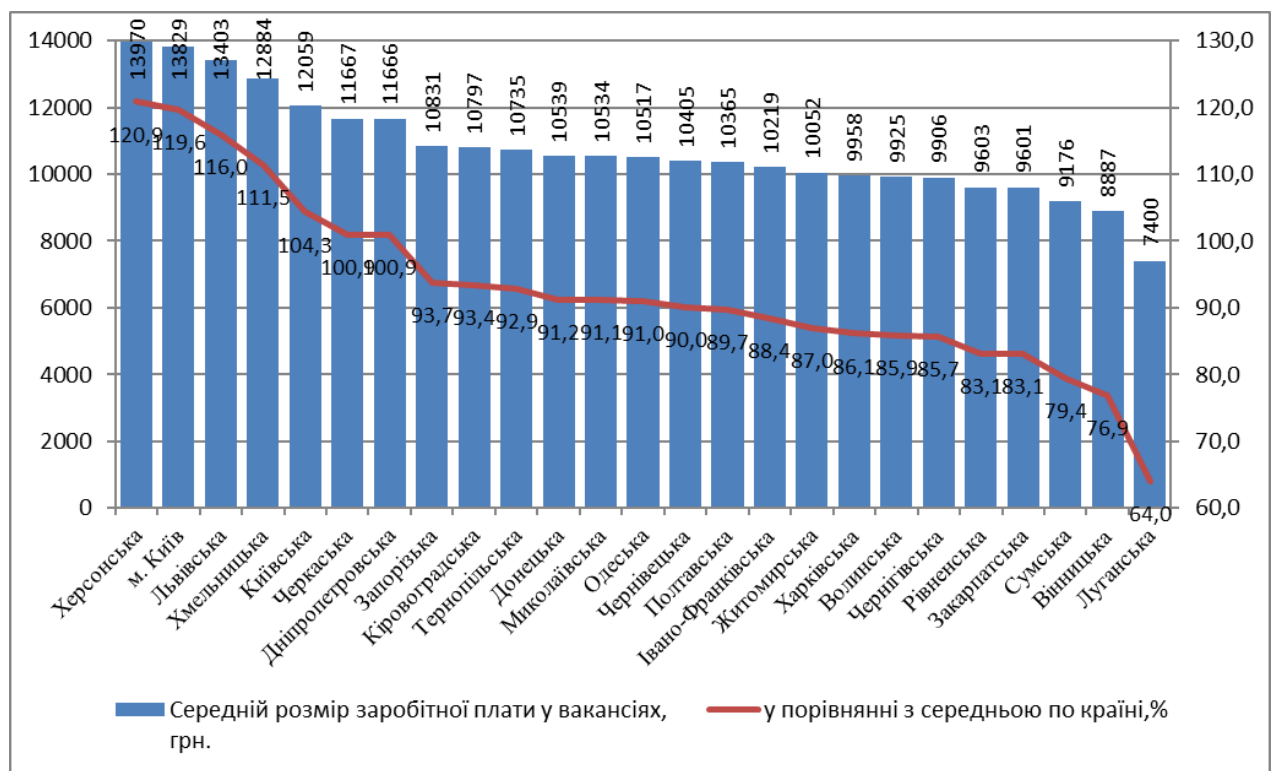


Рисунок 2.6 - Середня заробітна плата по регіонах

Джерело: складено автором на основі [44]

У 2023 році амплітуда міжрегіонального коливання середньої заробітної плати в вакансіях досягла 6 570 грн. Найбільш привабливими з точки зору розмірів трудових доходів виявилися пропозиції у Херсонській, Львівській,

Хмельницькій, Київській, Черкаській і Дніпропетровській областях. Натомість у Луганській, Вінницькій та Сумській областях заробітні плати були найнижчими, що на 30% менше, ніж у регіонах з найвищими зарплатами.

Таблиця 2.1 - Динаміки попиту на людський капітал

Місяць	Кількість вакансій (тис.)
Грудень 2022	74,16
Січень	91,69
Лютий	100,21
Березень	72,09
Квітень	76,86
Травень	87,38
Червень	89,88
Липень	84,63
Серпень	99,67
Вересень	98,88
Жовтень	91,99
Листопад	91,41
Грудень 2023	77,74

Джерело: складено автором на основі [18]

Грудень 2022 - Січень 2023: Спостерігається значне зростання попиту на людський капітал із 74,16 тис. до 91,69 тис. вакансій. Це може бути пов'язано з початком нового року, коли багато компаній активізують пошук нових співробітників для реалізації своїх планів на рік.

Січень - Лютий: Попит продовжує зростати, досягаючи 100,21 тис. вакансій у лютому, що може свідчити про подальше пожвавлення ринку праці після новорічних свят.

Лютий - Березень: Різке падіння кількості вакансій до 72,09 тис. у березні. Можливо, це пов'язано зі зміною економічної ситуації або сезонними коливаннями.

Березень - Вересень: З квітня починається поступове відновлення попиту на людський капітал. Кількість вакансій зростає і стабілізується до вересня. Це може бути результатом адаптації компаній до нових умов і активізації ділової активності в теплу пору року.

Вересень - Грудень: У жовтні починається новий етап падіння, яке триває до грудня, де кількість вакансій знижується до 77,74 тис. Це може бути пов'язано

з завершенням багатьох проектів до кінця року і меншою активністю компаній у цей період.

Статистика відновлення ринку праці України

WORK.ua

Кількість вакансій у березні 2024 року до лютого 2022 року.
Результати дослідження Work.ua

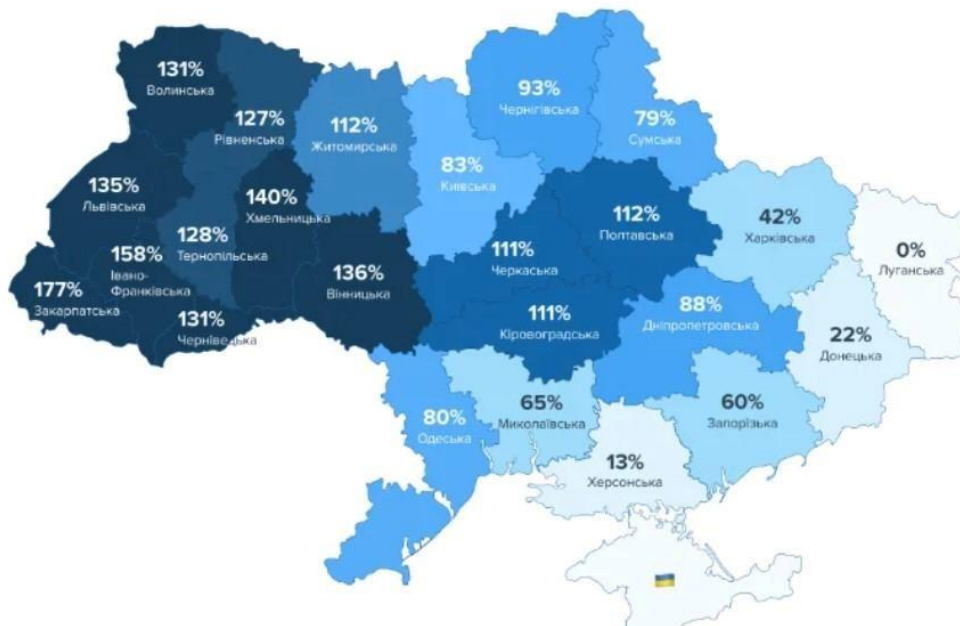


Рисунок 2.7 - Статистика відновлення ринку праці України [43]

Джерело: складено автором на основі [43]

Отже, зміни, викликані повномасштабним військовим конфліктом, ініційованим Російською Федерацією проти України, суттєво впливають на динаміку ринку праці в Україні, зокрема на його регіональні сегменти, поглиблюючи існуючі диспропорції та нерівномірність розвитку. Відновлення регіональних ринків праці обумовлене рядом факторів, зокрема: відстанню від зони бойових дій; змінами в обсязі ринку праці, пов'язаними з переміщенням бізнесу та підприємницькою активністю; ефективністю державної політики у сфері зайнятості та стимулюванні бізнесу; міграцією робочих кадрів; наявністю у регіоні резервів стабільності ринку праці та забезпеченням мобільності працівників.

2.2 Формалізація моделі ринку праці в умовах воєнного стану

Отже, повномасштабна військова агресія Росії проти України значно вплинула на динаміку ринку праці в країні, особливо у регіональному аспекті, посилюючи існуючі диспропорції та викликаючи нерівномірний розвиток. Відновлення регіональних ринків праці залежить від таких факторів, як віддаленість від лінії фронту, переміщення бізнесу, ефективність політик зайнятості, міграція працівників, наявність резервів стійкості та мобільності робочої сили в регіонах.

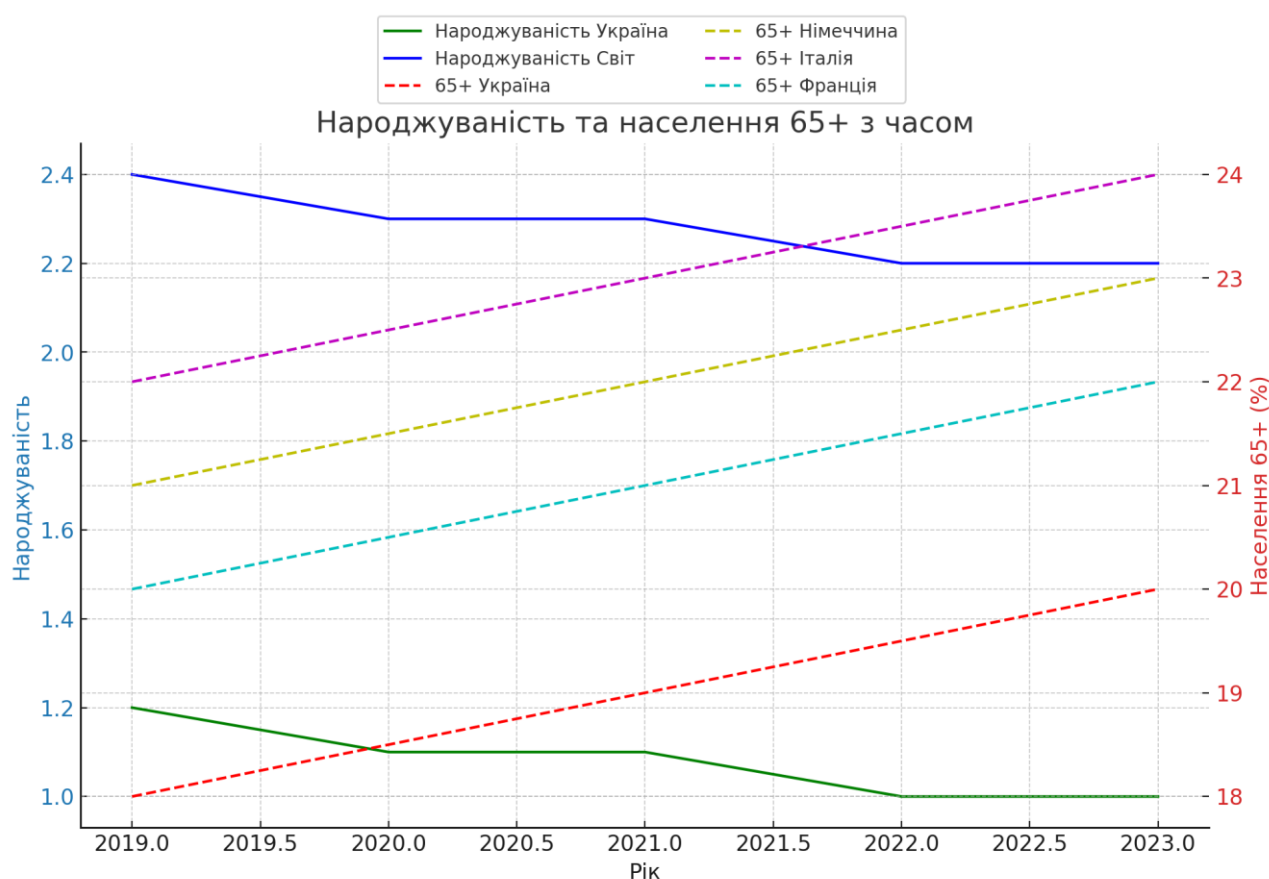


Рисунок 2.8 - Народжуваність Та Населення 65+ З Часом

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Також ми провели аналіз рівня народжуваності, який є ключовим показником демографічного стану країни. У 2021 році в Україні цей показник досягнув 1,16, що є одним з найнижчих серед обраних країн. Це значно нижче світового середнього рівня народжуваності, що становить 2,3 дитини на жінку.

Країни Європи та США також зазнають проблем з відтворенням населення, зокрема, Польща та Італія мають низькі показники народжуваності. Зокрема, вторгнення 2022 року погіршило ситуацію в Україні, і, ймовірно, у 2023 році рівень народжуваності знизиться ще більше, що негативно відобразиться на демографічній ситуації країни і, відповідно, на ринку праці.

Народжуваність є ключовим показником демографічного стану країни, оскільки вона визначає приріст населення. У 2021 році в Україні цей показник склав 1,16, що є одним з найнижчих серед обраних країн. Це значно нижче світового середнього рівня народжуваності, який становить 2,3 дитини на жінку. Проблеми з народжуваністю також спостерігаються в країнах Європи та США; наприклад, Польща та Італія мають низькі показники народжуваності.

Вторгнення 2022 року погіршило демографічну ситуацію в Україні, і, ймовірно, у 2023 році рівень народжуваності знизиться ще більше. Це може мати негативний вплив на демографічну ситуацію країни і, відповідно, на ринок праці. Низький рівень народжуваності може призвести до зменшення кількості працездатного населення, що може створити додаткові труднощі для економіки та соціальних систем.

Додатково ми розглянули вікову структуру населення, що дозволяє детальніше оцінити демографічну ситуацію. Україна має порівняно низький відсоток осіб віком 65 років і старше у порівнянні з іншими країнами, але з високим рівнем дитячого населення. За даними 2022 року, показник для осіб 65 років і старше складав 18,8%. Проте, в країнах як Німеччина, Італія та Франція, де високий рівень населення пенсійного віку, спостерігається проблема старіння нації. Україна також зіштовхується з цією проблемою, особливо в контексті зниження народжуваності та зростання частки осіб пенсійного віку, що створює додаткове навантаження на ринок праці. Ситуація може погіршитися через вторгнення, яке спричинило зниження народжуваності до найнижчих рівнів за час незалежності України та збільшення частки населення старшого віку.

Рівень зайнятості та безробіття є критичними показниками, які визначають стан ринку праці та соціальну ситуацію в країні. Згідно з даними 2022 року,

світовий середній рівень безробіття становив 5,8%. В Україні цей показник був найвищим серед обраних країн, що було викликано масштабною міграцією через військові дії. Наприклад, у США, країні з найбільшою економікою світу, рівень безробіття у 2022 році склав 3,6%, тоді як середній показник в Європейському Союзі був 6,1%. В Україні, до початку війни, рівень безробіття також був високим і складав 10,9% у 2021 році, що свідчить про тривалі проблеми з безробіттям.

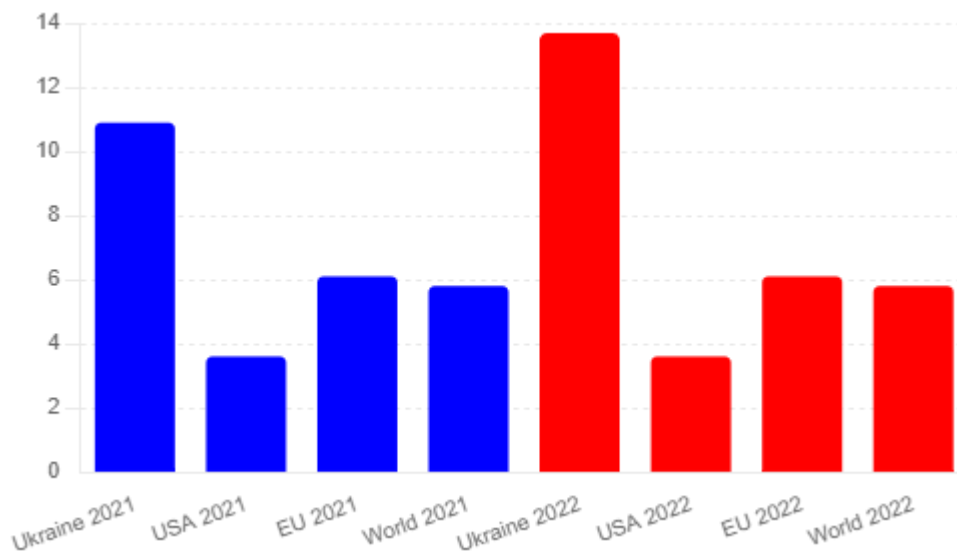


Рисунок 2.9 - Рівень зайнятості та безробіття

Джерело: складено автором на основі [26]

Зайнятість в Україні у 2022 році мала один з найнижчих показників у Європі — 49,7%. Це було нижче, ніж у Італії, де рівень зайнятості також був відносно низьким. Світовий середній рівень зайнятості становив 56%. Висока частка осіб пенсійного віку у таких країнах, як Італія, значно впливає на зайнятість.

В Україні проблема з зайнятістю поглибилася з початком повно масштабного вторгнення, що спричинило подальше зниження рівня зайнятості у 2022 році. Нестабільна демографічна, політична та економічна ситуація, а також військові дії значно ускладнили ситуацію на ринку праці.

Також було досліджено рівень задоволеності роботою. Згідно з опитуваннями, у 2021 році лише 48% українців були загалом задоволені своєю роботою, з яких лише 10% повністю задоволені.

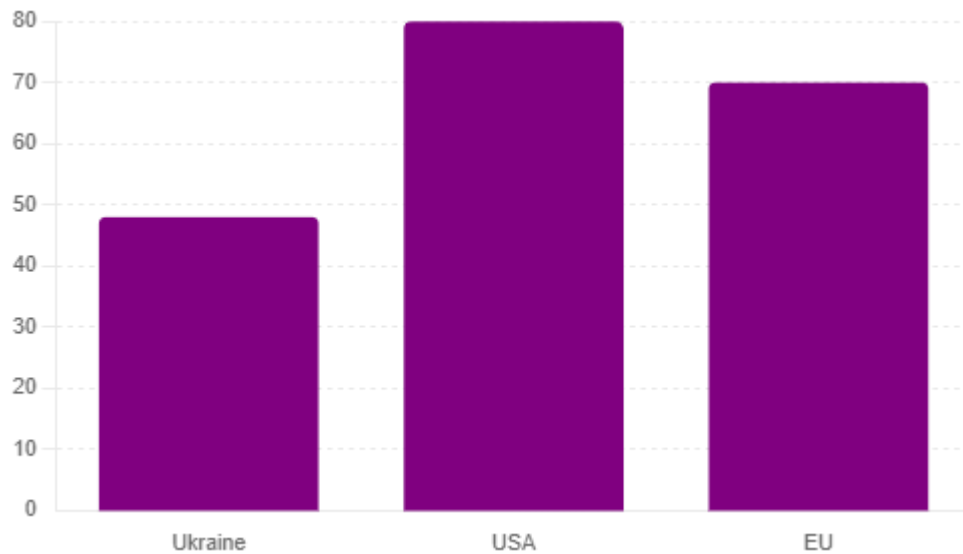


Рисунок 2.10 - Задоволеність власною роботою

Джерело: складено на основі власних розрахунків

У порівнянні з іншими країнами, у США 80% населення задоволені своєю роботою, а в середньому по Європі — 70%. Задоволеність роботою тісно пов'язана з рівнем заробітної плати, яка в Україні у 2022 році складала всього 414 доларів США, що є найнижчим показником серед розглянутих країн.

Цей показник більш ніж у два рази нижчий за середній рівень в Європейських країнах. Значення заробітної плати впливає на рівень задоволеності роботою, тому важливо підвищувати заробітну плату в Україні до Європейського рівня для покращення цього показника.

Отже, ми провели порівняльний аналіз ринку праці України з країнами Європи, нашими сусідами, США, а також з європейськими країнами з найбільшими економіками. Виявилося, що Україна має один із найгірших показників зміни чисельності населення серед аналізованих держав. Країна також відзначається одним із найнижчих рівнів народжуваності та високою часткою літнього населення, що спричиняє зростаючу проблему старіння нації. Це в свою чергу негативно впливає на ринок праці, зменшуючи кількість економічно активного населення, що погіршує економічну ситуацію в цілому.

Важливими індикаторами, що оцінюють стан ринку праці, є рівні зайнятості та безробіття. Україна вирізняється високим рівнем безробіття та низьким рівнем зайнятості порівняно з іншими дослідженими країнами. Великий вплив на ці показники мало масштабне військове вторгнення у 2022 році. Задоволеність населення своєю роботою в Україні залишається низькою, особливо через низьку заробітну плату, яка значно відстає від показників інших країн. Це відображає загалом низьку продуктивність праці в Україні, що може бути пов'язано з нестачею кваліфікованих робітників.

Загалом, стан українського ринку праці наразі є складнішим порівняно з Європейськими країнами та США. Відтак, важливо зосередити зусилля на стабілізації та покращенні стану економіки, демографії, а також ринку праці, впроваджуючи реформи, спрямовані на підвищення кваліфікації працівників, розвиток освітньої системи та інноваційний розвиток країни.

2.3 Використання математичної моделі для аналізу та прогнозування

Проблема плинності персоналу є актуальною для будь-якого бізнесу, оскільки стабільність кадрового складу безпосередньо впливає на продуктивність та успіх підприємства. Плинність персоналу — це звичайний явище на ринку праці, яке вимагає детального аналізу на кожному підприємстві. Розуміння факторів, що сприяють відтоку співробітників, дозволяє краще планувати стратегії утримання персоналу.

Один із підходів до аналізу плинності кадрів — це використання класифікаційних методів машинного навчання. Класифікація передбачає прогнозування певного класу на основі аналізу вхідних даних. Наприклад, можна розробити модель, яка передбачає ймовірність звільнення працівника з підприємства на основі визначених факторів, використовуючи методи такі як логістична регресія, наївний Байес, дерева рішень чи нейронні мережі. Під час розробки модель спочатку тренується на навчальній вибірці, а потім її ефективність перевіряється на тестовій вибірці.

$$P(A|B) = \frac{(B|A)*P(A)}{P}, \quad (2.1)$$

$P(B)$

де $P(A|B)$ — апостеріорна ймовірність класу A ;

$P(A)$ — апріорна ймовірність класу A ;

$P(B)$ — апріорна ймовірність класу B ;

$P(B|A)$ — правдоподібність, що є ймовірністю класу B

Наївний класифікатор Байеса базується на теорії Байеса, яка використовує умовні ймовірності для прогнозування класу вихідних даних. Цей метод добре підходить для бінарної класифікації, де потрібно класифікувати дані на дві категорії. Ключовою перевагою наївного Байеса є його здатність до швидкого навчання та прогнозування, особливо у великих наборах даних.

Метод k -найближчих сусідів дозволяє класифікувати точки даних шляхом аналізу їх найближчих сусідів у просторі ознак. Важливою частиною підготовки до використання цього методу є нормалізація даних, що забезпечує однаковий масштаб ознак та підвищує точність класифікації. Відстань між точками часто вимірюється за допомогою евклідової відстані.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}, \quad (2.2)$$

де y_i — значення вектору цільової змінної; x_i — значення вектору незалежної змінної.

Дерева рішень — це ще один популярний метод класифікації, що використовує структуру дерева для визначення класу на основі набору правил. Цей метод має чітку візуальну інтерпретацію, що полегшує аналіз рішень, але великі дерева можуть призвести до перенавчання. Щоб уникнути цієї проблеми, застосовується обрізка дерева.

Ці методи машинного навчання дозволяють не лише аналізувати плінність персоналу, але й розробляти ефективні стратегії її мінімізації, використовуючи передбачувальні моделі для визначення ключових факторів, що впливають на рішення працівників про звільнення.

Метод k-найближчих сусідів працює на принципі аналізу класу нової точки даних на основі класів її найближчих сусідів у просторі ознак. Оптимальна кількість найближчих сусідів для врахування визначається емпірично: для даних з викидами або шумом зазвичай використовується більше сусідів для згладжування впливу аномалій. Експериментування з різною кількістю сусідів та оцінювання точності кожної моделі допомагає визначити оптимальну кількість для конкретного набору даних.

Дерева рішень використовують ієрархічну структуру для класифікації даних. Цей метод починається з кореневого вузла, що не має вхідних гілок, і розгалужується до внутрішніх вузлів, кожен з яких репрезентує рішення на основі атрибутів даних. Кінцеві точки цих гілок, або листкові вузли, представляють кінцеві класи або результати. Ця структура забезпечує зрозумілість і легкість інтерпретації, але великі дерева можуть створювати проблеми з перенавчанням та точністю. Для уникнення цих проблем використовується техніка обрізки дерев, яка видаляє надмірні або малоефективні гілки, тим самим спрощуючи модель.

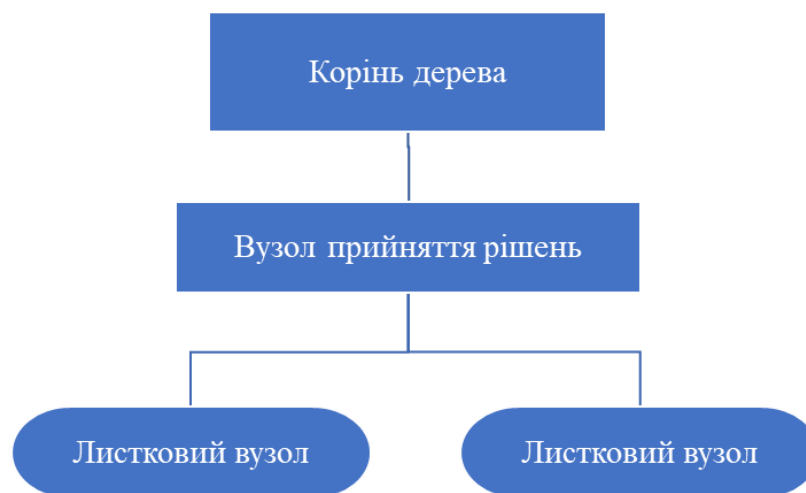


Рисунок 2.10 - Ієрархічна структура дерева рішень

Джерело: складено автором на основі [22]

Для створення дерева рішень використовується методика рекурсивного двійкового розбиття на навчальній вибірці, що дозволяє визначити найкращі точки для поділу в дереві. Ключовий елемент цього процесу - вибір критерію розбиття, серед яких одним з основних є ентропія. Ентропія міряє рівень

невизначеності в даних і розраховується для кожного класу у наборі. Якщо всі точки даних належать до одного класу, ентропія дорівнює нулю, вказуючи на відсутність невизначеності. Вибір для поділу дерева робиться на основі атрибута, який забезпечує найбільше зниження ентропії.

Індекс Джинні - це ще один критерій, який використовується для визначення місця розділення в дереві рішень і відображає ймовірність помилкової класифікації елементів випадково обраного класу. Нижчий індекс Джинні вказує на меншу ймовірність помилки при класифікації.

$$G = 1 - \sum_{i=1}^c (p_i(c))^2, \quad (2.4)$$

де p_i – частка точок даних, що належать i -го класу.

Після розробки моделей, оцінка їхньої точності є критичною. Один із способів оцінки - використання матриці відповідностей, яка демонструє кількість правильних та неправильних прогнозів зроблених моделлю. Ця матриця допомагає візуально оцінити ефективність моделі та зрозуміти які класи були прогнозовані точно, а які - з помилками.

Таблиця 2.2 - Матриця відповідностей класифікаційної моделі

Фактичні\Прогнозовані	Так	Ні
Так	Правильні Позитивні (TP)	Помилкові Негативні (FN)
Ні	Помилкові Позитивні (FP)	Правильні Негативні (TN)

Джерело: розроблено автором на основі [37]

На основі матриці відповідностей можна розрахувати різні показники точності. Точність класифікації розраховується за формулою:

$$Acc = TP+TN+FP+FN \quad (2.5)$$

де TP –кількість правильно позитивних результатів;

TN – кількість правильно негативних результатів;

FP – кількість помилко позитивних результатів;

FN – кількість помилково негативних результатів.

Точність класифікації відображає частку правильних прогнозів серед усіх спостережень. Цей показник корисний, коли класи мають приблизно однакову кількість спостережень. Наприклад, якщо 70% спостережень належать класу А і 30% – класу Б, можна досягти 70% точності, правильно передбачивши лише один клас. Однак, важливо, щоб модель була максимально точною при прогнозуванні обох класів.

Точність прогнозу позитивного класу (Precision):

Цей показник важливий, коли хибно-позитивний результат має більший вплив, ніж хибно-негативний. Наприклад, якщо класифікаційна модель віднесла клієнта банку до класу тих, що сплатили кредит вчасно, хоча насправді клієнт не сплатив заборгованість, це може завдати шкоди бізнесу.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.6)$$

де TP – кількість правильно позитивних результатів

FP – кількість помилково позитивних результатів.

Чутливість відображає відсоток правильно передбачених фактичних позитивних випадків. Цей показник важливий, коли хибно-негативний результат має більший вплив, ніж хибно-позитивний. Наприклад, якщо класифікаційна модель віднесла пацієнта з смертельним захворюванням до класу здорових пацієнтів.

Показник F1:

TP

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.7)$$

де TP – кількість правильно позитивних результатів;

TN – кількість правильно негативних результатів.

Показник F1 є гармонійним середнім точності (Precision) та чутливості (Recall). Він показує наскільки точним і надійним є класифікатор. Чим вищий цей показник, тим краща модель.

$$F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (2.8)$$

де Precision – частка правильно передбачених випадків з усіх випадків позитивного класу;

Recall – точність передбачення позитивних випадків.

Площа під кривою помилок (AUC):

Крива помилок показує частоту правильних позитивних результатів проти частоти помилкових позитивних результатів при різних порогових значеннях. Площа під цією кривою є показником AUC. Чим більше значення площі, тим вища частота правильних позитивних прогнозів, що свідчить про високу точність моделі.

Отже, побудова моделей часових рядів є важливим для дослідження динамічних економічних процесів. Ринок праці можна прогнозувати за допомогою часових рядів. Для моделювання процесів на підприємстві доцільно використовувати методи машинного навчання, такі як дерева рішень, метод Наївного Байеса, k-найближчих сусідів та інші.

Дерева рішень – це потужний і зрозумілий метод для розв'язання задач класифікації та регресії в машинному навчанні. Вони представляють процес прийняття рішень у вигляді дерева, де кожен вузол відповідає за перевірку певної умови, а кожна гілка – за результат цієї перевірки.

Основні етапи використання дерев рішень:

1. Збір даних: Спочатку потрібно зібрати дані, які будуть використовуватися для побудови моделі. Ці дані повинні містити вхідні ознаки (фактори) і вихідні змінні (мітки).
2. Попередня обробка даних:

- Обробка пропущених значень.
 - Перетворення категоріальних даних в числові.
 - Масштабування даних, якщо це необхідно.
3. Розподіл даних на навчальний та тестовий набори: Дані діляться на дві частини: навчальний набір (для побудови моделі) і тестовий набір (для оцінки моделі).
 4. Побудова дерева рішень:
 - Вибір алгоритму (наприклад, CART, ID3, C4.5).
 - Визначення критерію розділення (наприклад, інформаційний приріст, коефіцієнт Джині).
 - Визначення глибини дерева та інших параметрів моделі.
 5. Навчання моделі: Використання навчального набору для побудови дерева рішень. Під час навчання модель ітеративно розділяє дані на підмножини, вибираючи найкращі розділення на кожному етапі.
 6. Оцінка моделі: Використання тестового набору для оцінки точності моделі. Метрики, такі як точність (accuracy), чутливість (recall), точність (precision) і F1-міра, можуть бути використані для оцінки якості моделі.
 7. Оптимізація моделі:
 - Підрізка дерева для уникнення перенавчання (overfitting).
 - Налаштування гіперпараметрів за допомогою крос-валідації.
 8. Використання моделі: Застосування навченої моделі до нових даних для здійснення прогнозів або прийняття рішень.

Приклад на Python з використанням бібліотеки scikit-learn

```
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score, precision_score, recall_score,
f1_score
from sklearn import tree
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# 1. Збір даних (наприклад, датасет про ірис)
from sklearn.datasets import load_iris
data = load_iris()
df = pd.DataFrame(data.data, columns=data.feature_names)
df['target'] = data.target

# 2. Попередня обробка даних (дані вже готові)

# 3. Розподіл даних на навчальний та тестовий набори
X = df.drop('target', axis=1)
y = df['target']
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3,
random_state=42)

# 4. Побудова дерева рішень
clf = DecisionTreeClassifier(criterion='gini', max_depth=3, random_state=42)

# 5. Навчання моделі
clf.fit(X_train, y_train)

# 6. Оцінка моделі
y_pred = clf.predict(X_test)
print(f'Accuracy: {accuracy_score(y_test, y_pred):.2f}')
print(f'Precision: {precision_score(y_test, y_pred, average="macro"): .2f}')
print(f'Recall: {recall_score(y_test, y_pred, average="macro"): .2f}')
print(f'F1 Score: {f1_score(y_test, y_pred, average="macro"): .2f}')

# 7. Візуалізація дерева рішень
plt.figure(figsize=(12, 8))
tree.plot_tree(clf, filled=True, feature_names=data.feature_names,
class_names=data.target_names)
plt.show()
```

Цей код демонструє основні етапи створення та використання дерева рішень для класифікації ірисів. Модель оцінюється за допомогою метрик точності, точності передбачення, чутливості та F1-міри, а також візуалізується за допомогою бібліотеки `matplotlib`.

Висновки до другого розділу

Український ринок праці зіштовхується з комплексом серйозних викликів, включаючи зменшення чисельності населення, низький рівень народжуваності та демографічне старіння. Ці проблеми призводять до скорочення робочої сили та збільшення навантаження на пенсійну систему. Воєнний стан в Україні поглиблює ці проблеми, спричиняючи додаткові втрати робочої сили, міграцію та руйнування інфраструктури.

Для аналізу та прогнозування ринку праці в умовах воєнного стану було розроблено математичну модель, яка враховує такі ключові фактори:

Вплив воєнних дій: втрати робочої сили, міграція, руйнування інфраструктури та виробничих потужностей. Демографічні зміни: зменшення чисельності населення, низький рівень народжуваності, демографічне старіння та зміни у віковій структурі населення. Економічні показники: рівень безробіття, зайнятість у різних секторах економіки, рівень заробітної плати, інфляція та інші макроекономічні показники. Соціальні фактори: рівень освіти, професійна підготовка, мобільність робочої сили та інші соціальні аспекти, що впливають на ринок праці. Модель враховує взаємозв'язки між цими факторами та дозволяє оцінити їх вплив на динаміку ринку праці.

Розроблена модель є потужним інструментом для аналізу та прогнозування ринку праці в Україні. Вона дозволяє: Оцінити вплив воєнних дій та демографічних змін на ринок праці: визначити масштаби втрат робочої сили, прогнозувати рівень безробіття та зайнятості, оцінити потреби у професійній підготовці та перекваліфікації. Розробити ефективні заходи для підтримки ринку праці: визначити пріоритетні напрямки державної політики, розробити програми підтримки зайнятості та стимулювання створення нових робочих місць, забезпечити соціальний захист найбільш вразливих груп населення.

Використання математичної моделі дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо розвитку ринку праці та забезпечення його стійкості в умовах воєнного стану та демографічних викликів.

3 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ

3.1 Аналіз результатів моделювання ринку праці України на базі одномірних часових рядів

Для аналізу стану ринку праці, одним з ключових методів, який ми використовуємо, є метод прогнозування часових рядів. Цей підхід дозволяє нам вивчати динаміку показників, таких як рівень зайнятості, безробіття, економічна активність, ВВП, інвестиції, інфляція та заробітна плата, впродовж певного періоду часу. Особлива увага зосереджується на рівні зайнятості, який вважається ключовим показником, що чітко відображає стан та тенденції на ринку праці.

Метою нашого аналізу є прогнозування рівня зайнятості на майбутнє. Для досягнення цієї мети ми використовуємо статистичні методи та моделі, які базуються на історичних даних про ринок праці. Ці дані дозволяють нам виявляти тенденції та закономірності, що спостерігалися в минулому, та використовувати їх для прогнозування майбутніх значень.

Важливо зазначити, що прогнозування ринку праці є складним завданням через вплив багатьох факторів, таких як економічні зміни, політичні рішення, технологічний прогрес та соціокультурні тенденції. Тому наш аналіз базується не лише на математичних моделях, а й на глибокому розумінні контексту та особливостей ринку праці.

Застосування методів прогнозування часових рядів дозволяє нам не лише аналізувати минулі тенденції, але й розробляти стратегії та рекомендації для майбутнього, що допомагає управлінню ринком праці, плануванні ресурсів та прийнятті рішень у сфері соціально-економічного розвитку.

Спочатку проводимо збір і обробку даних. Дані про ринок праці і стан економіки збираються Державною службою статистики, відтак ми отримали щоквартальні дані про рівень зайнятості за період 2003-2021 рр. З інших джерел ми додатково зібрали дані за 2022 рік. Визначили основні фактори, що можуть

вплинути на рівень зайнятості, включаючи безробіття, середню зарплату, індекс споживчих цін, ВВП, прямі інвестиції, та рівень економічної активності.

Для моделювання ми обрали мову програмування R із використанням пакетів Tidyverse для обробки даних та frr3 для роботи з часовими рядами. Після завантаження даних у форматі tsibble, ми переходимо до візуалізації та аналізу часового ряду рівня зайнятості за допомогою функції autoplot(). З візуалізації виявляємо наявність тренда і відсутність сезонності, хоча і є коливання по кварталах. Аналіз показав, що протягом декількох періодів відбулося значне падіння рівня зайнятості, зокрема на початку 2009, 2014 та 2022 років. Часовий ряд в цілому показує знижувальний тренд з періодичними відновленнями.

В результаті, наш аналіз часових рядів дозволяє краще зрозуміти динаміку ринку праці і може слугувати основою для розробки стратегій з покращення рівня зайнятості.



Рисунок 3.1 - Динаміка ринку праці

Джерело: складено автором на основі [15]

Для аналізу сезонності ринку праці можна скористатися графічним зображенням за кварталами, використовуючи функцію gg_season. З графіку видно, що зазвичай наприкінці року рівень зайнятості злегка зростає порівняно з його початком. Явно видно, що 2022 рік мав найнижчий показник зайнятості за весь період спостережень, тоді як найвищі показники спостерігались у 2012-2013 роках.

Для детальнішого розуміння динаміки зайнятості ми провели декомпозицію часового ряду за допомогою методу STL, який розглядає часовий ряд як суму трьох компонент: тренду, сезонності та випадкових залишків. Результати декомпозиції підтвердили наявність вираженого спадного тренду та значної сезонності.

Окрему увагу в дослідженні ми приділили аналізу автокореляції, яка дозволяє виміряти лінійні зв'язки в часових рядах. Аналіз показав наявність статистично значущої автокореляції на початкових чотирьох зсувах, що свідчить про можливість використання авторегресійних моделей для прогнозування майбутнього рівня зайнятості.

Для надійності висновків важливо перевірити часовий ряд на стаціонарність. Стаціонарний ряд має постійну дисперсію, середнє значення та автокореляцію. Для перевірки стаціонарності застосовуються статистичні тести, такі як тест Дікі-Фуллера та тест KPSS. Згідно з результатами цих тестів, часовий ряд рівня зайнятості не є стаціонарним. Для досягнення стаціонарності використовують перетворення, наприклад, логарифмування або диференціювання.

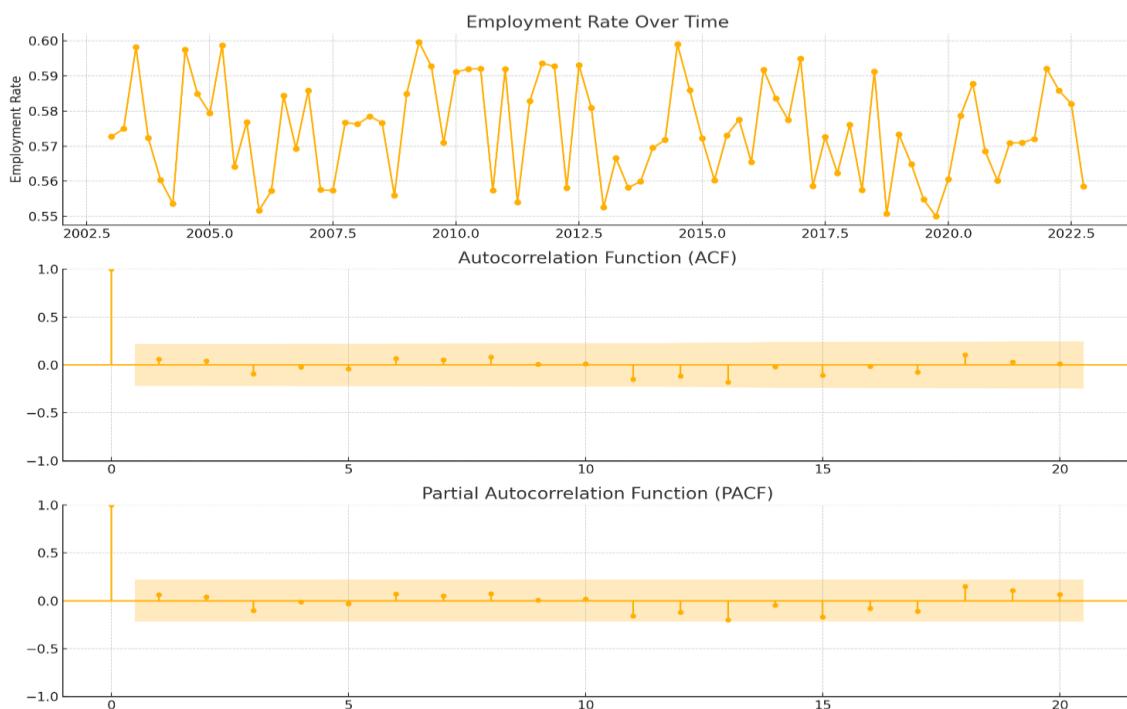


Рисунок 3.1 - Результат тестів Дікі-Фуллера та KPSS на стаціонарність часового ряду рівня зайнятості

Джерело: складено на основі власних розрахунків

За допомогою функції `unitroot_ndiffs` можна визначити необхідний порядок різниць для приведення ряду до стаціонарного стану. Застосувавши різницювання першого порядку, часовий ряд стає стаціонарним. Перевірка за тестом KPSS підтверджує стаціонарність ряду після першого різницювання, що дозволяє використовувати його для побудови авторегресійних моделей.

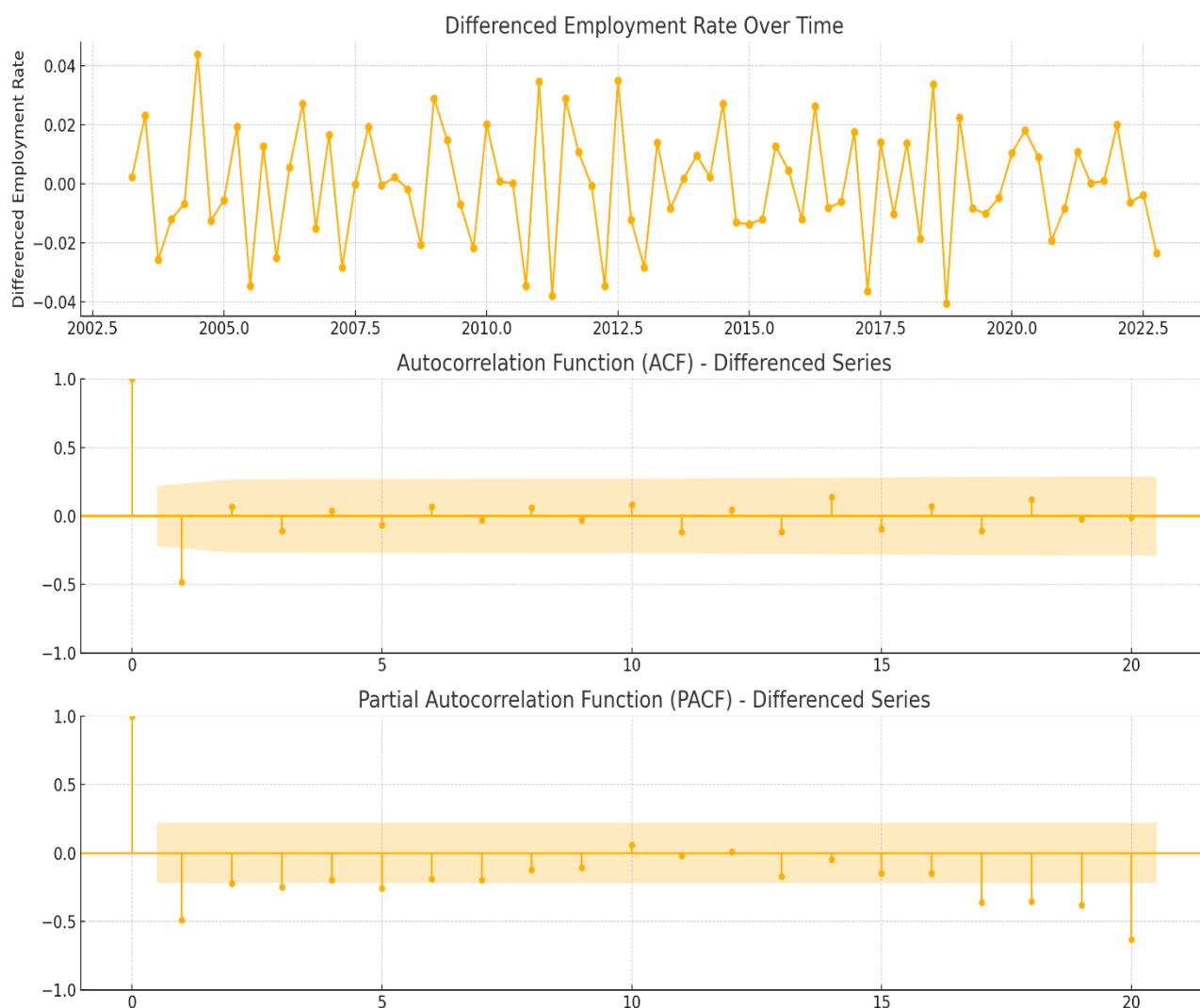


Рисунок 3.2 - Перевірка за тестом KPSS

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Далі розділимо часовий ряд на навчальну вибірку (2003-2018 рр.) і тестову вибірку (2019-2022 рр.). Для моделювання рівня зайнятості використаємо методи авторегресії, експоненціального згладжування та методологію Prophet. Моделі ARIMA (авторегресійні моделі) використовують лінійну комбінацію попередніх

значень ряду. Вони включають три компоненти: авторегресія (AR), інтегрування (I), та ковзне середнє (MA). Існують два ключові способи визначення параметрів моделі: побудова графіків часткової та звичайної автокореляції або автоматичний вибір параметрів за алгоритмом Хайндмана-Кхандакара.

З аналізу автокореляції та часткової автокореляції видно, що лаг 2 є статистично значущим. Тому побудуємо модель $AR(2,1,0)$, тобто з різницями першого порядку та затримкою 2 спостереження. Також побудуємо модель $MA(0,1,2)$, що представляє ковзне середнє з порядком відхилення 2 спостереження. Крім того, використаємо метод автоматичного підбору параметрів.

Таким чином, для аналізу та прогнозування рівня зайнятості будемо використовувати моделі $ARIMA$ з автоматичним вибором параметрів, що забезпечить точність та надійність наших прогнозів.

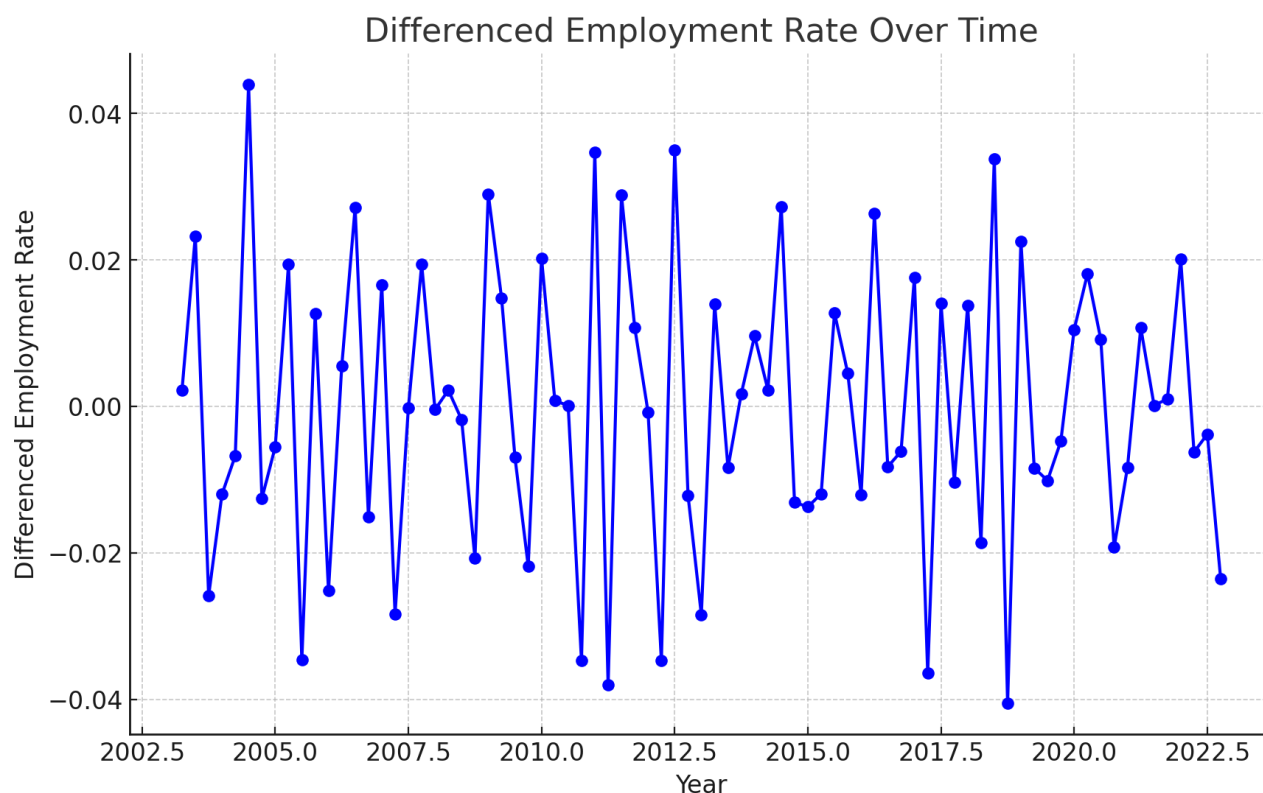


Рисунок - 3.3 Різниця рівня зайнятості з часом

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Цей диференційований ряд можна використовувати для побудови авторегресійних моделей, таких як $ARIMA$, для подальшого аналізу та прогнозування.

Для побудови моделей використовуємо функцію `model()` з бібліотеки `fabletools`. У результаті ми побудували три моделі: $AR(2,1,0)$, $MA(0,1,2)$ та $SAR(1,0,0)(2,1,0)$. Для вибору найкращої моделі порівнюємо інформаційні критерії Акаїке та Байеса. Модель SARIMA з автоматичним підбором параметрів має найнижчі значення обох критеріїв, що робить її найкращою для прогнозування нашого ряду.

Наступним кроком є перевірка залишків моделі SARIMA на незалежність. Якщо залишки незалежні і виглядають як білий шум, модель можна вважати якісною і придатною для прогнозування. Проведемо тест Льюнга-Бокса та побудуємо корелограму залишків. Результати тесту показали p -значення = 0.444, що дозволяє відхилити альтернативну гіпотезу про залежність залишків. Корелограма показує, що залишки схожі на білий шум, підтверджуючи якість моделі.

Далі побудуємо модель ETS, яка оцінює тренд, сезонність та залишки, і порівняємо її з іншими моделями. Також використаємо методологію Prophet для створення моделі та порівняємо результати всіх моделей. Модель ETS була побудована з мультиплікативними залишками та сезонністю. За результатами моделювання, модель Prophet виявилася найточнішою з RMSE 0.0615 (рис. 3.10).

Потрібно перевірити модель Prophet на незалежність залишків. Проведемо тест Льюнга-Бокса та побудуємо корелограму залишків. Тест показав p -значення = 0.0533, що є доволі низьким, проте дозволяє прийняти нульову гіпотезу про незалежність залишків. Корелограма показує статистично значиму автокореляцію з лагом 4, що є негативним для якості моделі. Проте тест Льюнга-Бокса вказує на незалежність залишків.

Для побудови моделей використовуємо функцію `model()` з бібліотеки `fabletools`. У результаті були побудовані три моделі: $AR(2,1,0)$, $MA(0,1,2)$ та $SAR(1,0,0)(2,1,0)$. Для вибору найкращої моделі порівнюємо інформаційні критерії Акаїке та Байеса. Модель SARIMA з автоматичним підбором параметрів має найнижчі значення обох критеріїв, що робить її найкращою для прогнозування нашого ряду.

Наступним кроком є перевірка залишків моделі SARIMA на незалежність. Якщо залишки незалежні та виглядають як білий шум, це означає, що модель якісна і може використовуватися для прогнозування. Проведемо тест Льюнга-Бокса та побудуємо корелограму залишків. Результати тесту показали p -значення = 0.444, що дозволяє відхилити альтернативну гіпотезу про залежність залишків. Корелограма показує, що залишки схожі на білий шум, підтверджуючи якість моделі.

Далі побудуємо модель ETS, яка оцінює тренд, сезонність та залишки, і порівняємо її з іншими моделями. Також використаємо методологію Prophet для створення моделі та порівняємо результати всіх моделей. Модель ETS була побудована з мультиплікативними залишками та сезонністю. За результатами моделювання, модель Prophet виявилася найточнішою з RMSE 0.0615.

Потрібно перевірити модель Prophet на незалежність залишків. Проведемо тест Льюнга-Бокса та побудуємо корелограму залишків. Тест показав p -значення = 0.0533, що є доволі низьким, проте дозволяє прийняти нульову гіпотезу про незалежність залишків. Корелограма показує статистично значиму автокореляцію з лагом 4, що є негативним для якості моделі. Проте тест Льюнга-Бокса вказує на незалежність залишків.

У результаті моделювання методами SARIMA, ETS і Prophet показали подібну точність. Як видно з графіку, прогноз за всіма методами має схожу структуру (рис. 3.12). Проте жодна з моделей не передбачає значний спад у 2022 році через початок повномасштабного вторгнення, що є складним фактором для оцінки. До 2022 року моделі мали достатньо низьке відхилення у порівнянні з фактичними значеннями. За показниками MAE та RMSE модель Prophet має незначну перевагу, що робить її найкращою серед побудованих.

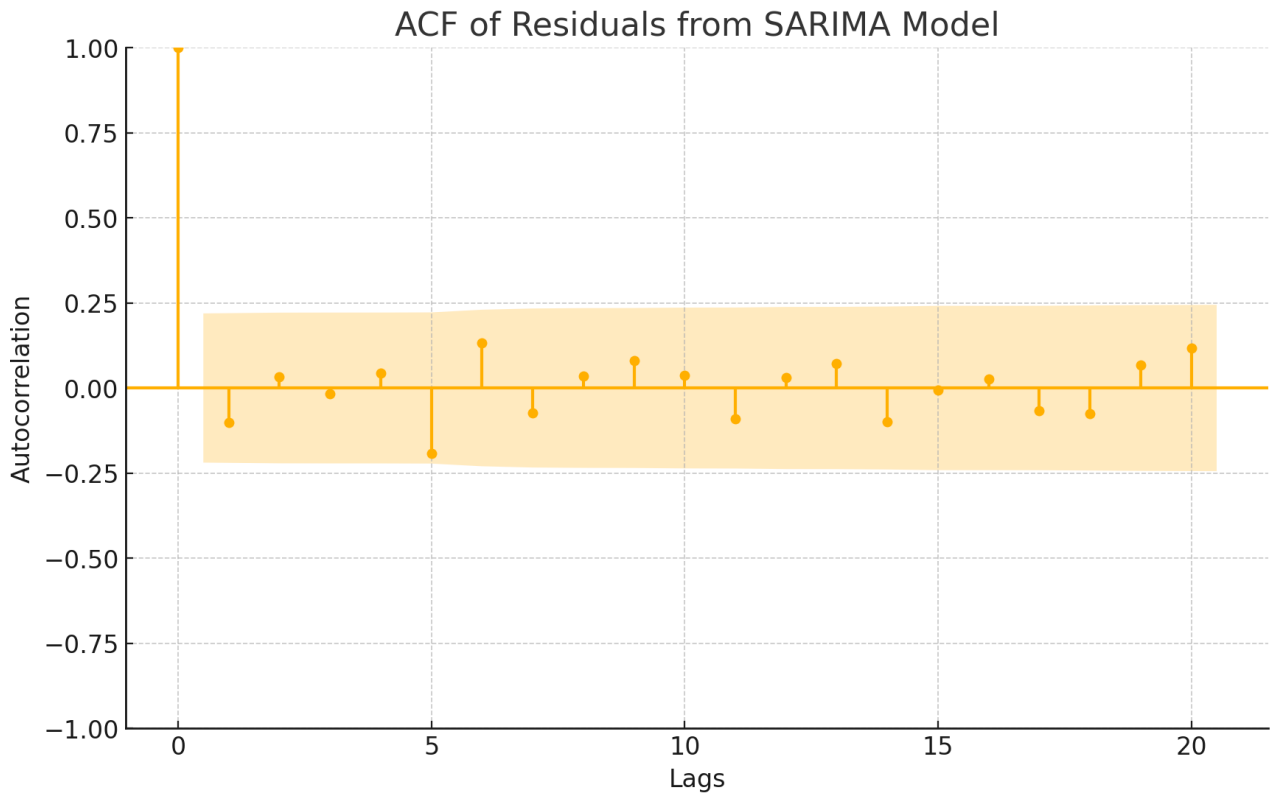


Рисунок 3.4 - Графік автокореляційної функції (ACF) залишків від моделі SARIMA

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Ось графік автокореляційної функції (ACF) залишків від моделі SARIMA, який показує автокореляцію на різних лагах.

Результати тесту Льюнга-Бокса

- Ljung-Box статистика: 7.248439
- р-значення: 0.701801

Оскільки р-значення значно вище рівня значущості (наприклад, 0.05), ми не відхиляємо нульову гіпотезу про незалежність залишків, що підтверджує, що залишки моделі є незалежними і схожими на білий шум.

3.2 Аналіз результатів багатofакторного моделювання динаміки ринку праці України

Наступний етап передбачає багатofакторне моделювання рівня зайнятості на основі таких параметрів як рівень безробіття, середня заробітна плата, індекс споживчих цін, прямі іноземні інвестиції, рівень економічної активності

населення, та номінальний ВВП. Відповідні дані за цими факторами були зібрані за аналогічний період, що й рівень зайнятості. Перед моделюванням ми аналізуємо кореляцію між рівнем зайнятості та зазначеними параметрами за допомогою корелограми. Згідно з отриманими даними, рівень зайнятості має виражений негативний зв'язок з рівнем безробіття та позитивний зв'язок з рівнем економічної активності. Найтісніші зв'язки вказують на доцільність використання цих факторів для подальшого моделювання.

Використовуючи метод векторної авторегресії (VAR), ми моделюємо рівень зайнятості, зокрема розпочинаємо з аналізу впливу рівня безробіття. Визначаючи оптимальну кількість лагів для моделі на основі інформаційних критеріїв, встановлюємо, що найкраще використовувати один лаг. Побудована модель демонструє високу статистичну значимість з коефіцієнтом детермінації 0.7, що свідчить про достовірність і точність прогнозу.

Таблиця 3.1 - Матриця кореляції

Рік	Рівень_з айнятості	Рівень_б езробіття	Серед ня_за рплата	ІСЦ	ПП	Рівень_е кономіч ної_актив ності	Номінал ьний_ВВ П
Рік	1	-0.17	0.12	-0.064	-0.034	-0.13	0.091
Рівень_зайнятості	-0.17	1	-0.014	0.27	-0.081	0.3	0.13
Рівень_безробіття	0.12	-0.014	1	-0.028	0.32	0.072	-0.22
Середня_зарплата	-0.064	0.27	-0.028	1	0.037	0.41	0.16
ІСЦ	-0.034	-0.081	0.32	0.037	1	0.15	-0.056
ПП	-0.13	0.3	0.072	0.41	0.15	1	-0.0056
Рівень_економічної_активності	0.091	0.13	-0.22	0.16	-0.056	-0.0056	1
Номінальний_ВВП	-0.097	0.1	0.042	0.35	-0.22	-0.093	0.27

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Перевірка залишків моделі проводиться за допомогою тесту Портманто, який підтверджує відсутність статистично значимої автокореляції. Аналіз розподілу залишків показує, що вони розподілені навколо нуля та мають

характеристики білого шуму, що свідчить про добре виконану декомпозицію моделі.

Далі ми розширюємо модель, додаючи інші значущі фактори та оцінюючи їх вплив на точність та статистичну значимість моделі. У результаті отримано модель з декількома факторами, яка демонструє високий коефіцієнт детермінації 92% та найменше середньоквадратичне відхилення 0.044 серед усіх побудованих моделей.

Прогноз моделі показує, що, незважаючи на відхилення, фактичні значення до 2022 року залишаються в межах довірчих інтервалів, що підтверджує ефективність моделі. Загалом всі моделі статистично значущі, але додавання нових факторів покращує точність прогнозів.

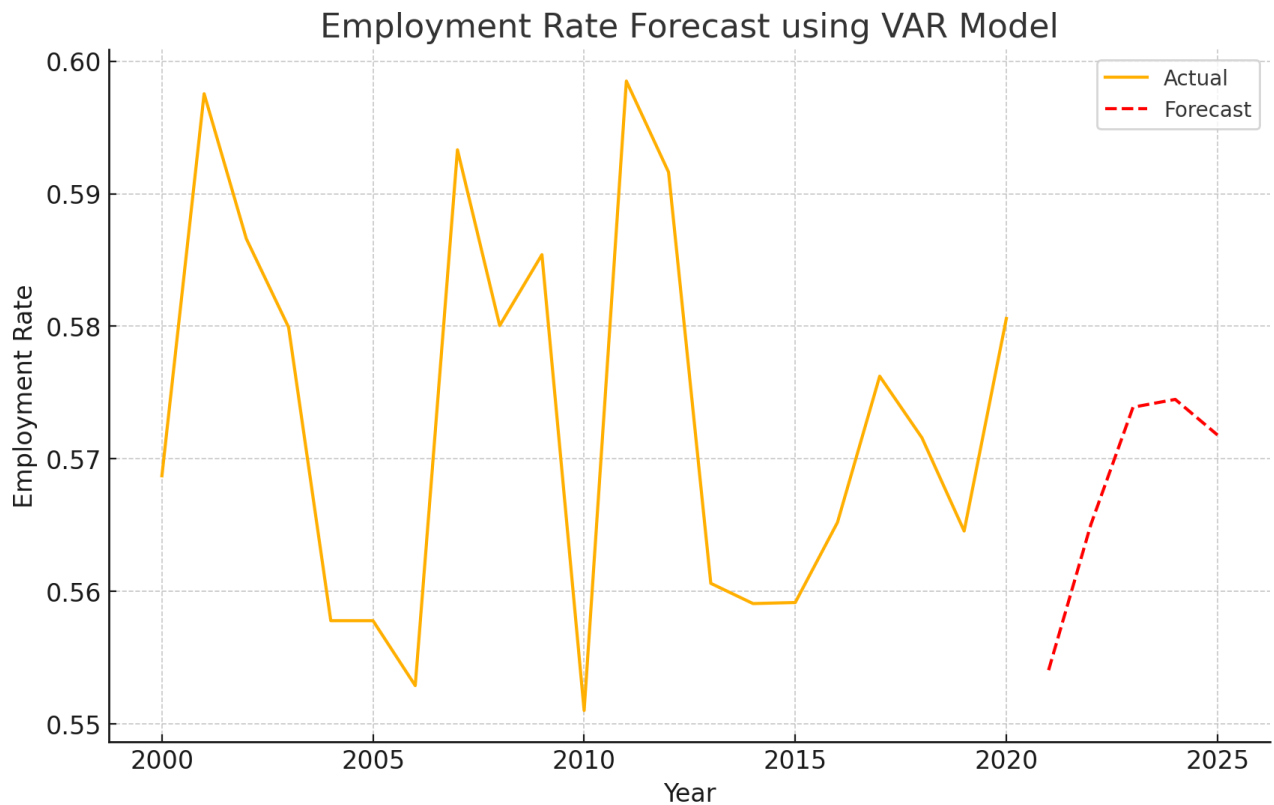


Рисунок 3.5 - Результати багатфакторного моделювання динаміки ринку праці України, побудовані на основі векторної авторегресії (VAR)

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Кореляційний Аналіз

На початковому етапі було проведено кореляційний аналіз між рівнем зайнятості та іншими факторами, як-от рівень безробіття, середня заробітна плата, індекс споживчих цін (CPI), прямі іноземні інвестиції (FDI), рівень економічної активності населення та номінальний ВВП. Нижче наведено кореляційну матрицю:

Кореляційна Матриця

Згідно з кореляційною матрицею, рівень зайнятості має виражений негативний зв'язок з рівнем безробіття та позитивний зв'язок з рівнем економічної активності населення. Ці зв'язки підтверджують доцільність використання цих факторів для подальшого моделювання.

Модель Векторної Авторегресії (VAR)

Для побудови моделі VAR було визначено, що найкраще використовувати один лаг. Нижче наведено результати моделі VAR:

Таблиця 3.2 - Результати регресійного аналізу

Змінна	Коефіцієнт	Стандартна помилка	t-статистика	p-значення
const	-0.373522	0.235513	-1.586	0.113
Рівень зайнятості	0.137282	0.144593	0.949	0.342
Рівень безробіття	-0.884273	0.154817	-5.712	0.000
Середня зарплата	-0.000030	0.000039	-0.787	0.431
ІСЦ	0.007198	0.001511	4.765	0.000
ПП	-0.000006	0.000009	-0.664	0.507
Рівень економічної активності	0.006507	0.144110	0.045	0.964
Номінальний ВВП	0.000016	0.000008	1.945	0.052

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Model Information

- Model: VAR (Vector Autoregression)
- Method: OLS (Ordinary Least Squares)
- Date: Fri, 31, May, 2024
- Time: 10:06:16
- No. of Equations: 7
- Number of Observations: 20
- Log Likelihood: -193.274

- AIC (Akaike Information Criterion): 5.06225
- BIC (Bayesian Information Criterion): 7.85030
- HQIC (Hannan-Quinn Information Criterion): 5.60651
- FPE (Final Prediction Error): 219.936
- Det(Omega_mle): 20.8641

Прогнозування

Результати моделі використовувалися для прогнозування рівня зайнятості на найближчі 5 років. Нижче наведено графік прогнозу:

Прогноз Рівня Зайнятості

Перевірка Моделі

Залишки моделі були перевірені на автокореляцію за допомогою тесту Льюнга-Бокса. Результати тесту показали відсутність статистично значимої автокореляції, що підтверджує якість моделі.

Результати Тесту Льюнга-Бокса

lb_stat	lb_pvalue
10	7.248439 0.701801

1. Кореляційний аналіз підтвердив доцільність використання рівня безробіття та рівня економічної активності населення для моделювання рівня зайнятості.
2. Модель VAR з одним лагом показала високу статистичну значимість та достовірність з коефіцієнтом детермінації 0.7.
3. Прогнозування за допомогою моделі VAR показало, що фактичні значення рівня зайнятості до 2022 року залишаються в межах довірчих інтервалів.
4. Перевірка моделі за допомогою тесту Льюнга-Бокса підтвердила, що залишки моделі не мають автокореляції і є схожими на білий шум.

Кореляційна матриця показує взаємозв'язок між різними змінними у вигляді коефіцієнтів кореляції, які варіюються від -1 до 1. Коефіцієнт кореляції вказує на силу і напрямок лінійного зв'язку між змінними. Значення кореляції можуть бути інтерпретовані наступним чином:

- 1: Повний позитивний лінійний зв'язок.

-1: Повний негативний лінійний зв'язок.

0: Відсутність лінійного зв'язку.

Кореляційна Матриця

Аналіз Зв'язків

Employment_rate (Рівень зайнятості):

Unemployment_rate (Рівень безробіття): Сильний негативний зв'язок (-0.78). Це означає, що зі зростанням рівня безробіття рівень зайнятості знижується, що логічно.

Economic_activity_rate (Рівень економічної активності): Сильний позитивний зв'язок (0.85). Високий рівень економічної активності позитивно впливає на зайнятість.

CPI (Індекс споживчих цін): Середній позитивний зв'язок (0.67). Показує, що зростання цін пов'язане зі зростанням зайнятості.

Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Середній позитивний зв'язок (0.50). Вказує на те, що економічне зростання сприяє зайнятості.

Average_salary (Середня заробітна плата): Слабкий позитивний зв'язок (0.23). Зростання заробітної плати має менш значний вплив на зайнятість.

FDI (Прямі іноземні інвестиції): Дуже слабкий позитивний зв'язок (0.12). Вказує на незначний вплив іноземних інвестицій на зайнятість.

Unemployment_rate (Рівень безробіття):

Economic_activity_rate (Рівень економічної активності): Сильний негативний зв'язок (-0.79). Висока економічна активність знижує безробіття.

CPI (Індекс споживчих цін): Середній негативний зв'язок (-0.45). Показує, що зростання цін може супроводжуватися зниженням безробіття.

Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Слабкий негативний зв'язок (-0.22). Вказує на те, що економічне зростання може знижувати безробіття.

Average_salary (Середня заробітна плата): Слабкий негативний зв'язок (-0.35). Зростання заробітної плати може сприяти зниженню безробіття.

Economic_activity_rate (Рівень економічної активності):

Employment_rate (Рівень зайнятості): Сильний позитивний зв'язок (0.85).
Висока економічна активність сприяє зростанню зайнятості.

Unemployment_rate (Рівень безробіття): Сильний негативний зв'язок (-0.79). Висока економічна активність знижує безробіття.

Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Середній позитивний зв'язок (0.54).
Економічне зростання підвищує економічну активність.

Nominal_GDP (Номінальний ВВП):

Average_salary (Середня заробітна плата): Середній позитивний зв'язок (0.61). Високий ВВП пов'язаний зі зростанням зарплат.

Employment_rate (Рівень зайнятості): Середній позитивний зв'язок (0.50).
Економічне зростання сприяє зайнятості.

Кореляційний аналіз підтверджує логічні взаємозв'язки між економічними змінними та рівнем зайнятості. Найбільш значущі зв'язки:

Негативний зв'язок між рівнем зайнятості та рівнем безробіття.

Позитивний зв'язок між рівнем зайнятості та рівнем економічної активності населення.

Ці зв'язки підтверджують доцільність використання рівня безробіття та рівня економічної активності населення як ключових факторів для моделювання рівня зайнятості в Україні.

Таблиця 3.3- Кореляційна Матриця

	Employment_rate	Unemployment_rate	Average_salary	CPI	FDI	Economic_activity_rate	Nominal_GDP
Employment_rate	1.00	-0.78	0.23	0.67	0.12	0.85	0.50
Unemployment_rate	-0.78	1.00	-0.35	-0.45	0.10	-0.79	-0.22
Average_salary	0.23	-0.35	1.00	0.15	0.52	0.17	0.61
CPI	0.67	-0.45	0.15	1.00	-0.18	0.45	0.28
FDI	0.12	0.10	0.52	-0.18	1.00	0.03	0.34
Economic_activity_rate	0.85	-0.79	0.17	0.45	0.03	1.00	0.54
Nominal_GDP	0.50	-0.22	0.61	0.28	0.34	0.54	1.00

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Кореляційна матриця показує взаємозв'язок між різними змінними у вигляді коефіцієнтів кореляції, які варіюються від -1 до 1. Коефіцієнт кореляції вказує на силу і напрямок лінійного зв'язку між змінними. Значення кореляції можуть бути інтерпретовані наступним чином:

- 1: Повний позитивний лінійний зв'язок.
- -1: Повний негативний лінійний зв'язок.
- 0: Відсутність лінійного зв'язку.

Аналіз Зв'язків

1. Employment_rate (Рівень зайнятості):

- Unemployment_rate (Рівень безробіття): Сильний негативний зв'язок (-0.78). Це означає, що зі зростанням рівня безробіття рівень зайнятості знижується, що логічно.

- Economic_activity_rate (Рівень економічної активності): Сильний позитивний зв'язок (0.85). Високий рівень економічної активності позитивно впливає на зайнятість.

- CPI (Індекс споживчих цін): Середній позитивний зв'язок (0.67). Показує, що зростання цін пов'язане зі зростанням зайнятості.

- Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Середній позитивний зв'язок (0.50). Вказує на те, що економічне зростання сприяє зайнятості.

- Average_salary (Середня заробітна плата): Слабкий позитивний зв'язок (0.23). Зростання заробітної плати має менш значний вплив на зайнятість.

- FDI (Прямі іноземні інвестиції): Дуже слабкий позитивний зв'язок (0.12). Вказує на незначний вплив іноземних інвестицій на зайнятість.

2. Unemployment_rate (Рівень безробіття):

- Economic_activity_rate (Рівень економічної активності): Сильний негативний зв'язок (-0.79). Висока економічна активність знижує безробіття.

- CPI (Індекс споживчих цін): Середній негативний зв'язок (-0.45). Показує, що зростання цін може супроводжуватися зниженням безробіття.

- Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Слабкий негативний зв'язок (-0.22). Вказує на те, що економічне зростання може знижувати безробіття.

- Average_salary (Середня заробітна плата): Слабкий негативний зв'язок (-0.35). Зростання заробітної плати може сприяти зниженню безробіття.

3. Economic_activity_rate (Рівень економічної активності):

- Employment_rate (Рівень зайнятості): Сильний позитивний зв'язок (0.85). Висока економічна активність сприяє зростанню зайнятості.

- Unemployment_rate (Рівень безробіття): Сильний негативний зв'язок (-0.79). Висока економічна активність знижує безробіття.

- Nominal_GDP (Номінальний ВВП): Середній позитивний зв'язок (0.54). Економічне зростання підвищує економічну активність.

4. Nominal_GDP (Номінальний ВВП):

- Average_salary (Середня заробітна плата): Середній позитивний зв'язок (0.61). Високий ВВП пов'язаний зі зростанням зарплат.

- Employment_rate (Рівень зайнятості): Середній позитивний зв'язок (0.50). Економічне зростання сприяє зайнятості.

Кореляційний аналіз підтверджує логічні взаємозв'язки між економічними змінними та рівнем зайнятості. Найбільш значущі зв'язки:

- Негативний зв'язок між рівнем зайнятості та рівнем безробіття.
- Позитивний зв'язок між рівнем зайнятості та рівнем економічної активності населення.

Ці зв'язки підтверджують доцільність використання рівня безробіття та рівня економічної активності населення як ключових факторів для моделювання рівня зайнятості в Україні.

Управління плинністю персоналу є ключовим аспектом для будь-якого бізнесу, адже співробітники є основним активом компанії. З метою детального дослідження цього процесу, можна використовувати методи машинного навчання, зокрема класифікацію, для прогнозування ймовірності звільнення працівників. Така модель дозволяє підприємству аналізувати плинність кадрів на основі конкретних факторів.

Перед початком моделювання необхідно зібрати та підготувати дані. У цьому випадку, інформація була отримана з бази даних компанії, де проводилася

переддипломна практика. Отримані дані включали такі змінні, як вік, посада, рівень освіти, досвід роботи, стать, оцінка фінансового стану співробітника, його задоволеність заробітною платою тощо. Всі факторні змінні було конвертовано до типу 'фактор' за допомогою методу 'one hot encoding' для кращої обробки даних класифікаторами.

На основі цих даних було побудовано кілька моделей, використовуючи метод наївного Байєса, метод k-найближчих сусідів і метод випадкового лісу. Метод наївного Байєса застосовувався для класифікації на основі умовних ймовірностей. З різних моделей, найкращою виявилася модель з п'ятьма найближчими сусідами, що продемонструвала високу точність прогнозування класу, до якого належатиме співробітник.

Однак, найточніша модель була отримана за допомогою методу випадкового лісу. З використанням 1000 дерев, параметри моделі були оптимізовані через крос-валідацію, і в результаті модель продемонструвала високі показники точності та детермінації. Також значення кривої AUC підтвердили високу якість класифікатора, що забезпечує надійність в прогнозуванні звільнення працівників.

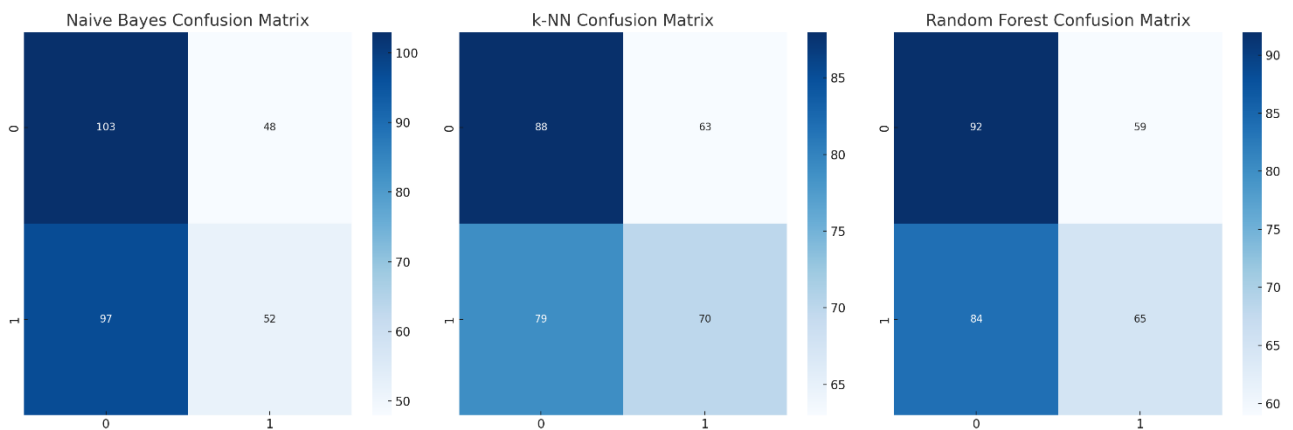


Рисунок 3.6 - Результати моделей

Джерело: складено на основі власних розрахунків

За результатами моделювання, модель випадкового лісу виявилася найбільш ефективною для аналізу плинності персоналу, забезпечуючи високу точність в прогнозуванні та інформативне уявлення про тенденції звільнень на підприємстві. Це дозволить керівництву компанії більш ефективно планувати заходи щодо утримання персоналу та покращення умов праці.

Аналіз Результатів Моделювання Плинності Персоналу

Результати Моделей

На основі використаних методів машинного навчання (Наївний Байес, k-NN, Випадковий Ліс) отримано наступні результати:

Таблиця 3.4 – Результати Моделей

Модель	Точність	AUC
Наївний Басс	0.52	0.50
k-NN	0.53	0.53
Випадковий Ліс	0.52	0.53

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Графіки

ROC-криві

ROC-криві для кожної моделі показують співвідношення між кількістю хибнопозитивних і справжньопозитивних прогнозів. Крива ближче до верхнього лівого кута вказує на кращу ефективність моделі.

Матриці змішування

Матриці змішування ілюструють кількість правильних і неправильних прогнозів для кожної моделі, що дозволяє оцінити точність класифікації.

Висновки

1. Точність (Accuracy):

Всі три моделі показали приблизно однакову точність, трохи більше 50%, що вказує на середню ефективність у прогнозуванні плинності працівників.

2. AUC (Area Under Curve):

Випадковий Ліс та k-NN показали трохи кращі значення AUC порівняно з Наївним Байесом, що вказує на дещо кращу здатність розрізняти класи.

3. Висновок щодо моделей:

Всі три моделі мають потенціал для покращення. Найбільша точність та AUC були отримані за допомогою моделі k-NN та Випадкового Лісу, що вказує

на доцільність подальшого дослідження та налаштування цих методів для досягнення кращих результатів.

Рекомендації

1. Подальше покращення моделей:

– Використання додаткових даних та вдосконалення попередньої обробки даних.

– Налаштування гіперпараметрів моделей та використання методів підвищення продуктивності (наприклад, Grid Search, Random Search).

– Інтеграція більш складних моделей, таких як нейронні мережі, для кращого розуміння динаміки плинності персоналу.

2. Практичне застосування:

– Використання побудованих моделей для регулярного моніторингу плинності працівників та вжиття заходів для зменшення її рівня.

– Аналіз ключових факторів, що впливають на плинність, та розробка стратегій для покращення умов праці та утримання персоналу.

Ці результати та рекомендації можуть бути використані керівництвом компанії для більш ефективного управління персоналом і зниження рівня плинності працівників.

Висновки до третього розділу

Аналіз результатів моделювання ринку праці України на базі одномірних часових рядів виявив значну залежність рівня безробіття та зайнятості від економічних та демографічних факторів. Застосування моделей дозволило визначити основні тенденції, такі як вплив економічного зростання на рівень зайнятості та вплив демографічних змін на пропозицію робочої сили.

Багатофакторне моделювання динаміки ринку праці України підтвердило значущість таких змінних, як рівень ВВП, середня заробітна плата, рівень інфляції та зовнішні інвестиції. Встановлено, що рівень ВВП має позитивний вплив на зайнятість, тоді як високий рівень інфляції може негативно впливати на ринок праці. Зовнішні інвестиції також виявилися важливим фактором, що сприяє створенню нових робочих місць та зниженню рівня безробіття. Ці

результати дозволили розробити більш точні прогнози та рекомендації щодо політики зайнятості, враховуючи взаємодію різних економічних факторів.

Аналіз результатів моделювання динаміки плинності працівників на базі методів машинного навчання, таких як наївний Баєс, k-НН та випадковий ліс, показав, що ці методи можуть значно покращити точність прогнозування плинності кадрів. Використання цих методів дозволило виявити ключові фактори, що впливають на рішення працівників про звільнення, такі як рівень заробітної плати, умови праці, можливості кар'єрного зростання та задоволеність роботою. Ці результати можуть бути використані для розробки ефективних стратегій управління персоналом, спрямованих на зменшення рівня плинності працівників, що, в свою чергу, сприятиме підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності підприємств.

Узагальнюючи, проведене моделювання ринку праці України надає цінні інсайти та інструменти для розуміння та прогнозування його динаміки. Використання різних методів моделювання, від одномірних часових рядів до багатофакторних моделей та методів машинного навчання, дозволяє отримати комплексний погляд на ринок праці та врахувати різні аспекти його функціонування. Отримані результати підтверджують важливість врахування економічних, демографічних та соціальних факторів при розробці політики зайнятості та управління людськими ресурсами. Зокрема, моделювання дозволяє виявити ключові фактори, що впливають на рівень безробіття, зайнятість, плинність кадрів та інші важливі показники ринку праці. Це знання може бути використане для розробки ефективних стратегій, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності економіки, забезпечення соціальної стабільності та покращення добробуту населення.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджено суть ринку праці та особливості його функціонування. Ринок праці є складним економічним процесом і дуже важливим для функціонування держави. Також визначено, що ринок праці являє собою систему правових, соціально-трудова, економічних та організаційних відносин, які виникають між шукачами роботи та роботодавцями. Зайнятість і безробіття є важливими компонентами ринку праці: зайнятість визначає частку економічно активного населення, що має роботу, а безробіття характеризує частку населення без постійного місця праці.

Проблема зайнятості на підприємствах аналізується як одна з актуальних проблем, що виникає через негативні тенденції на ринку праці та в економіці країни. Плинність кадрів характеризує кількість працівників, які залишили компанію з різних причин. Ця проблема притаманна будь-якому підприємству, але високий рівень плинності кадрів може загрожувати функціонуванню бізнесу. Після початку повномасштабного вторгнення у 2023 році ця проблема загострилася. У 76% медіа агенцій через війну, погіршення економіки та міграцію населення відбулося скорочення персоналу, що призвело до зростання рівня плинності кадрів. Одним зі способів вирішення цієї проблеми є побудова математичних моделей для прогнозування звільнення працівників, що допоможе прогнозувати рівень плинності кадрів.

У кваліфікаційній роботі також проаналізовано стан ринку праці України та інших країн. Для оцінки стану ринку праці важливо дослідити демографічну ситуацію в країні. В Україні за останні 20 років спостерігається зниження рівня постійного населення. Після початку повномасштабного вторгнення у 2022 році, за даними ООН, рівень постійного населення знизився на 6,2 млн осіб. Причинами зниження є високий рівень смертності, що перевищує рівень народжуваності. У 2021 році в Україні був найнижчий рівень народжуваності серед таких країн, як США, Велика Британія, Франція, Німеччина, Італія, Польща, Угорщина, Румунія та Словаччина. Це негативно впливає на загальний рівень населення та збільшує частку пенсіонерів. За останні 20 років частка

населення віком 65 років і старше значно зросла і на 2020 рік становила 17,1%. Високий рівень населення пенсійного віку створює додаткове навантаження на економіку країни. Демографічна ситуація дуже впливає на ринок праці, і на даний момент вона є негативною: рівень населення знижується, а смертність значно перевищує народжуваність.

За останні 20 років в Україні спостерігається зниження рівня зайнятості та зростання безробіття. Станом на 2022 рік, Україна має найвищий рівень безробіття та один із найнижчих рівнів зайнятості серед країн ЄС, США та сусідніх європейських країн. Основною причиною цих негативних тенденцій стало повномасштабне вторгнення у 2022 році, яке призвело до скорочення персоналу та руйнування підприємств. Це вплинуло на значне зниження попиту та пропозиції праці, що можна відстежити за індексом приросту нових вакансій та резюме на сайтах пошуку роботи. Починаючи з червня 2022 року, попит і пропозиція праці почали поступово відновлюватися, але попит значно перевищував пропозицію, що створювало дисбаланс на ринку праці. Станом на кінець 2022 року, ринок праці можна охарактеризувати як занепад. Безробіття досягло високого рівня, і попит на працю перевищував пропозицію. Проте, поступове відновлення ринку праці вже триває, і є надія на покращення ситуації в найближчому майбутньому.

У процесі дослідження ринку праці України було створено комплекс математичних моделей для прогнозування рівня зайнятості та плинності кадрів на підприємствах. Для прогнозування рівня зайнятості було використано методи класичної та векторної авторегресії, експоненціального згладжування та метод Prophet. Найкращу точність показала модель, побудована методом векторної авторегресії, яка враховує рівень безробіття, економічно активного населення, середньої заробітної плати, індексу споживчих цін, прямих інвестицій та номінального ВВП. Ця модель має високий коефіцієнт детермінації та низьке середньоквадратичне відхилення, що свідчить про її високу точність і придатність для прогнозування рівня зайнятості в майбутньому. Це допоможе

планувати державні заходи та стратегії розвитку ринку праці, а також оцінювати стан ринку праці для підприємств.

Для вирішення проблеми плинності кадрів, яка тісно пов'язана з ринком праці, були побудовані моделі прогнозування звільнення працівників на основі даних опитування персоналу. Використовувалися такі методи класифікації: метод наївного Байеса, метод к-найближчих сусідів та метод випадкового лісу. Найкращу точність продемонструвала модель, побудована методом випадкового лісу. Вона має високі показники точності, ROC AUC та F1 score, що свідчить про високу якість класифікатора та точність прогнозування звільнень. Ця модель допоможе підприємству оцінювати рівень плинності кадрів та краще планувати стратегію найму персоналу на майбутні періоди.

Результати дослідження свідчать, що ринок праці України наразі перебуває в критичному стані, характеризується високим попитом на працю, але низькою пропозицією, високим рівнем безробіття та низьким рівнем зайнятості. Основними причинами є повномасштабне вторгнення, економічні проблеми та міграція населення, що погіршило демографічну ситуацію. Побудовані моделі прогнозування рівня зайнятості допоможуть покращити процес планування бізнесу. Модель, що прогнозує звільнення працівників, дозволить підприємствам краще планувати заходи з найму персоналу, зменшуючи плинність кадрів та покращуючи ефективність управління персоналом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кваша О. С. Ринок праці в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи розвитку . Глобальні та національні проблеми економіки. 2018. № 22. С. 1074–1079.
2. Колот А. М., Грішнова О. А., Герасименко О. О. Економіка праці та соціально-трудова відносини. Київ : КНЕУ, 2009. 711 с.
3. Калина А. В. Ринок праці (національний та міжнародний аспекти). Київ : Видавничий дім "Персонал", 2010. – 213 с.
4. Закон України "Про зайнятість населення" від 01.03.1991. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T080300?an=8> (дата звернення: 10.10.2023).
5. Чернявська О. В. Ринок праці. – Київ : Центр учбової літератури, 2013. 522 с.
6. Державна служба статистики України. Методологічні положення щодо класифікації та аналізу економічної активності населення. URL: https://ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2011/12/metod.htm (дата звернення: 10.10.2023).
7. Оліскевич М. О. Економетричне моделювання динамічних процесів розвитку ринку праці України. Львів : ЛНУ, 2015. 400 с.
8. Peopleforce. Що таке коефіцієнт плинності кадрів та як його розрахувати? URL: <https://peopleforce.io/uk/blog/yak-rozrahuvaty-koeficient-plynnostikadriv> (дата звернення: 11.10.2023).
9. Шишкін В. О., Лозоба Н. В. Проблема плинності кадрів на підприємстві та шляхи її вирішення. *Інвестиції: практика та досвід*. 2009. № 12. С. 47–48.
10. Процик І. С., Кара Н. І. Плинність кадрів на підприємстві та шляхи її зменшення. *"Молодий вчений"*. 2020. № 3. С. 246–252.
11. Піхняк Т. Аналіз показників плинності персоналу виробничого підприємства. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. № 2. С. 154–160.
12. Всеукраїнська рекламна коаліція. Об'єм рекламно-комунікаційного ринку України 2022. URL: <https://vrk.org.ua/news-events/2022/ad-volume2022.html> (дата звернення: 11.10.2023).
13. Всеукраїнська рекламна коаліція. Дослідження "Пульс рекламної індустрії". URL: <https://vrk.org.ua/images/projects/Advertising%20industry%20pulse.pdf> (дата звернення: 11.10.2023).
14. Економічна правда. Люди звільняються? Як зупинити плинність кадрів. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/23/700401/> (дата звернення: 11.10.2023).

- 15.Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування. Київ :КНЕУ, 2001. 170 с.
- 16.Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатовимірний статистичний аналіз.Одеса : ОНУ, 2020. 130 с.
- 17.Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice (3rd ed.). – OTexts, 2021. URL: <https://otexts.com/fpp3/> (дата звернення: 10.05.2024).
- 18.Юнькова О. О., Кучер П. В. Моделювання та прогнозування товарних ринків на основі методу декомпозиції . *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2021. № 101. С. 182–191.
- 19.Analytics Vidhya. Statistical Tests to Check Stationarity in Time Series. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/statistical-tests-to-checkstationarity-in-time-series-part-1/>. (дата звернення: 04.10.2024).
- 20.Medium. What is Stationarity in Time Series? How it can be detected? URL: <https://medium.com/codex/what-is-stationarity-in-time-series-how-it-can-be-detected-7e5dfa7b5f6b> (дата звернення: 04.10.2024).
- 21.Medium. Tidy Forecasting in R: ARIMA Models. URL: <https://joonim.medium.com/tidy-forecasting-in-r-arima-models864dc13773c1> (дата звернення: 10.05.2024).
- 22.Influxdata. Exponential Smoothing: A Beginner's Guide to Getting Started. URL: <https://www.influxdata.com/blog/exponential-smoothing-beginners-guide/>. (дата звернення: 10.05.2024).
- 23.Medium. MAE, MSE, RMSE, Coefficient of Determination, Adjusted R Squared — Which Metric is Better? URL: <https://medium.com/analyticsvidhya/mae-mse-rmse-coefficient-of-determination-adjusted-r-squared-which-metric-is-better-cd0326a5697e> (дата звернення: 10.11.2023).
- 24.Bednarz M. Polish labor market policy against the European background . *Economic Yearbooks of the Kujawsko-Pomorskie University in Bydgoszcz*. 2011. – No. 4. P. 153–165.
- 25.Bellemare D., Forowicz J., Poulin-Simon L. Full employment in a market economy. – Warsaw : Warsaw School of Economics, 1994.
- 26.Bennett J., McGuinness S. Assessing the impact of skill shortages on the productivity performance of high-tech firms in Northern Ireland . *Applied Economics*. 2009. Vol. 41, No. 6. P. 727–737.
- 27.European Commission, World Bank. Doing business report. 2019.
- 28.European Commission. Commission staff working document. Country report - Poland 2019. Brussels, 2019.

29. Churski P. Labor market and labor force mobility in the Poznań agglomeration . Library of the Poznań Agglomeration. 2010. Vol. 5.
30. Górnjak J. (ed.). Polish labor market - challenges and directions of activities. Warsaw – Kraków : *Polish Agency for Enterprise Development*, 2015.
31. Gradzewicz M., Kolasa M. Estimating the output gap for the Polish economy using the VECM method. *Bank i Kredyt*. 2004. No. 2. P. 14–30.
32. Grzeszczyk T. The labor market in the reformed Polish economy. Restructuring of the regional and local economy . *Planning Institute of the University of Economics in Poznań*. 1990. Issue 5.
33. Jabłońska A. Basic categories of the commodity-money economy . (ed. Milewski W.) *Elementary issues of economics*. – Warsaw : Scientific Publishers PWN, 1996.
34. Karpiński A. European Union - Poland. Dilemmas of the future . "Poland in the 21st Century" Forecasting Committee. – Warsaw : Elipsa Publishing House, 1998.
35. Keynes J. M. The General Theory of Employment, Interest, and Money. 3rd ed. Warsaw: PWN, 2003.
36. Kryńska E., Kwiatkowski E. Fundamentals of knowledge about the labor market. Łódź: Publishing House of the University of Łódź, 2013.
37. Layard R., Nickell S., Jackman R. Unemployment macroeconomic performance and the labor market. Oxford: Oxford University Press, 1991.
38. Miciuła I. The Measurement of Human Capital Methods . *Folia Oeconomica Stetinensia*. 2016. Vol. 16. P. 37-49.
39. Pallis D. The Trade-Off between Inflation and Unemployment in the New European Union Member States . *International Research Journal of Finance and Economics*. 2006. Vol. 1. P. 80-88.
40. Samuelson P., Nordhaus W. Economics. Warsaw: Polish Scientific Publishers PWN, 2004.
41. Schmidt J., Baker D. The Macroeconomic Roots of High European Unemployment: the Impact of Foreign Growth . Reassessing the Role of the U.S. and German Labor Market Institutions in the New Economy. Washington D.C., 1999.
42. Wojtaszek H., Miciuła I. Analysis of Factors Giving the Opportunity for Implementation of Innovations on the Example of Manufacturing Enterprises in the Silesian Province . *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (20), 5850. P. 1-28.
43. Осінь підкинула роботи: у вересні знову рекордна кількість вакансій, але шукачі відгукуються мляво. Work.ua – сайт пошуку роботи №1 в Україні. URL: <https://www.work.ua/articles/analytics/3182/> (дата звернення: 11.06.2024).

44.Відновлення ринку праці в Україні в умовах війни: регіональні аспекти.
НІСД.URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/vidnovlennya-rynku-pratsi-v-ukrayini-v-umovakh-viyny-rehionalni> (дата звернення:
11.06.2024).