

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКА
ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ**

Студентки 2 курсу магістратури
спеціальності 051 «Економіка»
ОНП «Економічна кібернетика»
денної форми навчання
Візер Олександри Ігорівни

Науковий керівник:
д.е.н., професор
Ставицький Андрій Володимирович

Засвідчую, що в цій роботі немає
запозичень із праць інших авторів
без відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Робота допущена до захисту в ЕК
рішенням кафедри економічної кібернетики
від 4 травня 2022 р., протокол № 13

Завідувач кафедри економічної кібернетики,
доктор економічних наук, професор
Ляшенко Олена Ігорівна

(підпис)

Київ - 2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 69 ст., 10 рис., 14 табл., 66 джерел, додатки.

Ключові слова: економічна безпека, економіко-математичне моделювання, панельні регресії, економетричний аналіз, кластеризація.

Об'єкт дослідження: економічна безпека.

Мета дослідження: побудова економіко-математичної моделі для прогнозування показника економічної безпеки в умовах війни.

Методи дослідження: моделювання (панельні регресії), аналіз та синтез, абстрагування, кластеризація.

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження полягають в узагальненні, аналізі та порівнянні методів моделювання та розвитку застосування методу панельних регресій для аналізу рівня економічної безпеки, комплексному застосуванні факторів - регресорів в моделі

Практичне значення полягає в можливості застосування результатів Міністерством економіки України, Міністерством фінансів України, НБУ, науково-дослідними інститутами, що пов'язані з дослідженням економічної безпеки.

RESUME

Kyiv National Taras Shevchenko University, Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics.

The graduation research of student Economic and mathematical modeling of economic security in global crises.

Deals with: economic security, economic and mathematical modeling, panel regressions, econometric analysis, clustering.

The practical significance is the possibility of using the results by the Ministry of Economy of Ukraine, the Ministry of Finance of Ukraine, the NBU, research institutes that study the economic security.

Pages 69, pictures 10, tables 14, bibliog. 66, append.

Зміст

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи моделювання показника економічної безпеки.....	7
1.1 Економічна безпека як показник стресостійкості економіки	7
1.2 Підходи до визначення економічної безпеки.....	10
1.3 Роль економічної безпеки при передбаченні економічної кризи.....	14
1.4 Аналіз економічних криз в країнах Європи	17
РОЗДІЛ 2. Методи моделювання економічної безпеки	26
2.1 Панельні регресії.....	26
2.2 Врахування асиметричних ефектів при моделюванні	30
2.3 Алгоритм кластеризації k-means	34
2.4 Перевірка гіпотез щодо адекватності моделей при дослідженні показника економічної безпеки	38
РОЗДІЛ 3. Моделювання показника економічної безпеки у країнах Європи	43
3.1. Побудова панельних регресій для виявлення факторів впливу на рівень економічної безпеки	43
3.2 Кластерний аналіз економічної безпеки країн Європи.....	54
3.3 Економічна безпека в умовах війни.....	59
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Забезпечення економічної безпеки є одним із основних завдань урядів для ефективного функціонування національних економік. В сучасному світі кількість викликів, з якими стикаються держави та людство в цілому, постійно зростає та стають все більш непередбачуваними (світові економічні, екологічні, ресурсні кризи, пандемія, війна в центрі Європи тощо). Тому захищеність національної економіки від імовірних шоків є ключовим для стабільного розвитку економіки та забезпечення гідного рівня життя громадян країни.

Індекс економічної безпеки – комплексний показник, який вміщує в себе сукупність різних факторів, що відображає загальний стан національної економіки. На сьогоднішній день не існує єдиної уніфікованої методології оцінки рівня економічної безпеки. Це ускладнює процес моделювання та прогнозування показника економічної безпеки. Тож дослідження економічної безпеки нині є актуальним питання і пошук оптимального варіанту й досі триває. А враховуючи тенденції до збільшення кількості можливих загроз в майбутньому, очевидно, що й в подальшому актуальність буде лише зростати.

Вперше проблему забезпечення економічної безпеки підняв Ж. Ж. Руссо на початку XVIII ст. [1]. Під економічною безпекою науковець передбачав в першу чергу безпеку суб'єктів економіки. В XX ст. почали з'являтися державні організації, які займалися визначення загроз економіці та розробкою механізмів їх запобігання та зменшення можливих негативних наслідків. Сьогодні крім державних, багато приватних установ, а також окремі дослідники значну увагу приділяють проблемі створення універсальної методології оцінки рівня економічної безпеки та безпосередньо його обрахунку. Так журнал «Euromoney» представляє щорічний рейтинг країн світу за рівнем економічної безпеки, при цьому залучаючи до розрахунків експертів з Міжнародного Валютного Фонду та Світового банку [2]. Іншим прикладом є німецька дослідницька компанія BERI, яка публікує рейтинг країн, основою для якого є індекс ризику країни [3]. Крім вищезгаданої проблеми,

такі сучасні дослідники, як Сенкус П. [4], Рачковський К. [5], Ставицьким А. [6], Харламова Г. [7] займаються також моделюванням та прогнозуванням показника економічної безпеки, що є обов'язковим для забезпечення рівня захищеності економіки та уникнення можливих катастрофічних наслідків.

Метою дипломної роботи є узагальнення теоретичних основ та створення оптимальної моделі для аналізу та прогнозування показника економічної безпеки в умовах війни для країн Європи. Для цього було зібрано макроекономічні дані країн з 1991 по 2017 рр. Для дослідження були взяті дані з світової бази даних World Bank для 41 країн Європи. Всі розрахунки здійснювались в таких програмних середовищах як MS Excel та R-Studio.

Згідно поставленої мети завданнями роботи є:

- розглянути підходи до визначення поняття економічної безпеки;
- проаналізувати існуючі методи оцінки рівня економічної безпеки;
- дослідити теоретичні основи моделювання економічної безпеки;
- проаналізувати кризи, що вже були в країнах Європи, з'ясувати їх причини та наслідки;
- дослідити методи кластеризації;
- виокремити роль асиметричних ефектів при моделюванні показника економічної безпеки;
- створити оптимальну модель для прогнозування економічної безпеки;
- провести кластерний аналіз країн Європи;
- розробити прогноз показника економічної кризи в умовах війни.

Об'єктом дослідження є економічна безпека, а предметом в даному випадку виступають моделі для прогнозування показника економічної безпеки у країнах Європи.

Практичне значення полягає в можливості застосування результатів Міністерством економіки України, Міністерством фінансів України, НБУ, науково-дослідними інститутами, що пов'язані з вивченням економічної безпеки.

Теоретична цінність визначається узагальненням підходів до розрахунку рівня економічної безпеки, аналізом та порівнянням методів моделювання показника.

Структурно магістерська дипломна робота складається з вступу, трьох розділів (11 параграфів), висновки, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи становить 88 сторінок, з них основний текст – 69 сторінок.

РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи моделювання показника економічної безпеки

1.1 Економічна безпека як показник стресостійкості економіки

Економічна безпека є основою функціонування держави, яка характеризує здатність тієї чи іншої країни протистояти дестабілізуючим діям різноманітних внутрішніх і зовнішніх загроз та підтримувати свій сталий розвиток і конкурентоспроможність у світовій економічній системі. Враховуючи кількість викликів, з якими нині стикаються держави та людство в цілому, забезпечення економічної безпеки є надзвичайно важливим та актуальним завданням задля захисту національних інтересів від різноманітних загроз.

Перш за все варто визначити, що вбачає в себе поняття «економічна безпека». Розуміння економічної безпеки є відносно новим явищем в економічній теорії. На сьогоднішній день не існує єдиного формулювання значення економічної безпеки. Різні організації та вчені, які займаються цим питанням, по-різному трактують дане поняття.

На думку П. Сенкуса економічна безпека країни – це дуже складна концепція, яка загалом пов'язана з рівновагою ендогенних та екзогенних чинників, які впливають на національну економіку. Цю рівновагу в умовах глобалізації та інформаційної революції дуже важко досягти і зберегти. Однак економічна безпека є однією з найбільш важливих показників захищеності держави, визначення, досягнення та підтримання її гідного рівня є необхідними завданнями для кожної нації [4]. За визначенням К. Рачковського економічна безпека – це відносно збалансований ендогенний та екзогенний стан функціонування національної економіки, в якому ризик виникнення дисбалансів зберігається у визначених та прийнятних межах, які впливають з організаційно-правових стандартів та принципів соціального співіснування [5].

Міжнародна організація праці визначає, що економічна безпека складається з базового соціального забезпечення, що передбачає доступ до інфраструктури базових потреб, що стосується охорони здоров'я, освіти, житла, інформації та

соціального захисту, а також безпеки, пов'язаної з працевлаштуванням [8]. В даному випадку економічна безпека означає обмеження впливу невизначеності та ризиків на життя громадян. Схоже тлумачення має і Організація економічного співробітництва та розвитку, яка визначає економічну безпеку як вразливість до економічних втрат від можливих загроз та шоків [9]. Сюди можна віднести безробіттям, нестабільність доходів, відсутність довіри громадян до дій уряду – все це є наслідками ймовірних викликів та неефективної політики забезпечення економічної безпеки.

В українському законодавстві економічна безпека передбачає забезпечення стійкості національної економіки, незважаючи на внутрішні та зовнішні виклики, можливість підтримувати рівень конкурентоспроможності на міжнародній економічній арені і обумовлює здатність національної економіки до сталого та збалансованого зростання [10]. В 2021 р. було прийняте рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про Стратегію економічної безпеки України на період до 2025 року», де чітко визначаються загрози та напрями розвитку, на яких має зосередитись уряд України. Так, було сформовано список викликів та завдань для таких складових економічної безпеки: виробнича, зовнішньоекономічна, інвестиційно-інноваційна, макроекономічна та фінансова безпеки [11]. Враховуючи російську агресію, яка триває вже 8 років, а відтепер досягла рівня повномасштабної війни, забезпечення економічної безпеки є одним з ключових факторів для функціонування національної економіки та відновлення рівня життя населення.

Загалом проблема економічної безпеки країни в розумінні складової національної безпеки виникла ще на початку XVIII ст., в період зародження капіталістичних відносин і пов'язана з безпекою суб'єктів господарювання. Ж. Ж. Руссо писав у трактаті «Про суспільний договір», що турбота про самозбереження та безпеку є найважливішою з усіх турбот держави. Під безпекою розуміли стан «спокою», що виникає через відсутність реальної небезпеки, і наявність

матеріальної організаційної структури, що сприяє створенню та підтримці цієї ситуації [12]. Вперше на національному рівні стали розглядати забезпечення економічної безпеки як складову політики уряду після Великої Депресії 30-х років ХХ ст., коли постала потреба в пошуку нових рішень задля виведення економіки зі стану кризи. Так у 1934 році в США Ф. Рузвельт створив Федеральний комітет економічної безпеки, що займався проблемами визначення загроз економіці країни після Великої депресії [13]. Основним завданням даного комітету було стабілізація національної економіки та рівня життя громадян. З цього часу забезпечення економічної безпеки, як складової національної, стали невід'ємним елементом політики США. Варто зазначити, що економічна безпека розглядалась початково як певний рівень стресостійкості економіки під час війни та «гонки озброєнь», проте з часом в ході нових реалій на міжнародній політичній арені, глобалізаційних процесів, появи нових загроз термін «економічна безпека» став виражати ідею взаємозв'язків стабільного економічного зростання, економічної незалежності країни, міцних позицій на світовому торговельному ринку та військової безпеки.

Поняття «економічна безпека» розглядається в ЄС з точки зору уніфікації та місця у світовій економічній системі. ЄС віддає пріоритетну роль європейській інтеграції з метою досягнення високого рівня конкурентоспроможності в умовах глобалізації, вважаючи, що окрема держава-член ЄС має менший обсяг економічних ресурсів, ніж інші розвинені країни, тому ефект синергії досягається шляхом обміну ресурсів, що визначає спроможність ЄС забезпечити високий рівень економічної безпеки та конкурентоспроможності [14].

Загалом питання економічної безпеки активно досліджується світовими економістами та організаціями у зв'язку з постійними викликами, з якими нині стикаються більшість економік. Тож забезпечення економічної безпеки стало багатогранним завданням, яке повинно включати не лише функцію безпеки, а й комплексний підхід з урахуванням загальних політичних і фінансових можливостей.

1.2 Підходи до визначення економічної безпеки

Враховуючи відсутність єдиного тлумачення та комплексність показника економічної безпеки, не існує і сталої сукупності факторів, які варто розглядати для аналізу економічної безпеки. Більше того, у зв'язку з складністю кількісної оцінки даного індексу, немає і єдиного методу обрахунку показника економічної безпеки. Тож нині кожна країна чи організація сама визначає спосіб обрахунку та складові індексу.

Одним з найвідоміших є Індекс Економічної Безпеки (Economic Security Index (ISE)). ESI є першою спробою об'єднати в єдиний уніфікований показник кілька ключових впливів на економічну безпеку, а саме втрату доходу, шоки витрат на медицину та буферний ефект фінансового багатства [15]. Розрахунок відбувається на основі панельних даних. Варто зазначити, що початково даний індекс використовували для оцінки різноманітної схильності американців до нестабільних економічних обставин протягом певного часу та між підгрупами населення. Нині Міжнародна організація праці також розраховує показник ESI для 90 країн, при чому індекс визначається як середнє зважене значення семи форм безпеки. Індекс обраховується на основі таких показників як: рівень захищеності ринку праці, ризик безробіття, рівень забезпечення освітнього процесу працівників, показник забезпечення гідних умов праці, рівень забезпечення права голосу, індекс безпеки доходів – при чому два останні мають подвійний коефіцієнт, так як вбачають базову безпеку громадян на рівні національної економіки [16].

В Індексі економічного благополуччя (IEWB) економічна безпека розглядається як фундаментальна сфера соціального добробуту. Загалом цей показник включає в себе 4 складових, які представлені на схемі нижче.

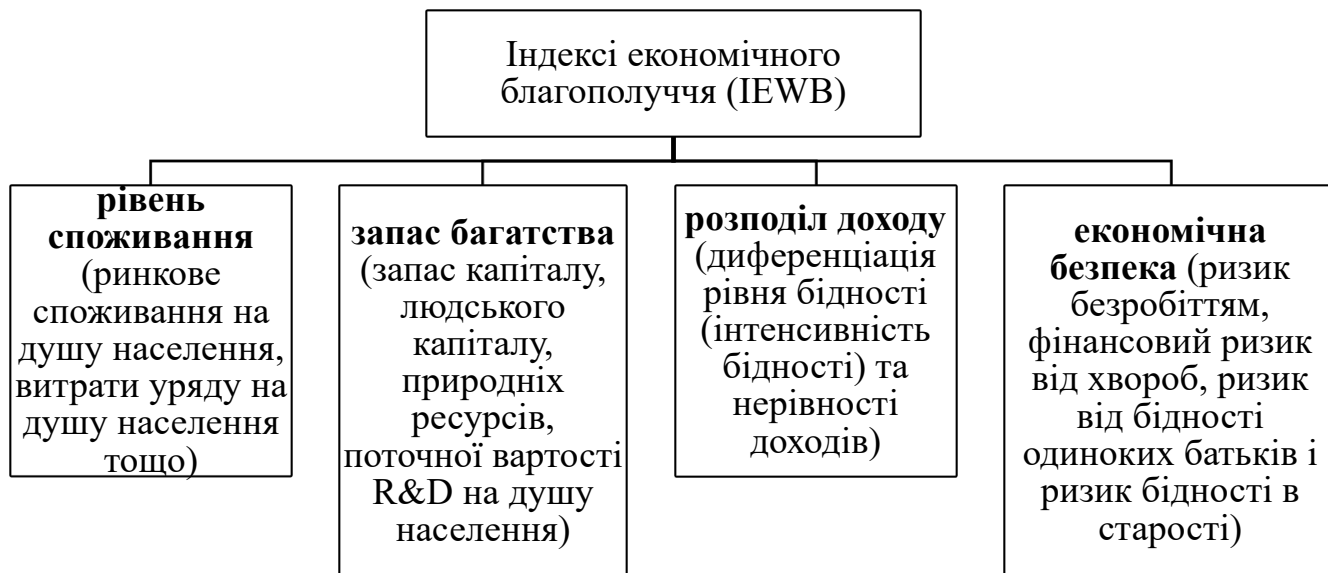


Рис. 1.1. Складові Індексу економічного благополуччя.

Джерело: складено автором на основі [17].

Як бачимо, в даному випадку економічна безпека розглядається як фактор захищеності різних верст населення від непередбачуваних загроз і викликів. Загальна макроекономічна ситуація національної економіки не враховується за таким методом.

У Китаї, Японії, Індії поширення здобув Індекс комплексної національної сили. Показник включає в себе різноманітні фактори, а саме: розмір території, економічний розвиток, рівень міжнародного впливу, географічні умови, обороноздатність, природні і трудові ресурси, демографічні характеристики, соціальні умови, індикатори стану культури тощо. До основних економічних факторів віднесено розмір ВВП і місце країни за його обсягом у світі. Держава оцінюється у стані безпеки, якщо вона не приносить у жертву свої національні інтереси і якщо вона, орієнтуючись на власні національні цілі, здатна відстояти їх шляхом політичних, економічних, соціально-психологічних, військових й інших дій [18].

The Basic Economic Security Tables Index та Elder Economic Security Standard Index вимірюють доходи працівників і пенсіонерів, необхідні для досягнення безпеки в певних містах, округах і штатах [3]. Ці бюджети представляють дані, специфічні для типу та місцеположення родини, і відображають сучасну економіку та сучасне розуміння того, як сім'ї досягають фінансової стабільності. Вони демонструють локальні витрати, вимоги до заощаджень, і які доходи потрібні для досягнення економічної безпеки сімейного типу на міському, регіональному та державному рівнях.

Окрім розглянутих індексів також публікуються різні рейтинги країн світу, що враховують рівень економічної безпеки країн, наприклад англійський журнал «Euromoney» для визначення надійності країн залучає команду з понад 400 експертів у політичній та економічній сферах, оцінки яких у поєднанні з даними Міжнародного Валютного Фонду, Світового банку щодо показників боргу, результатами опитування менеджерів боргових синдикатів міжнародних банків про доступ до капіталу та кредитні рейтинги Moodys та Fitch формують оцінку ризику Euromoney у 100-бальній шкалі [2]. А приватна німецька дослідницька компанія BERI публікує власний рейтинг країн, основою для якого став індекс ризику країни.

На рівні індивідуальних досліджень деякі вчені-економісти розглядають рівень економічної безпеки країни за допомогою індикативного аналізу, а саме: моніторингу ключових макроекономічних показників та порівняння їх з деякими із заздалегідь визначених критичних значень та оцінки темпів економічного розвитку країни за основними показниками макроекономічних змін. Такий спосіб є найпростішим. Інші методології обрахунку показника економічної безпеки передбачають: оцінку темпів економічного зростання країни за основними макроекономічними показниками та динаміці їх зміни, методи експертних оцінок, аналізу та обробки сценаріїв, багатомірного статистичного аналізу тощо.

Підсумовуючи, варто зазначити, що підходи до визначення економічної безпеки можна поділити на дві підгрупи: макроекономічний та індивідуальний рівні

[19]. Так, економічна безпека на рівні індивіда передбачає забезпечення безперервної платоспроможності з метою збереження гідного рівня життя у разі можливих викликів для національної економіки та людства в цілому (наприклад, пандемія COVID-19). Макроекономічний підхід має на меті комплексний аналіз всіх складових економічної безпеки у зв'язку з загрозами на рівні економік держав (ресурсна нестача, глобалізаційні процеси, військові загрози тощо). Загалом, велика кількість підходів до визначення ступеню економічної захищеності демонструє багатогранність цього питання та необхідність цілісного розгляду поняття економічної системи.

1.3 Роль економічної безпеки при передбаченні економічної кризи

Економічна криза – невід’ємна частина розвитку економіки будь-якої країни. Зважаючи на те, що це невідворотний процес, дуже важливим є завчасне виявлення ще на початковій стадії даного явища. Передбачення економічних криз – обов’язкова складова економічної політики кожної держави, адже прогнозування криз дозволяє вчасно відреагувати й уникнути руйнівних наслідків для розвитку країни.

Одним із основних завдань для успішного прогнозу є правильний вибір показників, на базі яких робляться розрахунки. Традиційно використовують основні макроекономічні фактори, такі як ВВП, ВНП, державний борг, інфляція, імпорт, експорт тощо. Проте в сучасну епоху глобальних змін в політичній, економічній, безпековій системах світу вступають в дію нові чинники, які раніше не впливали на економічну сферу. Прикладом є криза 2008 р., яка стала несподіваною для багатьох країн. Вчені порівнюють її навіть з Великою Депресією 30-х років ХХ століття. Початок кризи був непередбачений після періоду виключно сприятливих умов з стабільним зростанням та низькою інфляцією. Після даного потрясіння більшість міжнародних економічних організацій почали аналізувати ситуацію і розробляти нові методи для прогнозування криз, при цьому виокремлювати нові складові аналізу стану національної економіки або ж використовувати нові фактори, які раніше не включались до аналізу [20]. Наприклад, дослідження Банку міжнародних розрахунків та Міжнародного валютного фонду виявили, що такі фактори, як стрімкий ріст кредитів, житлових інвестицій та при цьому великий дефіцит поточних рахунків можуть в подальшому бути індикаторами криз [21].

В прогнозуванні важливим є визначення рівня розвитку економіки країни, тобто аналіз стану на даний момент часу. На мою думку, суттєвим показником, який характеризує стан економіки, є саме показник економічної безпеки країни. В будь-якому разі існують певні шоки, несподівані зміни, які не можливо передбачити, а

саме цей показник дає нам можливість врахувати їх при прогнозі. Адже економічна безпека характеризує рівень захищеності національної економіки від шоків, як і внутрішніх, так і зовнішніх. По суті даний показник відображає стійкість системи, яка забезпечує соціальний, фінансовий, технологічний розвиток країни, гарантує гідний рівень життя громадян [22]. Індекс економічної безпеки зосереджує в собі безліч каналів, через які державні інститути можуть впливати на економічну діяльність. До того ж підтримуючи необхідний рівень, держава мінімізує можливі втрати.

В 1998 р. в рамках Міжнародного валютного фонду були проведені дослідження впливу економічної безпеки на банківські депозити та інвестиції [23]. Були взяті дані індексу економічної безпеки для 130 країн з 1985 по 1995 рр. В даному випадку показник економічної безпеки поєднує в собі 5 критеріїв: політична стабільність, політична система, рівень бюрократії, система легалізації та рівень злочинності. На базі цих даних працівники МВФ здійснили економетричний аналіз зв'язку. Було виявлено, що індекс економічної безпеки помітно співвідноситься з рівнем ВВП на душу населення. До того ж, даний показник взаємодіє з кількістю депозитів, адже логічно, що збільшення кількості приватних заощаджень в національних банках свідчить про те, що населення довіряє банківській системі країни, а це в свою чергу свідчить про високий рівень економічної безпеки [24]. Очевидним є те, що кількість депозитів впливає на стан економіки, зважаючи на те, що чим більше людей розміщують свої збереження на депозити, тим більше грошей в обігу – зростає грошова маса, що позитивно впливає на економіку, і навпаки – вилучення грошей з обігу є негативним фактором, тож, очевидно, що даний показник є обов'язковим при прогнозуванні економічних криз.

При прогнозуванні криз варто враховувати діяльність всіх суб'єктів економіки на макrorівні: домогосподарства, підприємства, держава та міжнародний сектор. Діяльність кожного з них має прямий вплив на національну економіку, як на її розвиток, так і на стагнацію. Показник економічної безпеки вміщує в собі діяльність

усіх суб'єктів. Не існує єдиних критеріїв, які б мали бути враховані при розрахунку даного індексу. Багато вчених виокремлюють дві підсистеми: внутрішню та зовнішню. До першої входять такі показники: технологічна, фінансова та комерційна безпеки, до зовнішньої відносять інформаційну, ресурсну, енергетичну, охорони навколишнього середовища, технічну та виробничу безпеки [25]. Проте, найбільш оптимальною буде така структура: соціальна, фінансово-макроекономічна, ресурсна, промислово-сервісна безпеки [22]. Тобто включаються такі показники, як ІСЦ, обсяги експорту та імпорту, внутрішній та зовнішній борги, ВВП, ВНП, валові внутрішні заощадження, рівень покриття, зайнятість населення тощо. Дані показники є невід'ємними аспектами, які мають бути враховані при прогнозуванні економічних криз. По суті, індекс економічної безпеки – це системний показник, який показує стан національної економіки. До того ж даний індекс характеризує не тільки рівень розвитку економіки, а й спроможність країни протистояти загрозам. Підсумовуючи, можна сказати, що економічна безпека включає:

- стан національної економіки;
- визначення загроз, які мають бути уникнені при належному рівні економічної безпеки країни;
- стабільність та якість життєдіяльності громадян;
- державний вплив;
- система заходів для забезпечення належного рівня економічної безпеки [26].

Отже, одним із критеріїв економічної безпеки є здатність підтримувати або швидко відновлювати належний стан економіки у випадку кризових ситуацій. Отож логічним є те, що даний показник одним з найперших реагує на мінімальні зміни основних показників функціонування національної економіки, а отже це той показник, за допомогою якого можна спрогнозувати майбутні кризи при найперших їх проявах, що в свою чергу допоможе швидко відреагувати на зміни і уникнути фатальних наслідків.

1.4 Аналіз економічних криз в країнах Європи

За останні 50 років країни Європи демонструють досить нестабільну економічну ситуацію. Вже під час перших кількох криз в другій половині ХХ ст. було виявлено, що криза в одній країні не може не зачепити економічний стан інших країн, адже вже тоді були помітними перші прояви глобалізація. Більшість країн світу так чи інакше зв'язані один з одним внаслідок міжнародної торгівлі, яка є невід'ємною складовою розвитку будь-якої держави. Проте дана співпраця тягне за собою і негативні фактори фінансового впливу.

70-ті роки ХХ ст. характеризуються неоднозначним рівнем розвитку країн Європи та Північної Америки. Варто згадати про нафтові кризи 1973 та 1979 рр. Протягом 60-х років ХХ ст. промислове виробництво, пов'язане з використанням нафти, досягало свого піку, особливо в таких країнах, як США, Німеччина, Канада, Іран. Провідні індустріально розвинені країни дуже швидко стали залежними від постачальників нафти, тож не дивно, що підвищення цін на дане паливо дуже різко вплинуло на стан їхньої економіки. Так, за прогнозами американських вчених, загальний річний обсяг чистого імпорту енергоносіїв США, в основному нафти, міг з 18 вирости до 24 млрд доларів до початку 1980, а в Європі даний показник міг би досягнути аж 31 млрд доларів [27]. З 1972 по 1975 рр. зважаючи на стрімке збільшення попиту, ціни на нафту збільшились майже в 10 разів, що викликало шок у більшості провідних країн. Внаслідок цього, інфляція в США та країнах ЄС дуже швидко зростала, що в свою чергу знецінювало доходи громадян [28]. Логічно, що дане явище призвело до збільшення рівня безробіття та колосального зменшення інвестиційних потоків. Динаміка інфляції та рівня безробіття в Західній Німеччині продемонстрована на кривій Філіпса на рис. 1.1. [29]. Як бачимо, рівень безробіття у період 1971-1975 рр. виріс, порівняно з попередніми роками, майже у два рази, в той час як інфляція зросла у ще більшість прогресії.

Внаслідок цих криз уряди європейських країн усвідомили небезпеку залежності виключно від нафтоносіїв та почали шукати альтернативні носії енергії.

Після двох криз зниження промислової активності привело до зменшення цін на нафту у 1980-х роках. Економісти називають даний період «стагфляцією», адже дані кризи характеризувались як і стрімким зростанням інфляції, так і економічною стагнацією [30].

Відчутний вплив на економічну ситуацію в Європі мала банківська криза 1973-1975 рр. в Великобританії. В 60-х роках ХХ ст. ціни на нерухомість поступово зростали, тож утворилось досить багато малих банків, які надавали кредити за відносно незначну заставу. За два роки до кризи головний банк країни відмовився від кількісного контролю за кредитами, а перейшов до системи вільного ринку, що полегшило процедуру отримання кредитів [31]. В результаті після стрімкого зниження цін на житло та зростання процентних ставок в 1973 р. більшість малих банків розорились, при цьому залишившись з величезними боргами. Для вирішення даної проблеми, головний банк Великобританії створив нові невеликі банки, аби ті допомогли першим, що в свою чергу лише ускладнювало стан банківської системи країни в цілому. До того ж ситуацію ускладнювала криза фондового ринку 1973-1974 рр. Отож держава втратила чималу суму, аби подолати наслідки даного процесу.

Через декілька років Головний банк виявив дві основні причини даної кризи – відсутність чіткої системи контролю ним кількості наданих кредитів та неконтрольований швидкий розвиток нерухомості і збільшення грошової маси [32]. Внаслідок економіка 2 роки перебувала у стані рецесії, а інфляція досягла післявоєнного піку – 24% (рис. 1.2).

Вже на початку 1980-х років вчені почали досліджувати методи прогнозування економічних криз. Наприклад, для передбачення валютних криз використовували структурні моделі, панельні регресії при застосуванні аналізу часових рядів тощо [22]. Проте найважчим було спрогнозувати початок кризи, тому саме старт явища досить часто був визначений неправильно.

Якщо для багатьох країн світу 80-ті роки ХХ ст. були нестабільними, часом рецесійними, то для Фінляндії цей період характеризується зростанням одразу після відновлення після нафтових криз. На рис. 1.3 зображено динаміку ВВП Фінляндії з 1970 по 1996 р. Легко помітити, що вже з 1978 року відбувається досить стрімке поживавлення обсягу валового продукту, при цьому вже на початку 80-х років спостерігається стабільність, а потім і стрімке зростання даного показнику. Проте, закономірно, що під час швидкого піднесення економіку почали проявлятися певні ознаки перенасичення: швидке зростання доходів населення та цін на активи і при цьому інфляція також почала зростати. Обсяги кредитування почали швидко зростати. При цьому ціни на нафту зменшувались, а попит на лісову промисловість зростав, що було надзвичайно вигідно для Фінляндії. Бум закінчився в 1990 р. [33]. На рис. 1.3 бачимо, що вже в 1991 р. ВВП починає різко спадати і така рецесія продовжується до 1993 р. Справа в тому, що в 1990 р. уряд країни перейшов до більш жорсткої політики захисту власної валюти. Це призвело до того, що дуже швидко знизилась процентні ставки, а разом і з ними ціни на активи. До того ж на зниження ВВП вплинув і розпад СРСР, куди Фінляндія експортувала велику кількість товарів. Проте з часом промисловість переорієнтувалась на інші сфери виробництва, що сприяло економічному поживавленню.

Схожа ситуація в цей же час виникла в Швеції. Як і в Фінляндії, велика кількість кредитів при низьких відсоткових ставках супроводжувалась зростанням інфляції (рис. 1.4 демонструє різке зростання рівня інфляції). У 1990 р. урядом країни було запроваджено податкові реформи, які проводились за умов зростання міжнародних процентних ставок та падіння рівня інфляції. Це обумовило різке підвищення реальних ставок, що дуже похитнуло фінансовий сектор країни. Криза привела до стрімкого зростання безробіття, а також до величезного бюджетного дефіциту, адже державні витрати постійно зростали. У результаті послідовного зниження процентних ставок повільно експорт країни почав відновлюватись. В 2005 р. економістами Європейської Комісії було пораховано збитки від

економічних криз у Фінляндії та Швеції, в тому числі для кризи 1990-1993 рр. [34]. Так втрати Швеції складають приблизно 13%, тоді як у Фінляндії більше 25% від потенційно можливого доходу.

Найбільшою кризою, яка зачепила всі країни Європи та і взагалі світу, стала криза 2008 р., яка виявилась несподіваним шоком та викликала хаос на фінансових ринках у всьому світі. Науковці визнають, що не завжди можна передбачити кризові явища при найперших їх проявах, проте те, що настільки масштабна криза не була вчасно спрогнозована, є досить дивним і неочікуваним.

Варто зазначити, що початок XXI ст. характеризувався небаченим стабільним зростанням економіки більшості країн світу. Люди довіряли банківським системам, вкладали більшість своїх заощаджень, при цьому і кількість кредитів постійно зростала. Ціни на активи також стрімко підвищувались. Проте доведено, будь-яке зростання передбачає в майбутньому неминучий спад. На початкових стадіях криза почала проявлятися як дефіцит ліквідності серед фінансових інститутів, проте ніхто не розглядав можливість краху системи в цілому. Після дефолту інвестиційного банку США Lehman Brothers Європейський Центральний банк почав дуже швидко реагувати: витрати на позики були знижені до 37,5%, після чого почали поступово знижувати процентні ставки (рис. 1.5) [35].

Перші негативні наслідки від кризи в США у вигляді спаду ВВП в країнах Європи почали прослідковуватись з середини 2009 року, хоча сама криза почалась за рік до цього. Через фінансову кризу державний борг в середньому досягнув 73% від ВВП, тоді як до кризи (2000-2008рр.) даний показник був стабільний на рівні 60%. Борг зростав аж до 2014 р., коли досягнув позначки 87% від ВВП, при цьому навіть нині не всі країни ЄС знизили рівень боргу. Найбільша частина державного боргу припадає на такі країни, як Греція, Португалія, Кіпр та Ірландія [36].

Вже наприкінці 2008 р. Європейська Комісія почала прогнозувати можливий хід розвитку кризи. На рис. 1.6 зображено динаміку зміни ВВП в Болгарії, Чехії, Естонії, Латвії, Литві, Угорщині, Польщі, Румунії, Словаччині та Словенії. При

цьому в даних таблицях показник 2009 року є прогнозованим [37]. В реальності, падіння ВВП країн стало ще більшим, ніж того очікували. Наприклад, за даними FRED Economic Data ВВП Латвії впало на 25% у 2009 р. у порівнянні з попереднім роком [38]. За прогнозами скорочення мало бути лише на 18%. Бачимо, що наслідки кризи були майже в половину більшими, ніж того очікували на початку кризи. Загалом лише в 2017 р. ЄС вдалось досягти докризового рівня.

Світова криза вразила і українську економіку. Особливо важким виявився 2009 р., коли ВВП України скоротилось аж на 14% порівняно з попереднім роком. До того ж дане явище по суті повністю зруйнувало інвестиційний клімат України [39]. Динаміка ВВП України проілюстрована на рис. 2. Легко прослідковується, як різко впав показник в 2009 р.

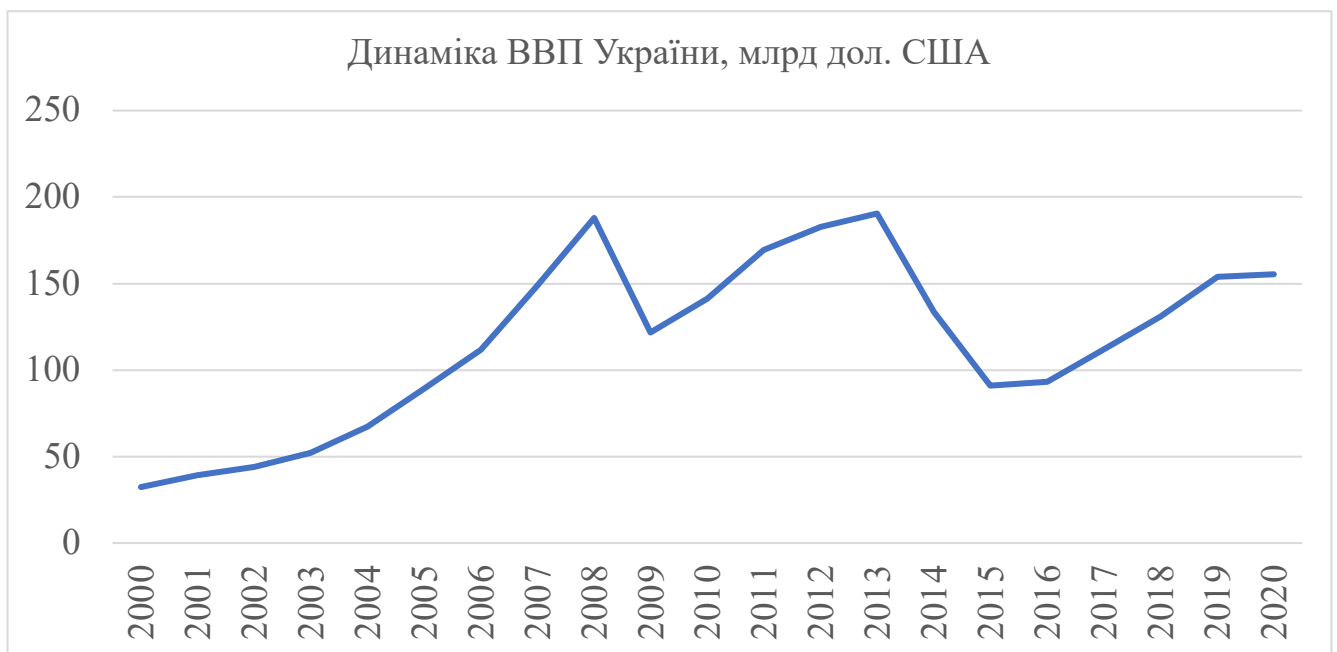


Рис. 1.2. Динаміка зміни ВВП України.

Джерело: складено автором на основі [40].

З 2010 р. спостерігається певне пожвавлення економічного розвитку, проте вже через декілька років нова криза спричинила ще більший спад рівня ВВП. На графіку бачимо значний спад в 2013 р. Проте дана криза вже не була такою несподіваною, як попередня. Кризу 2013 р. можна розцінювати швидше як передбачуваний наслідок неефективної економічної діяльності Президента та уряду

країни протягом 2010-2013 рр. Великий вплив на економіку України мали і політичні події. Сьогодні у більшості країнах політика та економіка країни тісно пов'язані між собою. Отож такі події як агресія з боку російської федерації, кардинальна зміна влади України не могли не вплинути на національну економіку. Через надмірне розкрадання державних коштів тодішньою владою нині Україна має й досі величезні борги, як внутрішні, так і зовнішні. Динаміка боргу продемонстрована на рис. 1.7. Як бачимо, у 2010 р. борг збільшився на 36,4 %, а з 2014 р. даний показник збільшився на 88% порівняно з попереднім роком. Станом на 31 січня 2021 року загальний борг України складає 2,67 млрд грн, при цьому майже 60% даної суми є зовнішній боргом [41].

Показовою є криза в Греції, яка була на межі дефолту в 2010 р. Промисловість даної країни є дуже незначною, і найбільший прибуток вона отримує від туристичного бізнесу. Отож, як тільки європейські банки перестали надавати кошти, дефіцит бюджету почав зростати надзвичайно швидко. Саме дана ситуація яскраво демонструє теперішню взаємопов'язаність економік країн ЄС. Адже дефолт Греції погрожував платоспроможності багатьох європейських банків, особливо Франції та Німеччини. Вони разом з іншими приватними інвесторами утримували 34.1 млрд євро грецького боргу [42]. До того ж криза дуже вплинула на рівень безробіття: в 2013 р. рівень безробіття досягнув свого піку – 26.4%, найвищий з часу вступу країни до ЄС [43]. Нині борг Греції складає 210% ВВП (станом на кінець 2020 р.) і за планом уряду країна має виплатити борги аж у 2060 р. при підтримці жорсткої економії, що є основною умовою надання позик європейськими фінансовими установами [44]. Дана криза була досить таки передбачуваною, адже надмірне витрачання коштів, постійне збільшення дефіциту бюджету, зростання внутрішнього боргу неминуче мали привести до негативних наслідків для національної економіки. Проте політика ігнорування очевидних попереджень призвела до того, що Греція була на межі розорення. Це в черговий раз доводить про не лише необхідність своєчасного прогнозування економічних

криз, а й належного реагування та прийняття заходів для пом'якшення рецесії економіки.

Причиною кризи можуть бути не лише економічні фактори. Пандемія Covid-19 на початку 2020 р. сколихнула весь світ. На всіх суб'єктів економіки прямо чи опосередковано вплинули події, спричинені розповсюдженням вірусу. Загалом можна виділити декілька каналів, через які коронавірус впливає на економіку: карантинні заходи, що призупинили діяльність компаній; туристичний та авіа бізнеси, які лише зараз починають трохи оговтуватись та відновлювати повноцінно свою діяльність; експорт, імпорт та виробництво, що потребує міжнародний поставок сировини; приватне споживання та інвестиції [45]. За оцінками МВФ, світова економіка скоротилася на 4,4% у 2020 році. Організація описала цей спад як найгірший з часів Великої депресії 1930-х років [46]. За прогнозами Європейської комісії сумарно ВВП країн ЄС мало б скоротитись на 7.5% за 2020 р. (для порівняння в 2009 р. – 4.3%) [47]. В реальності спад досяг 11,9%. Особливо постраждали національні економіки країн, де було найбільше захворюваних, наприклад, Італія, Іспанія, Франція, Португалія. Проте, враховуючи спад кількості захворюваних та швидше пристосування бізнесу до нових реалій, обсяг ВВП починає відновлюватись. Так у 2021 р. ВВП країн Європейського Союзу зріс на 5,2% у порівнянні з попереднім роком [48].

Як бачимо, все нові фактори стають поштовхами для виникнення криз. Зокрема, на економіки країн впливають події на світовій політичній арені. На мою думку, це має негативні тенденції, адже наслідки таких події важко передбачити і раптові шоки можуть завдати відчутного удару по національним економікам, особливо країн, які розвиваються. Наприклад, війна росії проти України, постійне втручання в європейську політику та підтримання сутичок на Близькому Сході доводить те, що росія є країною-агресором, від якої можна очікувати чого завгодно і яка, по суті, є дестабілізатором світової економічної системи. Сьогоднішні необхідні санкцій проти росії будуть мати вплив і на економіки інших багатьох

країн та і загалом змінить ситуацію на міжнародній економічній арені (сюди можна віднести і газову залежність, і міжнародні торгівельні договори, і діяльність компаній тощо). Економіка України вже несе шокуючі збитки. Центр аналізу публічних фінансів та публічного управління Київської школи економіки оцінив збитки, нанесеній інфраструктурі в розмірі 62,6 млрд доларів США і, очевидно, ця сума в разі буде більшою після закінчення війни [49]. Да і загалом економіка нашої країни потребуватиме тривалого і поступового відновлення протягом не одного року. Війна в центрі Європи сколихнула весь світ і нині можемо констатувати вразливість економічної системи від політичних процесів.

Таким чином, досвід країн доводить, що економічні кризи є невідворотними процесами, без яких неможливий розвиток економіки. Сьогодні більшість держав тісно взаємопов'язані і криза в одній (особливо в країнах, які є лідерами на світовому ринку) може викликати ланцюгову реакцію та підірвати всю економіку світу. Більше того, сьогодні причинами криз стають і неекономічні фактори. Це обумовлює потребу у забезпеченні економічної безпеки кожної країни, аби несподівані шоки не стали фатальними для національних економік.

Висновок до розділу 1

Перш за все були розглянуті різні підходи до визначення поняття економічної безпеки. Загалом можна сказати, що індекс економічної безпеки визначає рівень стресостійкості економіки, її здатності до швидкого відновлення у разі можливих викликів, а також рівень захищеності всіх суб'єкт економіки.

Були дослідженні існуючі методології до кількісної оцінки індексу економічної безпеки. Єдиної методології до обрахунку не існує. Це пов'язано з багатогранністю показника, різним тлумаченням економічної безпеки та складністю кількісного виміру деяких його складових. Тож в роботі наведені найбільш популярні індекси та проаналізовано, які саме фактори взяті та яка методологія обрахунку. Нині показник економічної безпеки визначається і державними регуляторними установами для моніторингу стану національної економіки, і приватним організаціями для складання рейтингів країн, і окремими економістами в рамках пошуку універсального методу розрахунку.

Також, шляхом аналізу економічних криз в країнах Європи ХХ-ХХІ ст. (розглянуті світова криза 2008 р, вплив пандемії COVID-19 на економіку, а також локальні економічні кризи у деяких країнах Європи), були визначені причини та наслідки економічних рецесій для розуміння, які фактори найпершими реагують на шоки в економіці. Була доведена актуальність та необхідність моделювання та прогнозування показника економічної безпеки для своєчасного виявлення можливих загроз та забезпечення мінімізації негативних наслідків для національної економіки.

РОЗДІЛ 2. Методи моделювання економічної безпеки

2.1 Панельні регресії

Панельні регресії досить часто використовують при дослідженні певного показника, який розрахований для багатьох індивідів за певний період часу. Типовим прикладом панельних даних може бути рівень інфляції для країн світу за декілька років або, наприклад, обсяг продажів певної кількості магазинів на щоденній основі. Дані моделі дозволяють дослідити зміни на індивідуальному рівні.

Лінійна панельна модель виглядає так:

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}^T \beta + \varepsilon_{it}, i = 1..N; t = 1..T,$$

де X_{it}^T - значення регресорів;

β - вектор факторів, які відображають вплив незалежних змінних на залежну;

i - номер індивіда;

t - момент спостереження;

α_i - константа, що характеризує специфічний вплив незалежних змінних для конкретного індивіда (наприклад, для країни це можуть бути особливі геополітичні умови, які нині безсумнівно впливають на національні показники макроекономіки). До того ж всі припущення щодо збурень є такими, як і для простих регресій:

$$M \varepsilon_{it} = 0$$

$$D \varepsilon_{it} = \sigma^2 = const$$

$$cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{i't'}) = 0, i \neq i', t \neq t'$$

$$cov(\varepsilon_{it}, X_{it}) = 0, \text{ для } \forall i, t$$

При цьому збурення розглядають у вигляді суми:

$$\varepsilon_{it} = v_i + \mu_{it},$$

де v_i - фіксовані збурення для окремого індивіда i протягом всього періоду спостереження;

μ_{it} - похибки, що виражають індивідуальні ефекти індивіда i в момент часу t [50].

Похибки μ_{it} вважаються некорельованими зі значеннями регресорів моделі X_{it}^T . Проте визначення корельованості збурень v_i є дуже важливим при аналізі панельних регресій, адже саме даний показник визначає, які моделі варто застосовувати, з фіксованими чи випадковими ефектами. У випадку коли збурення та регресор є незалежними, то значення будь-якої незалежної змінної є екзогенним, тобто таким, який зумовлений зовнішніми факторами. Якщо ж дана умова не виконується і $\text{cov}(v_i, X_{it}) \neq 0$, то за звичайним методом найменших квадратів оцінки такої регресії будуть зміщеними. У даному випадку розглядається модель з фіксованими ефектами. Слід зазначити, що у моделях з фіксованими ефектами збурення v_i вважаються константами, а у випадку випадкових ефектів вони мають певний розподіл ймовірностей [51].

Основною ідеєю фіксованих ефектів є оцінка констант для кожного індивіда з штучними змінними. Константи регресії в даному випадку змінюються від одиниці до одиниці спостереження. Оцінка константи v_i дорівнюватиме:

$$\hat{v}_i = \bar{y}_i - \bar{X}_i^T \hat{\beta}_{FE}, i = 1..N,$$

де оцінка з фіксованими ефектами знаходиться як [52]:

$$\hat{\beta}_{FE} = \left[\sum_{i=1}^T (X_i' M X_i) \right]^{-1} \sum_{i=1}^T (X_i' M y_i), \text{де } M = I_T - \frac{1}{T} e e'$$

Варто зазначити, що даний тип аналізу доцільний лише при малих N (кількість індивідів), адже велика кількість штучних змінних при цьому аналізі може призвести до певних обчислювальних проблем [53]. Моделі з фіксованими ефектами розглядають вплив змінних, що змінюються з часом, а сталі специфічні фактори впливу, саме ті які і відрізняють кожного індивіда, не розглядаються. Наприклад, стать працівників, коли ми розглядаємо панельні дані середньої заробітної плати підприємств [54].

Коли збурення є незалежними від регресора, тобто $\text{cov}(\varepsilon_{it}, X_{it}) = 0$, для $\forall i, t$, для аналізу панельних даних застосовують модель із випадковими ефектами. Вона має вигляд:

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}^T \beta + \varepsilon_{it} + \mu,$$

$$\varepsilon_{it} \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2); \alpha_i \sim i.i.d.(0, \sigma_\alpha^2)$$

Сума $(\alpha_i + \varepsilon_{it})$ - похибка, яка складається з компонента, специфічного для кожного індивіда, який не залежить від часу і залишкового компонента, припускаючи, що він некорельований у часі.

Алгоритм дій у даному випадку такий: спочатку знаходять оцінки за звичайним МНК та обчислюють σ_ε^2 та σ_α^2 . Оцінку σ_ε^2 знаходять з моделі з фіксованими ефектами, а σ_α^2 обчислюють як: $\hat{\sigma}_\alpha^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i^2 - \frac{1}{T} \hat{\sigma}_\varepsilon^2$, де e_i - залишки МНК [50].

Оцінка з випадковими ефектами розраховується за формулою:

$$\hat{\beta}_{FE} = \left[\sum_{i=1}^N (X_i' \Omega^{-1} X_i) \right]^{-1} \sum_{i=1}^N (X_i' \Omega^{-1} y_i),$$

$$\Omega^{-1/2} = \frac{1}{\sigma_u} (I_T - \frac{\theta}{T} ee'),$$

$$\theta = 1 - \frac{\sigma_u}{\sqrt{T\sigma_\lambda^2 + \sigma_u^2}}$$

Саме модель з випадковими ефектами використовують, коли потрібно враховувати відмінності між суб'єктами, які в деяких випадках суттєво впливають на змінні регресії.

Аби визначитись, які моделі потрібно створювати з панельних даних використовують тест Хаусмана. Нульовою є гіпотеза про некорельованість v_i та X_{it} . Дану гіпотезу можна перевірити за допомогою критерію Хаусмана, який має статистику:

$$\xi_H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})^T \left[\hat{D}(\hat{\beta}_{FE}) - \hat{D}(\hat{\beta}_{RE}) \right]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})$$

Прийняття нульової гіпотези означає, що дана статистика має асимптотичний розподіл χ^2 з k степенями свободи, де k - кількість параметрів у векторі β . Отже, коли $\text{cov}(v_i, X_{it}) \neq 0$ доцільно використовувати модель з фіксованими ефектами, у протилежному випадку слід розглядати моделі з рандомними ефектами. Не дивлячись на те, що моделі з фіксованими ефектами вважаються менш точними, вони можуть показати кращі оцінки, ніж оцінки моделі з випадковими ефектами, адже в останньому випадку вони можуть бути зміщеними [52].

Загалом, говорячи про панельні регресії, варто виділити плюси та мінуси їх застосування. Так, за допомогою моделей з фіксованими ефектами можна аналізувати динаміку досліджуваного показника, а за допомогою моделей з рандомними ефектами досліджувати поведінкові моделі. Варто звернути увагу на те, що в таких моделях враховується корельованість незалежних змінних та похибок, які відображають вплив неврахованих в моделі факторів. Проте існує і багато застережень щодо дослідження панельних даних. Перш за все, частою проблемою є виявлення мультиколінеарності, що пов'язана з використанням значної кількості штучних змінних. По-друге, при використанні моделей з випадковими ефектами варто приділити час для перевірки на виявлення гетероскедастичності та автокореляції [55].

Таким чином можна підсумувати, що панельні регресії ефективно використовувати для моделювання та прогнозування макроекономічних показників, аналізуючи комплексно певну групу країн. В умовах глобалізації нині національні економіки дуже взаємопов'язані, тому розглядати одну країну без врахування впливу інших не є доцільним. При цьому панельні регресії передбачають врахування особливостей кожної з країн: політичних, географічних, ресурсних тощо.

2.2 Врахування асиметричних ефектів при моделюванні

Більшість методів аналізу моделей з фіксованими ефектами передбачають, що вплив змінних є симетричним. Тобто ефект збільшення певної незалежної змінної на залежну буде таким самим, як і його відповідне зменшення. Проте при моделюванні економічних процесів, логічно, що симетричний вплив не завжди прослідковуватись. Наприклад, вплив збільшення інфляції, яка безумовно впливає на національну економіку, не буде тим же, що і вплив такого ж її зменшення. Або ж очікувана інфляція, яка є значним чинником при формуванні рівня інфляції. Очевидно, що вплив від зростання очікувань і аналогічного зменшення не буде однаковим. Отож, для дослідження впливу змінних дуже важливим є виявлення та аналіз даних ефектів.

Нехай регресія має вигляд:

$$y_{it} = \mu_t + X_{it}^T \beta + \alpha_i + \varepsilon_{it},$$

де X_{it}^T - значення незалежних змінних i -того індивіда в момент часу t ;

β - вектор коефіцієнтів, які виражають вплив незалежних змінних;

α_i - константи, що відображає випадкові ефекти, тобто специфічний вплив i -того індивіда, який не змінюється з часом;

ε_{it} - похибки моделі;

μ_t - константи, які відображають вплив зміни часу і не пов'язані з незалежними змінними.

Позначимо коливання незалежних змінних X_{it}^T , виокремлюючи додатні на від'ємні значення:

$$X_i^+ = X_{it} - X_{i(t-1)}, \text{ якщо } (X_{it} - X_{i(t-1)}) > 0, \text{ інакше } -0$$

$$X_i^- = -(X_{it} - X_{i(t-1)}), \text{ якщо } (X_{it} - X_{i(t-1)}) < 0, \text{ інакше } -0$$

$$Z_{it}^+ = \sum_{s=1}^t X_{is}^+$$

$$Z_{it}^- = \sum_{s=1}^t X_{is}^-$$

Z_{it}^+ - всі позитивні зміни X_i до періоду t , Z_{it}^- - всі негативні. Тепер модель буде виглядати так:

$$Y_{it} = \mu_t + Z_{it}^+ \beta^+ + Z_{it}^- \beta^- + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

При дослідженні асиметричних ефектів доцільно перейти до різниць змінних, тобто аналізувати прирости, адже дані ефекти як раз і відображають вплив на динаміку залежної змінної. Переходячи до різниць, будемо мати:

$$Y_{it} - Y_{i(t-1)} = (\mu_t - \mu_{(t-1)}) + (Z_{it}^+ - Z_{i(t-1)}^+) \beta^+ + (Z_{it}^- - Z_{i(t-1)}^-) \beta^- + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i(t-1)})$$

Логічно, що $Z_{it}^+ - Z_{i(t-1)}^+ = \sum_{s=1}^t X_{is}^+ - \sum_{s=1}^{t-1} X_{is}^+ = X_{it}^+$ та $Z_{it}^- - Z_{i(t-1)}^- = X_{it}^-$.

Тоді отримаємо:

$$Y_{it} - Y_{i(t-1)} = (\mu_t - \mu_{(t-1)}) + X_{it}^+ \beta^+ + X_{it}^- \beta^- + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i(t-1)})$$

Як бачимо, β^+ відображає зміну Y_i при збільшенні змінної X_i за один період, а β^- - зміну залежної змінної при зменшенні X_i . Зазвичай знаки β^+ та β^- протилежні, проте це не завжди так. Якщо $-\beta^- = \beta^+$, то в даній моделі наявні симетричні ефекти [56].

Асиметричний ефект гарно прослідковується в GARCH-моделях. При аналізі фінансового стану лінійні моделі досить часто мають велику похибку при прогнозуванні, тому доцільним є розглядати ARCH та GARCH моделі. У такому випадку розглядаються дисперсії збурень, які за основними умовами мають бути рівними, а саме асиметричні ефекти пояснюють гетероскедастичність, яка є поширеним явищем від час подібних досліджень [57].

У моделях GARCH (p, q), де p - лаг дисперсії, q - лаг збурень, дисперсія збурень досліджується на основі попередніх значень похибок. У випадку GARCH (1, 1), коли враховуємо лише дисперсію одного попереднього періоду, дисперсія має вигляд:

$$h_t = \delta + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1},$$

де β_1 - коефіцієнт впливу попереднього значення дисперсії;

ε_{t-1} - значення попередньої похибки;

α_1 - коефіцієнт впливу попередньої похибки.

При цьому виконується умова $\delta = \alpha_0 + \beta_1 \alpha_0$. До того ж, для стаціонарності моделі, варто дотримуватись правила $\alpha_1 + \beta_1 < 1$.

При дослідженні асиметричних ефектів вводять штучну змінну, яка б характеризувала наслідок позитивних та негативних змін. Розглянемо T-GARCH модель:

$$h_t = \delta + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

$$d_t = \begin{cases} 1, \varepsilon_t < 0 \\ 0, \varepsilon_t \geq 0 \end{cases}$$

Значення $d=1$ означає «погані новини», $d=0$ – «добрі новини». У даному випадку γ як раз і відображає асиметричний ефект. Коли коефіцієнт γ є значимим у моделі це означає, що негативні зміни мають більший вплив на похибки, ніж позитивні. Якщо шоки є позитивними, вплив на волатильність буде дорівнювати значенню α_1 , в іншому варіанті – $(\alpha_1 + \gamma)$ [58].

Загалом суть такого аналізу є виявлення закономірностей впливу незалежних змінних на залежну через дослідження приростів змінних. Найчастіше асиметричні ефекти досліджуються в першу чергу для соціальних явищ, коли значну роль відіграють людські очікування, які, як правило, проявляють саме асиметричні ефекти. При стабільному зростанні економіки очікування є завжди помірними і

стабільними, проте під час криз найменші коливання призводять до негативного ефекту, що в свою чергу значно впливає на макроекономічні показники [59].

Різні програмні середовища (Stata, SAS, EView, R) пропонують велику кількість функцій для дослідження асиметричних ефектів. Для свого дослідження та прогнозування економічної безпеки я використовую R. Наприклад, пакет «asymmetry» надає змогу аналізувати моделі з асиметричними ефектами [60]. Іншим прикладом є пакет «plm», який є більш функціональним і розробленим спеціально для роботи з панельними даними [51].

Отже, при прогнозуванні економічних криз дуже важливим є виявлення та аналіз даних ефектів. Показовим є фактор економічної безпеки. Очевидно, що негативне відхилення буде підвищувати ризик можливості економічної кризи, проте відповідне покращення даного показника не означає, що можливість кризи зменшилась так само.

2.3 Алгоритм кластеризації k-means

Кластерний аналіз - це неконтрольований механізм класифікації, коли набір даних, зазвичай багатовимірних, класифікується на групи (кластери) на основі ступеня подібності точок. Термін «кластеризація» початково з'явився в антропології та психології в 30-40-х роках ХХ ст. [61]. Але вже в 1963 р. вийшла публікація «Принципи числової таксономії», яка стала відправною точкою для впровадження та дослідження методів кластеризації як способу групування статистичних даних [62]. Нині такий метод машинного навчання дозволяє аналізувати великі обсяги даних та розділяти їх на менші та більш зрозумілі групи для подальших досліджень.

Загалом виділяють два типи методів кластеризації: ієрархічні та неієрархічні (роздільні). Ієрархічна кластеризація передбачає створення деревоподібної системи кластерів, тобто частина кластерів мають власні підсистеми кластерів. Роздільна кластеризація має більш просту плоску схему, де кластери мають лінійну структуру. По суті, можна сказати, що ієрархічна кластеризація це послідовність роздільних. В свою чергу, ієрархічний тип поділяють на агломеративні та розділювальні кластеризації, а неієрархічний – на чітку кластеризацію k-means та нечітку c-means. Чітка кластеризація передбачає приналежність одного елемента виключно до одного кластеру, за нечіткої кластеризації кожен елемент належить до кожного кластеру з вагою від 0 до 1 [63].

Одним з найпопулярніших способів кластеризації є метод k-means. Цей алгоритм розбиває дані на k кластерів (C_1, C_2, \dots, C_k) , базуючись на їх центрах або середніх значеннях. Центр кожного кластера розраховується як середнє значення всіх точок, що належать цьому кластеру. Процес кластеризації починається з визначення початкового набору центрів кластерів - центроїдів, число яких задається вручну до початку кластеризації. Ці центри визначаються випадковим чином або відповідно до певної евристичної процедури. На кожній ітерації кожній точці призначається найближчий центроїд кластера відповідно до евклідової відстані між

ними. Потім центри кластерів обчислюються повторно. Центроїди кожного кластера розраховується як середнє значення всіх елементів, що належать цьому кластеру. Обрахунок відбувається за формулою:

$$\mu_k = \frac{1}{N_k} \sum_{q=1}^{N_k} x_q$$

де N_k – кількість елементів, що належать кластеру k ;

x_q – відстань від елемента q до центра кластера k .

Ітерації перерахунку центроїдів відбувається до тих пір, поки центри поточної і попередньої ітерації не збігаються. Це вказує на те, що поточний розподіл є локально оптимальним [64].

K-means – це алгоритм, який використовує критерій суми квадратів помилок (SSE) для знаходження оптимальної структури кластерів, яка має мінімальний критерій помилки. Критерій SSE вимірює відстань кожного елемента до його репрезентативного значення, обчислюється за формулою:

$$SSE = \sum_{k=1}^K \sum_{\forall x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2 \rightarrow \min$$

де C_k – множина елементів кластеру k ;

μ_k – середнє векторне значення кластера k .

Загалом алгоритм k-means можна розглядати як прийнятну за градієнтом процедуру, яка починається з початкового набору k -центрів кластерів і ітеративно оновлює його, щоб зменшити функцію помилки. Це простий та досить універсальний метод, який підходить як і для малих, так і для великих даних, не є часозатратним і інтерпретація результатів є легкою. Проте, є і недоліки такого способу кластеризації. По-перше, кількість кластерів задається початково, тобто визначення оптимальної кількості кластерів це окреме завдання, яке повинне бути зробленим до кластеризації. По-друге, відсутня узгодженість. Кластеризація k -

means може давати різні результати під час виконання різних запусків алгоритму. Випадковий вибір кластерних моделей дає різні результати кластеризації, що призводить до невідповідності. По-третє, даний метод є дуже чутливим до початкових даних. Якщо в данах є викиди, центроїди будуть зміщені, а кластери будуть включати ці точки, замість їх ігнорування.

Особливу увагу варто приділити визначенню оптимальної кількості кластерів. Нині існує чимала кількість підходів для визначення числа кластерів. Одними з найбільш поширених є наступні:

- метод «ліктя»;
- підхід інформаційних критеріїв;
- за емпіричним правилом;
- інформаційно-теоретичний підхід;
- перехресна перевірка тощо [65].

Найстаріший метод визначення справжньої кількості кластерів у наборі даних - метод «ліктя». Ідея полягає в тому, що починаючи з $k=2$, збільшуючи його на кожному кроці на 1, визначати кластери та розраховувати SSE для кожного k . При деякому значенні k критерій різко падає, а після цього виходить на плато. Саме на моменті різкого спаду знаходиться оптимальне k . Причина полягає в тому, що після кожного збільшення кількості кластерів, кожен новий кластер все більше схожий до попереднього. Зазвичай, результати тесту візуалізують для наочного визначення оптимальної кількості кластерів.

В програмному середовищі R-Studio існує досить велика кількість пакетів для різних методів кластеризації, в тому числі `k-means`. Для свого дослідження я обрала пакет «`NbClust`», «`clValid`». Останній дозволяє оцінити якість побудованих кластерів за показниками внутрішньої валідації та стабільності. Показники внутрішньої валідації беруть лише набір даних і розподіл кластеризації як вхідні дані та використовують внутрішню інформацію в даних для оцінки якості кластеризації. Сюди входить вимірювання компактності, зв'язності і роздільності

кластерів (показник зв'язності, Dunn Index, Silhouette Width). Показники стабільності є особливим варіантом внутрішніх. Вони оцінюють узгодженість результату кластеризації, порівнюючи його з кластерами, отриманими після видалення кожної ознаки за якою відбувалось групування, по одній. Показниками стабільності є середня частка неперекриття (APN), середня відстань (AD), середня відстань між центроїдами (ADM) та показник якості (FOM) [66]. Чим нижче значення має кожен показник, тим більш стабільними є побудовані кластери.

Отже, кластеризація дозволяє згрупувати елементи, які близькі один до одного в багатовимірному просторі ознак з метою виявлення певної внутрішньої структури, якою володіють дані. Метод k-means є одним з найпростіших і найпоширеніших, який можна застосувати і для кластеризації країн на основі таких параметрів як: показник економічної безпеки та ВВП на душу населення. Такий аналіз дозволить враховувати специфічні фактори для кожного кластера окремо для більш якісного моделювання показника економічної безпеки та його прогнозування.

2.4 Перевірка гіпотез щодо адекватності моделей при дослідженні показника економічної безпеки

Моделюючи економічну безпеку, найбільш важливим етапом є підбір факторів впливу, адже показник економічної безпеки комплексний і відображає загальний стан захищеності національної економіки від можливих шоків та криз. До того ж, індекс економічної безпеки є дуже чутливим і вже мінімальне зниження може свідчити про рецесійні процеси в економіці. Тож основне завдання полягає в створення такої моделі, яка б максимально точно відображала динаміку досліджуваного показника.

На мою думку, для моделювання економічної безпеки в модель варто включити такі показники:

- *es* – показник економічної безпеки – залежна змінна, яка відображає більшість показників розвитку економіки комплексно;
- *sc* – спекулятивний капітал – чим більше спекуляцій на ринку, тим більший ризик раптових шоків;
- *fdi* – прямі іноземні інвестиції, адже даний показник характеризує інвестиційну привабливість країни;
- *nft* – світова ціна на нафту, адже більшість країн Європи нині є, хоч зараз і намагаються використовувати альтернативні носії енергії;
- *infl* – рівень інфляції в країні – знецінення національної валюти неминуче негативно впливає на стан економіки;
- *sglobal* – індекс глобалізації, який відображає загальний рівень взаємозв'язку між країнами;
- *pglobal* – індекс політичної глобалізації, що уособлює рівень політичних зв'язків між державами;
- *sglobal* – індекс соціальної глобалізації – ступінь інтеграції різних культур до національних;

• *eglobal* – індекс економічної глобалізації – відображає взаємозалежність національних економік;

• *exp_value* – індекс цінності експорту, як рівень залученості в міжнародну торгівлю;

• *balance* – платіжний баланс, який відображає загальну картину заборгованості країни.

Варто перевірити такі залежності:

$$\bullet es_{it} = \beta_0 + \beta_1 sc_{it} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 balance_{it} + \beta_4 infl_{it} + \beta_5 exp_value_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$\bullet es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{sc_{it}} + \beta_2 exp_value_{it} + \beta_3 nft_{it} + \beta_4 cglobal_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$\bullet es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{sc_{it}} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 exp_value_{it} + \beta_4 nft_{it} + \beta_5 pglobal_{it} + \beta_6 eglobal_{it} + \beta_7 sglobal_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$\bullet es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt[3]{sc_{it}} + \beta_2 \left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}} \right) + \beta_3 cglobal_{it} + \beta_4 pr_{it} + \beta_5 fdi_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$\bullet \log(es_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(\sqrt[3]{sc_{it}}) + \beta_2 \log\left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}}\right) + \beta_3 \log(pr_{it}) + \beta_4 \log(\sqrt{fdi_{it}}) + \varepsilon_{it},$$

де i - номер країни, t - момент спостереження.

Перш за все треба перевірити модель на адекватність. Адекватність регресії означає, що всі фактори впливають на залежну змінну, тобто коефіцієнти незалежних змінних не дорівнюють 0. Тобто нульова гіпотеза має вигляд:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{k-1} = 0$$

Для перевірки цієї гіпотези варто порівняти F_{pr} та F_{teor} , де F_{teor} - статистика розподілу Фішера з $k-1$ та $n-k$ степенями свободи і рівнем значущості α та

$$F_{pr} = \frac{\frac{R^2}{k-1}}{\frac{1-R^2}{n-k}}. \text{ Якщо } F_{pr} \geq F_{teor}, \text{ то нульова гіпотеза відхиляється } (H_0^-) \text{ і модель}$$

можна вважати адекватною [58].

Наступним кроком є перевірка гіпотез про коефіцієнти регресії. Тобто висувається гіпотеза про те, що незалежна змінна X_{it}^T впливає на залежну змінну Y_i . Таким чином $H_0 : \beta_{ij} = 0$.

Для перевірки даної гіпотези слід обрахувати:

$$t_{pr} = \left| \frac{\hat{\beta}_j}{s.e.(\hat{\beta}_j)} \right|,$$

де $s.e.(\hat{\beta}_j)$ - оцінка середньоквадратичного відхилення коефіцієнта $\hat{\beta}_j$. t_{pr} потрібно порівняти з t_{teor} - теоретичною статистикою Стьюдента з $n-k$ степенями свободи і рівнем надійності $1-\alpha$. При $t_{teor} < t_{pr}$ гіпотеза H_0 відхиляється, а отже β_j є значущим.

Обов'язковим є перевірка гіпотези про наявність гетероскедастичність. Це можна зробити за допомогою критерію Уайта. Основним припущенням цього критерію є те, що якщо гетероскедастичність існує, то це може бути пов'язане з тим, що дисперсія похибок деяким чином залежить від регресорів, а тому гетероскедастичність має відобразитись в залишках вихідної моделі. Тобто спочатку оцінюють початкову модель, а потім знаходять залишки моделі та оцінюється регресія квадратів залишків відповідно до всіх змінних моделі, їхніх квадратів та попарних добутків. Далі розраховується $\chi_{pr}^2 = nR^2$, де R^2 - коефіцієнт детермінації нової регресії. Даний показник порівнюють зі статистикою розподілу χ_{teor}^2 з $n-1$ степенями свободи та рівнем свободи $1-\alpha$. При $\chi_{teor}^2 > \chi_{pr}^2$ гетероскедастичність відсутня.

Особливо в моделях з випадковими ефектами велику увагу варто приділити виявленню автокореляції. Для перевірки моделі на автокореляцію застосовують критерії Бройша-Годфрі та Дурбіна-Уотсона. У випадково останнього нульовою гіпотезою є некорельованість збурень, а альтернативною є те, що збурення підпорядковані процесу авторегресії першого порядку.

Включення до моделі великої кількості показників не є досить вдалим, адже це може призвести до мультиколінеарності, варто виділити лише найбільш значимі. Наявність мультиколінеарності означає, що незалежні змінні регресії корелюються між собою. Для розрахунку рівня корельованості використовують частковий коефіцієнт кореляції:

$$r_{y,x_j|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}} = \sqrt{\frac{1 - R_{y|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}}^2}{1 - R_{y|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}}^2}}$$

де $R_{y|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}}^2$ - коефіцієнт детермінації в початковій моделі, $R_{y|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}}^2$ - коефіцієнт детермінації в моделі без змінної x_j . Тоді гіпотеза буде виглядати так:

$$H_0 : r_{y,x_j|x_1,x_2,\dots,x_{j-1},x_{j+1},\dots,x_{k-1}} = 0$$

Для перевірки гіпотези потрібно порівняти t_{teor} та t_{pr} .

$$t_{pr} = \left| \frac{r_{y,x_j}}{\sqrt{\frac{1 - r_{y,x_j}^2}{n - k}}} \right|$$

$$t_{teor} = t(n - k, 1 - \alpha)$$

Якщо $t_{teor} > t_{pr}$, то H_0^+ , тобто залежність між y та x_j статистично незначуща [50].

При аналізі панельних даних в першу чергу варто виявити з якими регресіями варто працювати: з фіксованими чи випадковими ефектами. Це можна зробити за допомогою тесту Хаусмана, про який зазначалось раніше. Для прогнозування економічної безпеки дуже важливим є створення такої моделі, яка б відповідала всім критеріям правильної регресії, яка може максимально правдиво відобразити залежність між змінними. Не варто і забувати про асиметричні ефекти, які теж мають бути досліджені для отримання оптимальної моделі для прогнозування економічної безпеки.

Висновки до розділу 2

В другому розділі були досліджений метод прогнозування показника економічної безпеки, а саме моделювання за допомогою побудови панельних регресій. Таким спосіб є досить популярним для економетричного аналізу макроекономічних показників, адже дає можливість розглядати комплексно показники вибірки країн, враховуючи і їх загальні тенденції та специфічні особливості кожної. Моделі з фіксованими ефектами використовують для дослідження зміни показника, в свою чергу моделі з випадковими ефектами зазвичай використовують для дослідження поведінкових закономірностей. При моделюванні показника економічної безпеки важливо враховувати і асиметричні ефекти регресорів. Загалом моделі з фіксованими ефектами передбачають симетричний впливу зміни факторів (як позитивних, так і негативних). Проте макроекономічні фактори можуть впливати на індекс економічної безпеки по-різному. Наприклад, однакова зміна обсягу спекулятивного капіталу на ринку (його зростання і таке ж падіння) може мати різний ефект на рівень економічної безпеки. Тому всі незалежні зміни варто перевірити на наявність асиметричних ефектів, і у разі підтвердження такої гіпотези, треба враховувати це в моделі для прогнозування.

Також були проаналізовані методи кластеризації, їх типи та особливості алгоритмів. Особливу увагу було приділено методології кластеризації k-means, адже саме цей алгоритм буде застосовано в подальших дослідженнях. Сам алгоритм не передбачає автоматичного визначення кількості кластерів, це число зазначається до початку кластеризації. Тому перед кластеризацією варто окремо провести аналіз на визначення оптимальної кількості кластерів. Були розглянуті методи, за якими можна провести таке дослідження.

В кінці розділу було сформовано 5 гіпотез щодо впливу сукупності факторів на показник економічної безпеки та наведена методологія перевірки гіпотез щодо адекватності моделей.

РОЗДІЛ 3. Моделювання показника економічної безпеки у країнах Європи

3.1. Побудова панельних регресій для виявлення факторів впливу на рівень економічної безпеки

Показник економічної безпеки відображає загальний стан національної економіки, її стійкість до шоків, враховуючи макроекономічну, ресурсну, соціальну, промислово-сервісну складові. Тож при моделюванні варто обирати фактори, які відображають різні сфери діяльності суб'єктів економіки. До того ж, показник економічної безпеки варто розглядати комплексно для груп країн, а не в рамках однієї. В першу чергу, це пов'язано з глобалізаційними процесами, адже зміна в одній країні може створити ланцюгову реакцію і в інших країнах. Особливо, якщо досліджувати країни Європи, де присутній дуже тісних зв'язок між членами Європейського Союзу та країнами-партнерами ЄС, тобто, по суті, всіма іншими країнами Європи.

Для аналізу було обрано 41 країну, динаміка показника економічної безпеки яких представлена на рис.3.1.

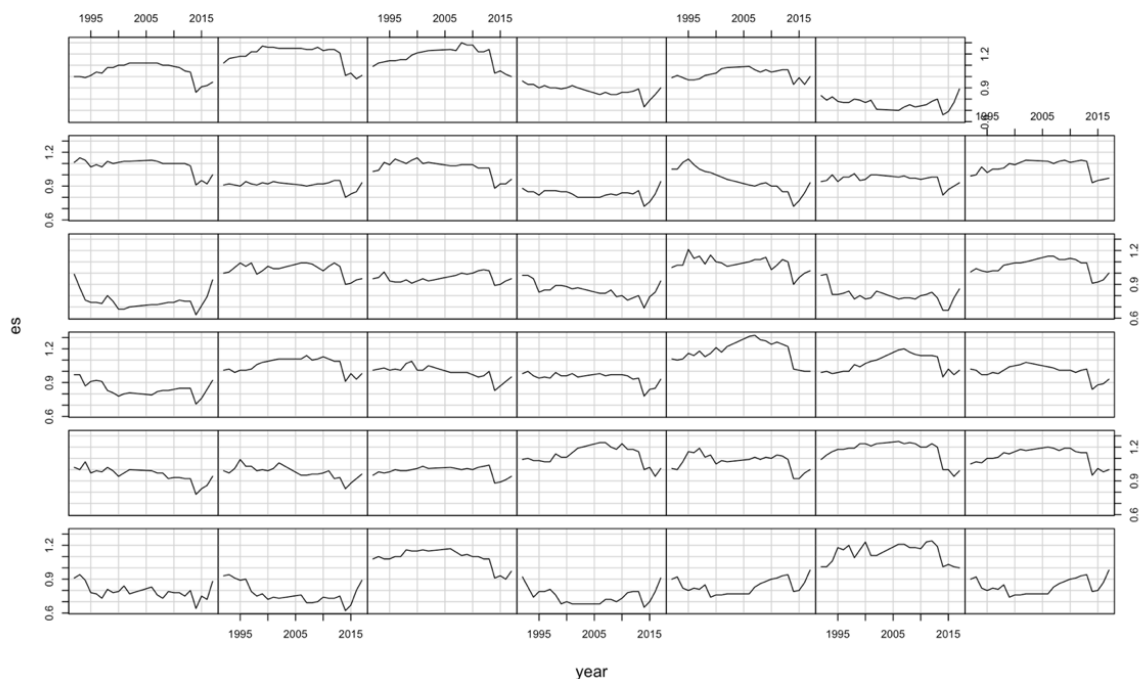


Рис. 3.1. Динаміка показника економічної безпеки для країн Європи з 1991 року.

Джерело: складено автором на основі даних [22].

Для дослідження панельних даних в програмному середовищі R був використаний пакет `plm`, який має достатню кількість функцій для аналізу панельних моделей.

Перш за все, аби отримати оптимальну модель варто, аби вхідні дані були стаціонарними. Це можна зробити за допомогою `purtest`. Результати тесту, продемонстровані на табл. 3.1, показали, що не всі змінні є стаціонарними.

Таблиця 3.1

Тест на стаціонарність даних

Показник	Значення p-value
Індекс економічної безпеки (es)	$2.91 \cdot 10^{-6}$
Спекулятивний капітал (sc)	0.8464
Прямі іноземні інвестиції (fdi)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Рівень інфляції (infl)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Ціна на нафту (nft)	0.968
Платіжний баланс (balance)	0.001038
Індекс загальної глобалізації (cglobal)	$9.358 \cdot 10^{-16}$
Індекс політичної глобалізації (pglobal)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Індекс соціальної глобалізації (sglobal)	0.8266
Індекс економічної глобалізації (eglobal)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Індекс цінності експорту (exp_value)	0.974

Джерело: розраховано автором.

Як бачимо, для спекулятивного капіталу, ціни на нафту та індексу соціальної глобалізації та індексу цінності експорту $p\text{-value} > \alpha, \alpha = 0.05$, а отже нульова гіпотеза про нестационарність приймається – дані не є стаціонарними. В такому випадку варто перейти до приростів (як і для звичайних даних, для панельних це можна зробити за допомогою функції `diff`).

В табл. 3.2 продемонстровано результати тесту для приростів спекулятивного капіталу, цін на нафту, індексів соціальної глобалізації та цінності експорту. Як бачимо, після переходу до приростів дані стали стаціонарними - $p\text{-value} < \alpha \rightarrow H_0^-$.

Таблиця 3.2

Результати перевірки на стаціонарність даних

Показник	Значення p-value
Спекулятивний капітал (sc)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Ціна на нафту (nft)	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Індекс соціальної глобалізації	$2.2 \cdot 10^{-16}$
Індекс цінності експорту	$2.2 \cdot 10^{-16}$

Джерело: розраховано автором.

Загалом було побудовано 5 панельних регресій, які вказані в попередньому розділі. Всі дослідження були проведені на основі річних даних для 41 країн Європи з 1991 по 2017 роки – всього 18216 спостережень.

Для кожної гіпотези було побудовано модель з фіксованими та випадковими ефектами та за допомогою тесту Хаусмана було визначено, з якими саме моделями варто працювати.

Початково була побудована модель:

$$es_{it} = \beta_0 + \beta_1 sc_{it} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 balance_{it} + \beta_4 infl_{it} + \beta_5 exp_value_{it} + \varepsilon_{it},$$

де es_{it} - показник економічної безпеки країни i в момент часу t ;

sc_{it} - приріст спекулятивного капіталу в країні i в момент часу t порівняно з попередній періодом;

fdi_{it} - обсяг іноземних інвестицій в країні i в момент часу t ;

$balance_{it}$ - платіжний баланс країни i в момент часу t ;

$infl_{it}$ - рівень інфляції в країні i в момент часу t ;

exp_value_{it} - приріст величина експорту в цінах базового року (2000 р.);

$\beta_j, j = \overline{0,5}$ - коефіцієнти моделі;

ε_{it} - залишки моделі в момент t для країни i .

До факторів впливу на залежну змінну початково було віднесено лише макроекономічні фактори. Побудовані моделі fixed1 (регресія з фіксованими ефектами) та random1 (регресія з випадковими ефектами) зображені в табл. 3.3. Як бачимо, не всі коефіцієнти є значущими, проте моделі є адекватними з ймовірністю 99%, так як в обох моделях p – value є досить малим числом, а отже p – value $< \alpha$.

Таблиця 3.3

Моделі fixed1 та random1

	Модель fixed1	Модель random1
p-value для sc_{it}	0.082165	0.081239
p-value для fdi_{it}	0.015188	0.009301
p-value для $balance_{it}$	0.030758	0.047509
p-value для exp_value_{it}	0.000384	0.000419
p-value для $infl_{it}$	0.001038	0.001473
R^2	0.040532	0.038236
R^2_{adj}	0.039026	0.033104
p – value	$5.5213 \cdot 10^{-7}$	$5.3324 \cdot 10^{-7}$
p – value в тесті Хаусмана	p – value = 0.008274 $< a$	

Джерело: розраховано автором.

Результати тесту Хаусмана, який був проведений для цих моделей, зображений на табл. 3.3. За нульову гіпотезу вважається корельованість залишків з регресорами, тобто при H_0^+ варто розглядати моделі з випадковими ефектами. В даному випадку оптимальнішим є дослідження моделі з фіксованими ефектами (p – value = 0.008274 $< a$). Проте така модель є не зовсім доцільною, досить мало

показників взято до розрахунку. Як бачимо, $R^2 = 0.040532$ і очевидним є те, що варто додавати і інші фактори впливу і розглядати різні функціональні форми.

Другою була побудована модель:

$$es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{sc_{it}} + \beta_2 exp_value_{it} + \beta_3 nft_{it} + \beta_4 cglobal_{it} + \varepsilon_{it},$$

де $\beta_j, j = \overline{0,4}$ - коефіцієнти моделі, ε_{it} - залишки моделі в момент t для країни i .

В цій моделі були додані такі фактори, як ціна на нафту та індекс загальної глобалізації. Ці фактори відображають ситуацію на міжнародній економічній арені. Проаналізувати такі моделі з фіксованими (fixed2) та випадковими ефектами (random2) можна за допомогою табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Моделі fixed2 та random2

	Модель fixed2	Модель random2
p-value для $\sqrt{sc_{it}}$	0.02426	0.01091
p-value для exp_value_{it}	0.01734	0.02312
p-value для nft_{it}	$1.293 \cdot 10^{-7}$	$2.798 \cdot 10^{-14}$
p-value для $cglobal_{it}$	$1.52 \cdot 10^{-14}$	$4.114 \cdot 10^{-7}$
R^2	0.15863	0.15097
R^2_{adj}	0.09021	0.14513
$p - value$	$2.2 \cdot 10^{-16}$	$2.2 \cdot 10^{-16}$
$p - value$ в тесті Хаусмана	0.001905	

Джерело: розраховано автором.

Як бачимо, ситуація аналогічна, обидві моделі є адекватними. При цьому $R^2 = 0.15863$ в моделі fixed2, що в декілька раз більше, ніж у попередньому випадку, тож це говорить про те, що модель є досить вдалою в порівнянні з попередніми. До того ж, в і моделі з фіксованими ефектами, і з випадковими всі коефіцієнти

показників є значущими, включаючи нові додані регресори, що доводить доцільність включення загальний світових показників. За тестом Хаусмана було визначено, що в даному випадку варто розглядати моделі з фіксованими ефектами ($p\text{-value} = 0.001905 < \alpha$). Очевидно, що варто додавати й інші фактори для удосконалення якості моделі.

У наступному випадку були розглянуті індекси різних сфер глобалізації (політичної, економічної та соціальної):

$$es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{sc_{it}} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 exp_value_{it} + \beta_4 nft_{it} + \beta_5 pglobal_{it} + \beta_6 eglobal_{it} + \beta_7 sglobal_{it} + \varepsilon_{it},$$

де $b_j, j = \overline{0, 7}$ - коефіцієнти моделі, ε_{it} - залишки моделі в момент t для країни i .

Таблиця 3.5

Моделі fixed3 та random3

	Модель fixed3	Модель random3
p-value для $\sqrt{sc_{it}}$	0.018674	0.01260402
p-value для fdi_{it}	0.000126	0.0001165
p-value для exp_value_{it}	0.0159079	0.0220165
p-value для $pglobal_{it}$	0.0026205	0.0009887
p-value для $eglobal_{it}$	0.002227	0.0087378
p-value для nft_{it}	$1.26 \cdot 10^{-7}$	$3.561 \cdot 10^{-7}$
p-value для $sglobal_{it}$	0.5432884	0.5427566
R^2	0.1756	0.16802
R^2_{adj}	0.10358	0.15795
$p\text{-value}$	$2.2 \cdot 10^{-16}$	$2.2 \cdot 10^{-16}$
$p\text{-value}$ в тесті Хаусмана	0.06056	

Джерело: розраховано автором.

Як бачимо з табл. 3.5, коефіцієнт індексу соціальної глобалізації не є значущим, на відміну від політичної та економічної. Такі результати є досить очевидними, адже на економічну безпеку впливає перш за все економічна глобалізація. В свою чергу політика стає мати все більший вплив на економічні зв'язки між державами і значущий коефіцієнт політичної глобалізації це підтверджує. За тестом Хаусмана було визначено, що в даному випадку варто в подальшому працювати з моделлю з випадковими ефектами.

В наступній моделі було розглянуто попереднє значення показника економічної безпеки, як незалежну змінну:

$$es_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sqrt[3]{sc_{it}} + \beta_2 \left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}} \right) + \beta_3 cglobal_{it} + \beta_4 pr_{it} + \beta_5 fdi_{it} + \varepsilon_{it},$$

де $\beta_j, j = \overline{0,5}$ - коефіцієнти моделі, ε_{it} - залишки моделі в момент t для країни i .

Таблиця 3.6

Моделі fixed4 та random4

	Модель fixed4	Модель random4
p-value для $\sqrt[3]{sc_{it}}$	0.003810	0.0007155
p-value для $\left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}} \right)$	$1.292 \cdot 10^{-9}$	$2.137 \cdot 10^{-8}$
p-value для $cglobal_{it}$	0.001614	0.0001825
p-value для pr_{it}	$8.867 \cdot 10^{-12}$	$3.002 \cdot 10^{-12}$
p-value для fdi_{it}	$1.752 \cdot 10^{-5}$	$1.288 \cdot 10^{-5}$
R^2	0.4381	0.43242
R^2_{adj}	0.3715	0.32551
$p - value$	$2.2 \cdot 10^{-16}$	$2.2 \cdot 10^{-16}$
$p - value$ в тесті Хаусмана	$2.2 \cdot 10^{-16}$	

Джерело: розраховано автором.

В табл. 3.6 наведені результати двох моделей (модель з фіксованими ефектами позначена як fixed 4, модель з випадковими ефектами – random4). За допомогою тесту Хаусмана було визначено, що варто розглядати моделі з фіксованими ефектами. Як показали результати, попередні значення показника економічної безпеки суттєво впливають на залежну змінну, в обох моделях коефіцієнт даного показника виявився значущим з імовірністю 99%, до того ж коефіцієнт детермінації значно вищий ніж у попередніх моделях.

Останньою була побудована логарифмічна модель (модель fixed5 – модель з фіксованими ефектами, модель random5 – з випадковими):

$$\log(es_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(\sqrt[3]{sc_{it}}) + \beta_2 \log\left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}}\right) + \beta_3 \log(pr_{it}) + \beta_4 \sqrt{fdi_{it}} + \varepsilon_{it},$$

де $b_j, j = \overline{0,4}$ - коефіцієнти моделі, ε_{it} - залишки моделі в момент t для країни i .

Зведені результати представлені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Моделі fixed5 та random5

	Модель fixed5	Модель random5
p-value для $\log(\sqrt[3]{sc_{it}})$	0.06452	0.03698
p-value для $\log\left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}}\right)$	$3.304 \cdot 10^{-7}$	$1.59 \cdot 10^{-6}$
p-value для $\log(pr_{it})$	$7.739 \cdot 10^{-11}$	$1.207 \cdot 10^{-10}$
p-value для $\log(\sqrt{fdi_{it}})$	0.67696	0.93489
R^2	0.25928	0.23391
R^2_{adj}	0.185141	0.12749
$p - value$	$2.2 \cdot 10^{-16}$	$2.2 \cdot 10^{-16}$
$p - value$ в тесті Хаусмана	$2.2 \cdot 10^{-16}$	

Джерело: розраховано автором.

Як бачимо, всі коефіцієнти показників є значимими у даному випадку. Тест Хаусмана визначив, що і цю модель варто розглядати з фіксованими ефектами (табл. 3.7).

В табл. 3.8 зображені зведені результати всіх 5 моделей. Найкращою є четверта модель, яка є адекватною, всі коефіцієнти незалежних змінних є значущими, при цьому коефіцієнт детермінації досягає 0.4381.

Таблиця 3.8

Зведені результати для всіх моделей

	fixed1	fixed2	fixed3	fixed4	fixed5
R^2	0.040532	0.15863	0.16802	0.4381	0.25928
R^2_{adj}	0.039026	0.09021	0.15795	0.3715	0.185141

Джерело: розраховано автором.

Для моделі fixed4 була проведена спільна перевірка значущості змістовних регресорів (табл. 3.9). Бачимо, що модель з фіксованими ефектами однозначно краще використовувати ніж звичайну модель OLS (H_0 : варто розглядати звичайну модель). Також було проведено тест на гетероскедастичність (тест Бройша-Пагана). Нульова гіпотеза за даним тестом – гомоскедастичність. Було отримано p-value=0.11763, отже нульова гіпотеза підтверджена і гетероскедастичності не виявлено.

Таблиця 3.9

Результати F-test для моделі fixed4

F	df1	df2	p-value
12.944	22	59	$3.155 \cdot 10^{-15}$

Джерело: розраховано автором.

Також було проведено тест на автокореляцію. За допомогою тесту Бройша-Годфрі було підтверджено гіпотезу щодо відсутності автокореляції. В результаті було отримано p-value=0.36721, а отже нульова гіпотеза приймається.

На рис. 3.2 продемонстровані фіксовані ефекти для всіх країн. Як бачимо, фіксовані ефекти для країн ЄС є досить схожими. Хоч різниця між розрахованими константами є невелика, проте легко прослідковується, що, наприклад, такі країни, як Україна, Румунія, Казахстан, Грузія, Азербайджан мають набагато нижчі показники ніж країни ЄС. Найвищі значення константа досягає в країнах з найбільш розвинутою економікою: Австрія, Швеція, Швейцарія, Бельгія, Нідерланди.

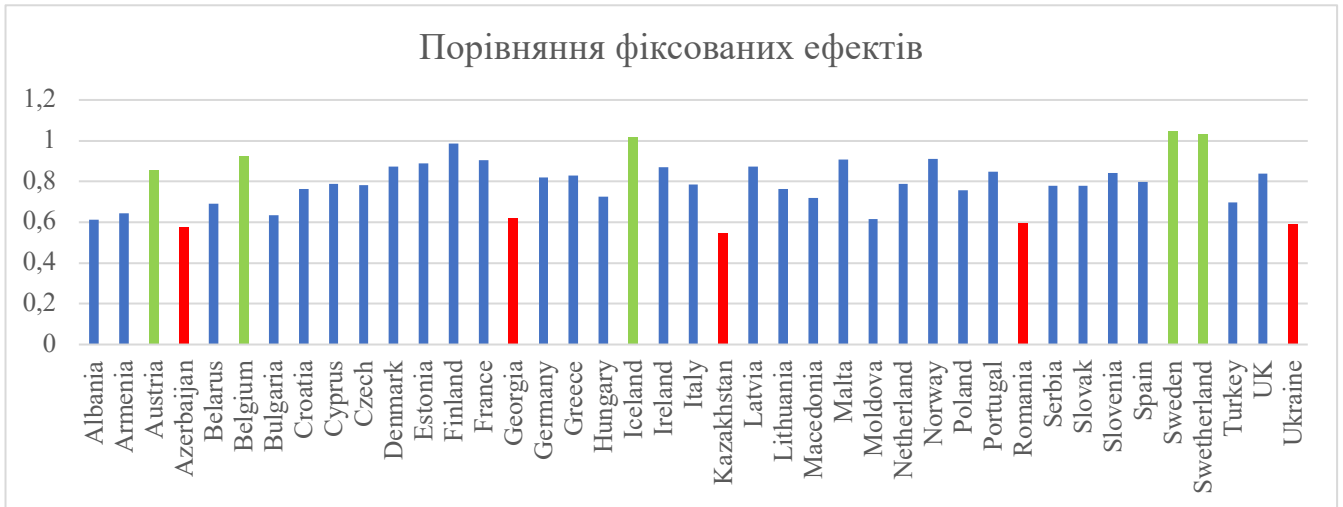


Рис. 3.2. Порівняння констант у моделі для кожної досліджуваної країни.

Джерело: складено автором.

При моделюванні економічної безпеки важливим є дослідження асиметричних ефектів. Дане явище відображається у неоднаковому впливі регресорів на залежну змінну при їх однаковому збільшенні та зменшенні. В даному випадку було досліджено такі показники, як спекулятивний капітал, прямі іноземні інвестиції та передній показник економічної безпеки. В табл. 3.10 наведені результати перевірки гіпотез щодо симетричних ефектів:

$$H_0^{(1)} : scpos = -scneg$$

$$H_0^{(2)} : fdipos = -fdineg$$

$$H_0^{(3)} : prpos = -prneg$$

Результати перевірки гіпотез

Гіпотеза	p-value
$scpos = -scneg$	0.4308
$fdipos = -fdineg$	0.6734
$prpos = -prneg$	$2.2 \cdot 10^{-16}$

Джерело: розраховано автором.

Як бачимо, спекулятивний капітал та прямі іноземні інвестиції демонструють симетричні ефекти (H_0^+), проте показник економічної безпеки виявляє асиметрію, тобто вплив покращення показника не однаковий з впливом його відповідного погіршення. Динаміка зміни показника економічної безпеки зображена на рис.3.3.

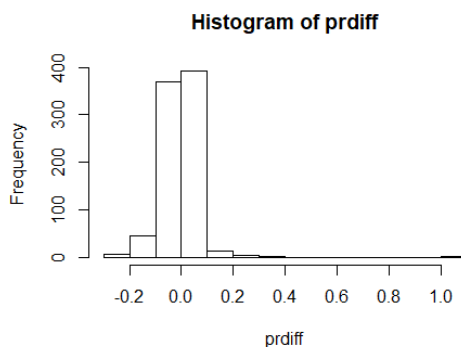


Рис. 3.3. Динаміка зміни попередніх значень показника економічної безпеки (prdiff).

Джерело: складено автором на основі даних [22].

Отже, в ході досліджень була отримана оптимальна модель для прогнозування економічної безпеки. Так як розглядаються дані для 41 країни, коефіцієнт множинної детермінації є незначним, проте найбільш прийнятним з усіх 5 гіпотез. До того ж були досліджені асиметричні ефекти в моделі, які демонструють попередні значення показника економічної безпеки. Це є логічним явищем, адже очевидно, що попередня негативна динаміка індикатора безпеки не може так само впливати на теперішній стан національної економіки, як і відповідна позитивна зміна.

3.2 Кластерний аналіз економічної безпеки країн Європи

На економічну безпеку однієї країни впливає економічна безпека країн-партнерів. Адже нині в умовах глобалізації більшість країн взаємопов'язані торговельними, технологічними угодами, постійним міжнародним рухом капіталу тощо. Таким чином певні країни, що являються лідерами на світовій арені, мають величезний вплив на економіки інших країн. Тож не дивно, що шоки в одній національній економіці неминуче викличуть ланцюгові реакції в економіках інших країнах. До того ж, результати в попередньому підрозділі доводять, що на поточний рівень економічної безпеки впливають попередні його значення, тобто дуже важливим є те, в якому стані знаходилась національна економіка останнім часом. Очевидно, що економіки країн, які мають стабільно високий показник економічної безпеки будуть реагувати на виклики відмінно від країн з низьким чи нестабільним рівнем економічної безпеки. Саме тому показник економічної безпеки доцільно розглядати в рамках кластерів, для того щоб враховувати особливості кожної групи при прогнозуванні індексу економічної безпеки.

Для кластеризації за характеристичні ознаки було обрано показник економічної безпеки та ВВП на душу населення, як фактор захищеності національної економіки та фактор економічного благополуччя країни відповідно. Дані були взяті за 2017 р. для того, щоб проаналізувати країни ще до пандемії та її впливу на економіку.

Перед початком кластеризації за алгоритмом k-means важливо підібрати оптимальну кількість кластерів, адже сам алгоритм не передбачає таких розрахунків і кількість кластерів задається самостійно. Для визначення оптимального значення k був обраний метод «ліктя», який передбачає розрахунок дисперсій кожного кластеру при кількості кластерів від 1 до 10. По суті, критерій WSS (Within Sum of Squares) вимірює компактність кластеризації, яка має мінімізовуватись. На рис. 3.4 продемонстровані результати аналізу. Як бачимо,

після $k=4$ похибки стають все меншими і виходять на своєрідне плато при якому значення майже не змінюється.

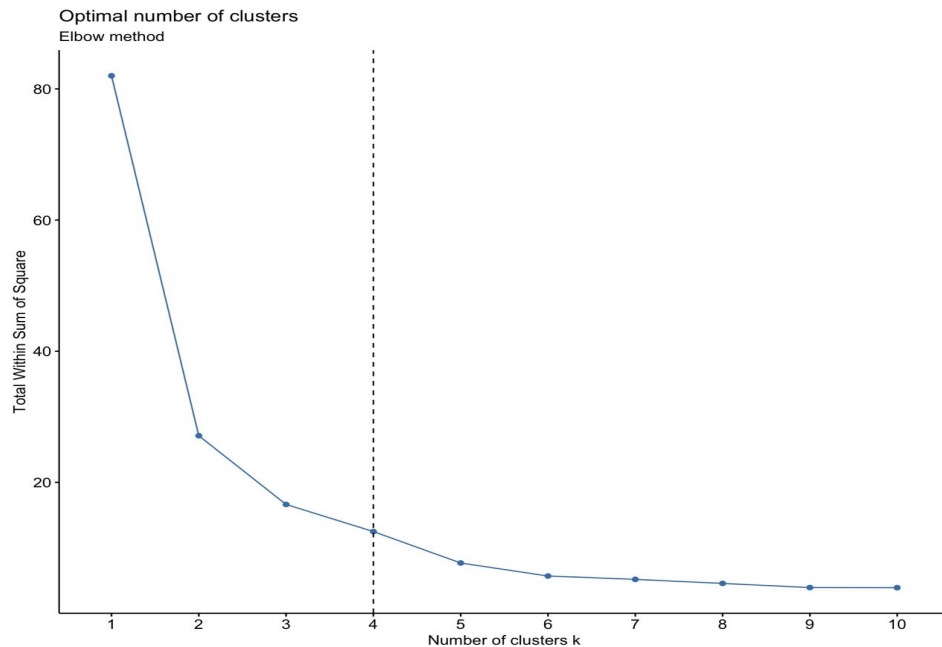


Рис. 3.4. Динаміка зміни критерію WSS при різних кількостях кластерів k .

Джерело: складено автором на основі даних [22, 40].

Також були розраховані показниками внутрішньої валідації та стабільності кластерів при різній кількості кластерів (від 2 до 6). Показники внутрішньої валідації (показник зв'язності (Connectivity), Dunn Index, Silhouette Width) продемонстровані в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Показники внутрішньої валідації при різних k

Кількість кластерів/ показник	2	3	4	5	6
Connectivity	2.8317	9.6310	14.5091	21.2750	22.8631
Dunn	0.1487	0.14290	0.1625	0.0574	0.1204
Silhouette	0.6182	0.6705	0.6872	0.5568	0.6113

Джерело: розраховано автором.

Чим менше значення показника зв'язності, тим якісніші побудовані кластери. Два інших показники повинні максимізуватись. Як бачимо, два з трьох показників, найкращі результати демонструють при $k=4$.

Розраховані показники стабільності (APN, AD, ADM, FOM) наведені в табл. 3.12. Найкращі показники повинні бути мінімальними. Показник середньої частки неперекриття (APN) та середньої відстані (AD) показали найнижчі результати при $k=2$ та $k=6$ відповідно. Інші два показники найкращих значень набувають при $k=4$.

Таблиця 3.12

Показники стабільності кластерів при різних k

Кількість кластерів/показник	2	3	4	5	6
APN	0.0657	0.1373	0.1216	0.1698	0.1789
AD	13.0342	11.0789	8.5027	7.5503	6.4058
ADM	3.2459	3.4206	2.4747	3.3772	3.1433
FOM	5.2651	5.1878	4.5129	4.6389	5.2530

Джерело: розраховано автором.

Отже, саме на 4 кластери було згруповано 41 країну Європи за допомогою алгоритму кластеризації k -means. На рис. 3.5 продемонстровано, як саме розподілились країни на групи. Загалом можна побачити, що країни поділились і за географічною ознакою. В окремий кластер (на рис. 3.5 кластер №2) ввійшли країни північної Європи, такі як Ірландія, Ісландія, Норвегія та Швейцарія. Економіки цих країн характеризуються високим рівнем розвитку, стабільністю та забезпеченістю громадян, а отже і показники економічної безпеки і рівень ВВП на душу населення у цих країн найвищі. В інший кластер ввійшли, умовно кажучи, країни західної Європи (Велика Британія, Франція, Нідерланди, Німеччина та ін.). Цей кластер зображено на рис. 3.5 під номером 3. Як бачимо, в цю групу ввійшли країни-лідери в Європі. Показник економічної безпеки у більшості країн знаходиться на тому ж рівні, що і в попередньому кластері, проте ВВП на душу населення дещо нижчий.

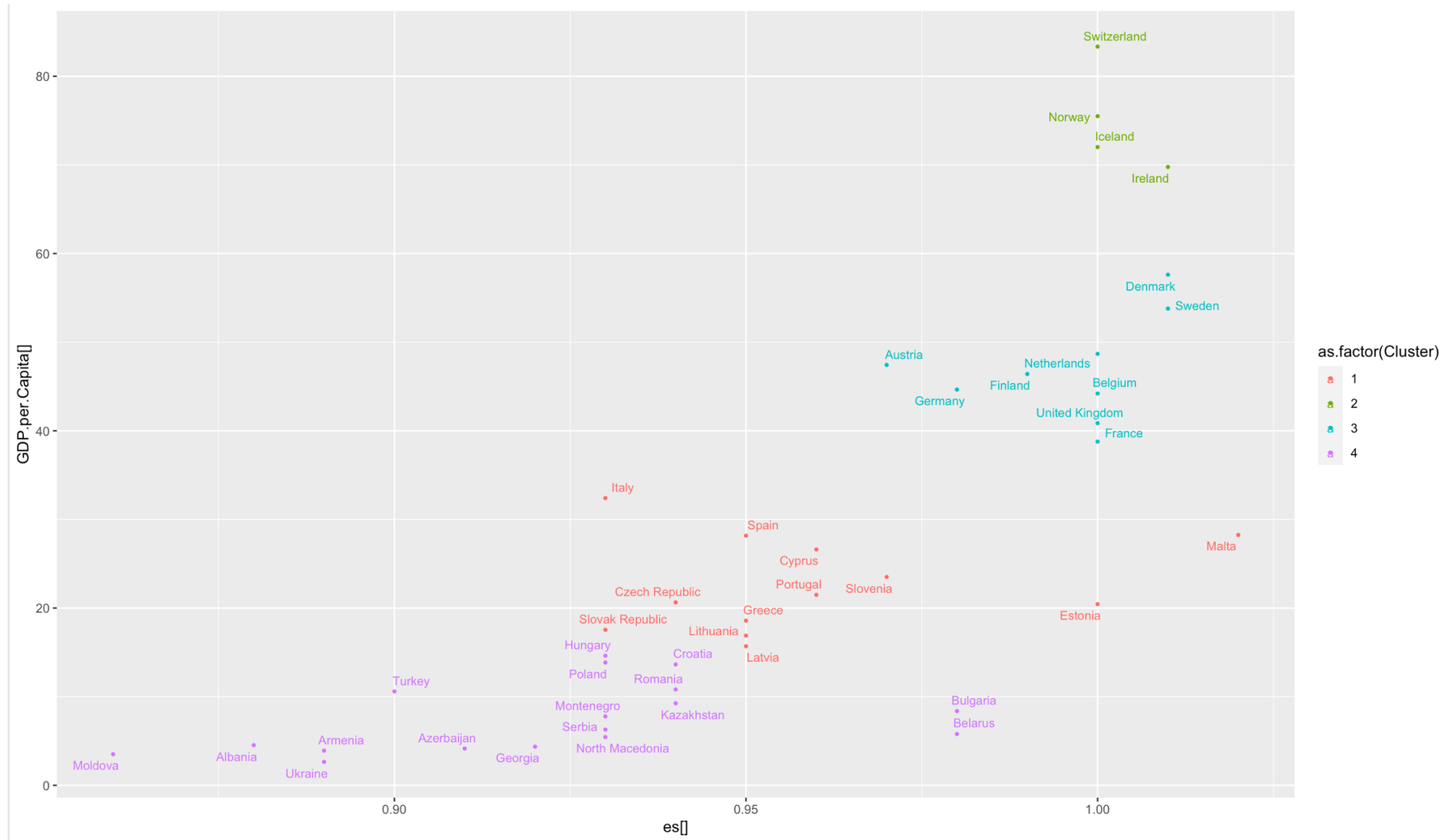


Рис. 3.5. Результати кластеризації країн Європи відповідно до показника економічної безпеки та ВВП на душу населення в тис. доларів.

Джерело: розроблено автором на основі даних [22, 40].

До кластеру №1 належать країни центральної та південної Європи, такі як Чехія, Словенія, Словаччина, Італія, Іспанія, Португалія, Греція та інші. Економіки цих країн дещо відстають від попередніх кластерів і за показником економічної безпеки і за рівнем ВВП на душу населення. До найнижчого кластері ввійшли країни східної частини Європи (Туреччина, Казахстан, Болгарія, Грузія, Вірменія). До цього кластеру належить і Україна, і її країни-сусіди (Польща, Румунія, Угорщина, Молдова, Білорусь). Економіки країн цього кластеру характеризуються найнижчим рівнем розвитку серед всіх країн Європи. Порівнюючи з найвищим кластером (№2 на рис. 3.5) середній показник економічної безпеки в кластері менший лише на 8%, проте середній рівень ВВП на душу населення менший в майже 10 разів (75,2 тис. доларів для кластеру №2 та 7,6 тис. доларів – кластер №1). Між країнами двох кластерів бачимо суттєву різницю у рівні розвитку економіки та рівні життя громадян.

Таким чином, 41 країна Європи були згруповані на 4 кластери відповідно до рівня економічної безпеки та ВВП на душу населення. Це дозволяє враховувати особливості та рівень розвитку економіки кожного кластера окремо для більш якісного аналізу показника економічної безпеки та його тенденцій до змін при кризових ситуаціях та шоків.

3.3 Економічна безпека в умовах війни

Національна економіка під час війни є нестабільною і важко передбачуваною, адже реально оцінити масштаби втрат та наслідки неможливо до закінчення воєнних дій. До того ж, війна диктує свої правила і кожна мить може змінити хід подій.

Для аналізу показника економічної безпеки в умовах війни можна розглядати ефект падіння основних факторів впливу на досліджуваний індекс та зважувати на зміну показника під час попередніх війн (вторгнення росією на територію Грузії в 2008 р., окупація частини Донецької та Луганської областей та АР Крим в 2014 р.).

Розглянемо зміну показника економічної безпеки та основних факторів впливу для Грузії в 2008 р. Бачимо, що відчутну зміни зазнав обсяг прямих іноземних інвестицій. Динаміка показника продемонстрована на рис. 3.6. Так в порівнянні 2008 та 2009 рр. падіння становило 59%. В принципі, такий різкий спад є логічним, адже інвестиційних клімат країни, на території якої відбуваються воєнні дії, є несприятливим для залучення капіталу.



Рис. 3.6. Динаміка обсягу прямих іноземних інвестицій з 1997 по 2019 рр., млн доларів США.

Джерело: побудовано на основі даних [40].

Зміни відбулись і щодо обсягу спекулятивного капіталу. Так, в 2008 р. прослідковується значне підвищення даного показника. Обсяг спекулятивного капіталу в 2006 р. становив 2303 млн доларів США, в 2008 – 3542 млн, що на 53% більше. Проте вже в 2009 році даний показник опустився до позначки 1506 млн доларів США. Окрім вищеназваних, незначні зміни відбулись і в інших факторах впливу на економічну безпеку.

Варто розглянути і зміну показників в Україні в 2014 р. На рис. 3.7 продемонстровано, як змінювався показник економічної безпеки. Як бачимо, саме в 2014 р. відбувся найбільший спад з 1991 р. Зміна $\Delta = -0,14$ свідчить про колосальні негативні зрушення в економіці країни. Події в 2013-2014 рр. мали набагато більший вплив на економіку, ніж світова криза, адже руйнівний вплив колишньої влади, вторгнення РФ на територію України стали поштовхом до змін у багатьох сферах економіки та країни в цілому.



Рис. 3.7. Прирости індексу економічної безпеки в Україні з 1991 по 2017 рр.

Джерело: побудовано на основі даних [22].

Значний спад відбувся і на рівні обсягах спекулятивного капіталу, прямих іноземних інвестицій, рівня інфляції. На рис. 3.8 проілюстровано динаміку рівня інфляції з 1997 по 2020 рр. В 2014 р. рівень інфляції виріс в 12 разів, а в 2015 р.

становив рекордні 49% з початку 2000-х рр. Проте така зміна, в першу чергу, пов'язана з штучним стриманням курсу долара урядом протягом їх правління, а не з воєнними подіями.



Рис. 3.8. Динаміка рівня інфляції в Україні, 1997-2020 рр.

Джерело: складено автором на основі [40].

Приклади Грузії та України не є дуже показовими. В Грузії воєнні дії припадають на час світової економічної кризи 2008 р., тож важко виділити вплив саме війни. Схожа ситуація і з Україною, адже кін. 2013 - 2014 рр. характеризуються повною перебудовою влади в країні, початком відновлення національної економіки, а також стартом затяжної війни проти російської федерації. Тож, на мою думку, для аналізу економічної безпеки в умовах війни варто використовувати експертні оцінки зміни основних факторів впливу, при чому розглядаючи країни кластерами, які були сформовані в попередньому підрозділі.

Розглянемо кластер, в який ввійшли Ірландія, Ісландія, Норвегія та Швейцарія. Ці країни мають найвищі показники економічної безпеки. Це країни з потужними економічними механізмами, тож локальні інтервенції не мали суттєвого впливу на динаміку досліджуваних показників. Проте масштабні військові дії в центрі Європи

нестимуть наслідки і для них (продовольча криза, ембарго на постачання енергоресурсів з росії). Аналогічна ситуація і для кластеру №1, де груповані такі країни, як Італія, Португалія, Іспанія, Чехія, Греція, Естонія та інші. Ці країни є повністю інтегровані в економічних та політичних зв'язках Європейського Союзу та напряду не залежать від торгівлі з росією. Зовсім інше наслідки будуть мати країни з кластеру №3 (Велика Британія, Німеччина, Франція, що є лідерами Європи). Залежність від енергоресурсів, що постачались з країни-агресора, потребує знаходження нових постачальників, що не є швидким процесом. В результаті відмови від усталених угод з росією слід очікувати підвищення цін, проблем з логістикою тощо. До останнього кластеру ввійшла Україна, Польща, Сербія, Молдова, Грузія, Туреччина та інші країни східної Європи. Очевидно, що Україна матиме максимально руйнівні наслідки для національної економіки, яка потребуватиме тривалого відновлення. Щодо інших країн, то окрім вищезгаданих проблем, варто додати проблему з великої кількістю біженців та наростаючу загрозу агресії зі сторони росії.

В табл. 3.13 наведені експертні оцінки зміни основних факторів впливу на економічну безпеку. Вказані в таблиці значення є орієнтовними, адже точно передбачити можливі наслідки воєнних дій майже неможливо. Найбільшої зміни у рівні інфляції зазнають країни-лідери, адже і Німеччина, і Франція, що були енергозалежними, змушені швидко переорієнтуватись на нові джерела, що призведе до проблем з виробництвом та логістикою, що в свою чергу призведе до підвищення цін. Схожа ситуація і з іншими кластерами, проте не настільки критичною. Прямі іноземні інвестиції до країн з кластеру №4 очевидно будуть залучатись найменше через військову загрозу. Швидше за все, гроші вкладатимуться в найбільш стабільні та захищені країни. Загалом, варто зазначити, що дуже ймовірна ситуація, коли інвестиції спрямовуватимуться на підтримку власної економіки, особливо це стосується країн, які зіштовхнуться з великим припливом біженців та допомогою постраждалим від військових дій. Обсяг

спекулятивного капіталу очікувано буде зростати, адже необхідне додаткове залучення капіталу з резервних фондів для стабілізації економіки, підтримки уразливих сфер життя та функціонування державних інститутів. Очевидно, що основними донорами будуть країни з найбільш розвиненою економікою (Велика Британія, Німеччина, Франція). Зв'язки між економіками європейських країн вже є досить тісними, а в результаті воєнної загрози стануть ще більшими для колективного захисту європейських цінностей та європейського майбутнього.

Таблиця 3.13

Експертні оцінки зміни основних показників

Кластери/ показники	Спекулятивний капітал (sc)	Прямі іноз. інвестиції (fdi)	Інфляція (infl)	Індекс глобалізації
№1 (Італія, Іспанія, Чехія, Португалія та інші)	+7%	+5%	+10%	+10%
№2 (Ірландія, Ісландія, Норвегія, Швейцарія)	+5%	+10%	+10%	+10%
№3 (Велика Британія, Франція, Німеччина, Австрія та інші)	+15%	+5%	+15%	+10%
№4 (Румунія, Польща, Молдова, Грузія та інші)	+12%	-25%	+20%	+10%

Джерело: розроблено автором.

Отримані експертні оцінки зміни основних факторів впливу дають можливість оцінити, на скільки зміниться показник економічної безпеки для кожного кластеру. Підставивши прирости регресорів в отриману в попередньому підрозділі модель,

отримаємо приріст показника економічної безпеки для кожної групи країн. Оптимальна модель має вигляд:

$$es_{it} = 0.00143\sqrt[3]{sc_{it}} - 0.04955\left(\frac{1}{\sqrt[3]{infl_{it}}}\right) - 0.00139cglobal_{it} + 0.29281pr_{it} + 3.0035 \cdot 10^{-7} fdi_{it},$$

де es_{it} – показник економічної безпеки;

sc_{it} – спекулятивний капітал (вимірюється в доларах США);

fdi_{it} – прямі іноземні інвестиції (вимірюється в доларах США);

$pr_{it} = es_{i(t-1)}$ – попереднє значення індексу економічної безпеки;

$cglobal_{it}$ – індекс глобалізації;

$infl_{it}$ – рівень інфляції (відсоткове значення);

$\beta_j, j = \overline{0,5}$ – коефіцієнти моделі;

ε_{it} – залишки моделі в момент t для країни i ;

Таблиця 3.14

Зміна показника економічної безпеки в умовах війни

Кластери	Зміна показник економічної безпеки
№1 (Італія, Іспанія, Чехія, Португалія та інші)	-10,01%
№2 (Ірландія, Ісландія, Норвегія, Швейцарія)	-8,32%
№3 (Велика Британія, Франція, Німеччина, Австрія та інші)	-14,98%
№4 (Румунія, Польща, Молдова, Грузія та інші)	-19,93%

Джерело: розроблено автором.

Результати представлені в табл. 3.14. Як бачимо, найбільшого спаду в рівні економічної безпеки зазнають країни, що є географічно найближчими до України. Воєнна загроза для цих країн найбільш значна, до того ж вони першими взяли на себе удар від наслідків війни в Україні. За таких умов, показник економічної

безпеки може впасти на 19,93%. Країни-лідери Європи також зазнають відчутного зниження економічної безпеки, передбачений спад – 14,98%. Це пов'язано з тим, що ці країни є основою функціонування європейської економіки, тож саме вони зобов'язані приймати всі необхідні міри для стабілізації та захисту системи. Індекс економічної безпеки країн з кластеру №1 (центральна та південна Європа) ймовірно впаде на 10%. На мою думку, війна матиме опосередкований вплив на національні економіки цих країн. Найменший спад рівня показника економічної безпеки матимуть такі країни, як Ірландія, Ісландія, Норвегія та Швейцарія. Економіки цих країн є найбільш стійкими та захищеними. Вони не мають значної залежності від енергоносіїв рф, навряд матимуть проблеми з припливом біженців, мають вдале географічне положення (вихід до морських шляхів, віддаленість від росії). Тож показник економічної безпеки може впасти лише на 8,32%.

Отже, було спрогнозовано як показник економічної безпеки може змінитись за умови війни. За допомогою експертних оцінок було визначено динаміку зміни регресорів моделі. Аналіз був здійснений для кожного кластеру країн окремо, це дозволило врахувати особливості розвитку економіки кожної групи. Даний прогноз дає змогу оцінити можливі наслідки для національних економік за умови війни.

Висновок до розділу 3

Загалом в останньому розділі було перевірено 5 гіпотез моделювання показника економічної безпеки. Було обрано оптимальну модель, до якої ввійшли такі показники як спекулятивний капітал, прямі іноземні інвестиції, інфляція, лагове значення показника економічної безпеки та індекс глобалізації. Було враховано, що показник ЕБ виявляє асиметричні ефекти, що доводить, що попередня додатна зміна і така ж від'ємна будуть по-різному впливати на поточний стан.

За допомогою алгоритму кластеризації k-means було згруповано 41 країну Європи на 4 кластери відповідно до рівня економічної безпеки та ВВП на душу населення. За допомогою методу «ліктя» було визначено, що оптимальна кількість кластерів саме 4. До того ж, саме за такого значення k показники стабільності кластерів показали найкращі результати. Тож саме в таких кластерах потрібно розглядати країни. Кластеризація дозволила провести більш детальний аналіз економічної безпеки в рамках створених груп, врахувати специфічні особливості кожної.

Так було досліджено вплив війни на показник економічної безпеки, шляхом експертної оцінки зміни основних факторів впливу на індекс. Це в свою чергу дозволяє кількісно оцінити наслідки від глобальних криз та в подальшому розробити рекомендації для пом'якшення руйнівних процесів та відновлення економіки.

ВИСНОВКИ

Економічна безпека передбачає захищеність та стабільність національної економіки, незважаючи на можливі виклики. Рівень економічної безпеки визначає здатність національної економіки до сталого та збалансованого розвитку. Враховуючи велику кількість викликів, що нині постають перед економіками країн, забезпечення економічної безпеки є одним з ключових завдань для забезпечення загалом національної безпеки. Своєчасне виявлення рецесійних процесів, визначення та аналіз можливих шоків в економіці допомагає запобігти значних втрат та пом'якшити можливі негативні наслідки.

У ході роботи було зроблено:

- розглянуті різні підходи до визначення поняття економічна безпека. Показник економічної безпеки вміщує в себе ресурсну, фінансово-макроекономічну, соціальну та промислово-сервісну безпеку. По суті, це комплексний показник, який характеризує не лише стан розвитку національної економіки, а і її захищеність від внутрішніх та зовнішніх шоків;

- проаналізовані існуючі підходи до оцінки економічної безпеки. Не існує єдиного універсального методу обрахунку показника економічної безпеки. Популярними є Індекс Економічної Безпеки (Economic Security Index (ISE)), Індекс економічного благополуччя (IEWB), Індекс комплексної національної сили. Для подальшого дослідження було взято показник економічної безпеки, що вміщує в себе ресурсну, фінансово-макроекономічну, соціальну та промислово-сервісну безпеку;

- дослідивши роботи сучасних економістів, виявлено макроекономічні показники, які варто додавати до моделі, так як саме вони в першу чергу реагують на зрушення в національній економіці. До таких факторів належать: обсяг прямих іноземних інвестицій, рівень інфляції, обсяги спекулятивного капіталу, ціни на нафту, цінність експорту, платіжний баланс. Також варто враховувати індекс

глобалізації, адже економіки країн мають тісний взаємозв'язок, тому рецесійні процеси в одній країні можуть спровокувати негативні наслідки в інших;

- на основі аналізу минулих криз в країнах Європи, були визначені передумови кризових явищ, їх причини та наслідки. До основних причин виникнення криз належать неправильна макроекономічна політика уряду та центрального банку, фінансова паніка, вибух «штучної кульки», спекулятивні атаки на валютному ринку;

- проведено аналіз теоретичних засад моделювання показника економічної безпеки та визначено, що доцільним є побудова панельних регресій для моделювання індексу. Враховуючи те, що для дослідження було використано панельні дані для 41 країн Європи доцільно розглядати моделі з фіксованими чи з випадковими ефектами. Моделі з фіксованими ефектами використовують в основному для дослідження динаміки показника, моделі з випадковими – для аналізу поведінкових закономірностей;

- виокремлена роль асиметричних ефектів при моделюванні показника економічної безпеки, адже очевидним є те, що негативна зміна деяких факторів впливає на рівень економічної безпеки набагато більше, ніж відповідне зростання. Більшість методів аналізу моделей з фіксованими ефектами передбачають, що вплив змінних є симетричним, проте при моделюванні економічної безпеки важливим є врахування асиметричних ефектів, так як додатна та від'ємна зміна макроекономічних показників не однаково впливає на залежну змінну. Врахування даних ефектів робить модель більш точною, тож таким фактором нехтувати не варто;

- створена оптимальна модель для прогнозування показника економічної безпеки, до якої входять такі фактори як: прямі іноземні інвестиції, спекулятивний капітал, рівень інфляції, індекс глобалізації та попередні значення показника економічної безпеки. Дані показники дають змогу визначити загальну картину розвитку національної економіки, до того ж вони, одні з найперших, реагують на

шоки. Симбіоз цих регресорів показав найбільшу точність моделі серед всіх досліджуваних;

- за допомогою алгоритму k-means було згруповано країни Європи на 4 кластери відповідно до рівня економічної безпеки та ВВП на душу населення. Отримані групи можна умовно поділити і за географічною ознакою. Так окремо були виділені країни північної Європи (Ірландія, Ісландія, Норвегія), економіки яких характеризуються високим рівнем розвитку, країни західної та центральної Європи (країни-лідери Європи), південної частини (Іспанія, Португалія, Італія) та країни східної Європи, економіка яких має нестабільних та хиткий стан. В подальшому аналіз економічної безпеки було проведено для кожного кластеру окремо для того, щоб врахувати особливості національних економік кожної групи;

- побудований прогноз зміни показника економічної безпеки в умовах війни. Для цього було проаналізовано динаміку основних факторів впливу на досліджуваний індекс та визначено тенденції їх зміни під час війни за допомогою експертних оцінок. Були визначені основні проблеми, з якими можуть стикнутись економіки країн кожного кластеру та визначена ступінь можливих наслідків. Такий аналіз дає змогу адекватно оцінити можливі втрати та розробити план для їх пом'якшення та якнайскорішого відновлення національної економіки.

Отже, було створено модель економічної безпеки, яка є адекватною та всі коефіцієнти незалежних змінних, є значущими, що говорить про доцільність її використання для прогнозування показника. Дана модель дозволяє завчасно визначити можливість кризи в національній економіці. А отже, визначення та прогнозування криз може суттєво вплинути на подальший стан економіки та зменшити руйнівні наслідки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Руссо Ж. Ж. Про суспільну угоду, або принципи політичного права / Переклад з фр. Хома О. Київ: Port-Royal, 2001.
2. Офіційний сайт Euromoney Country Risk. URL: <https://www.euromoneycountryrisk.com>
3. Офіційний сайт компанії «BERI». URL: <https://beri.com>
4. Senkus P. Economic Security in the Context of Sustainability. *Rural Development*. 2013. 6(1). URL: https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/2931/Economic_Security_in_the_Context_of_Sustainability.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Raczkowski K. Percepcja bezpieczeństwa ekonomicznego i wyzwania dla zarz¹dzania nim w XXI wieku. Warszawa, 2012.
6. Ставицький А. В. Економічна безпека України: стратегія та механізми забезпечення. Київ: АграрМедіа Груп, 2018. 464 с.
7. Kharlamova G. O., Stavytskyu A. V. Solving Economic Security Issues In The Coordinate System Of Modern Risks And Threats. *Studies in Business and Economics*. 2021. 16(3). URL: <https://ideas.repec.org/a/blg/journal/v16y2021i3p87-108.html>
8. ILO Social-Economic Security Programm. International Labour Organization – Definitions Sheet. 2018. URL: <https://www.ilo.org/public/english/protection/ses/download/docs/definition.pdf>
9. Stiglitz J. E., Fitoussi J.-P., Durand M. For Good Measure. Advancing Research on Well-being Metrics Beyond GDP. OECD. – 2018. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264307278-10-en/index.html?itemId=/content/component/9789264307278-10-en>
10. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розрахунку рівня економічної безпеки України: Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 N 1277. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM048283>

11. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 11 серпня 2021 року «Про Стратегію економічної безпеки України на період до 2025 року»: Указ Президента України №347/2021. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/3472021-39613>
12. Cherniavskyi S., Dzhuzha O., Babanina V., Harust Y. System of ensuring the economic security of the state: world experience and ways of its reform in Ukraine. *Genero e Interdisciplinaridade*. 2021. 2(10). URL: <https://doi.org/10.51249/gei.v2i01.132>
13. Акімова Л. М. Етапи становлення економічної безпеки держави: зарубіжний та вітчизняний досвід. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2016. № 8. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1246>
14. Gryshova I., Kyzym M., Hubarieva I., Khaustova V., Livinskyi A., Koroshenko M. Assessment of the EU and Ukraine Economic Security and Its Influence on Their Sustainable Economic Development. *Sustainability*. MDPI. 2020. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Sustainability_2020_12_7692.pdf
15. Hacker J. S., Huber G., Nichols A., Rehm Ph., Schlesinger M., Valleta R. G., Craig St. The Economic Security Index: a new measure for research and policy analysis. *Federal reserve bank of San Francisco. Working Paper Series*. 2012. URL: https://www.researchgate.net/publication/327256393_The_Economic_Security_Index_A_New_Measure_for_Research_and_Policy_Analysis
16. Офіційний сайт Міжнародної організації праці (ILO). Economic Security Index. URL: <https://www.ilo.org/sesame/SESHelp.NoteESI>
17. Osberg L., Sharpe A. New Estimates of the Index of Economic Well-being for Selected OECD Countries. 2009. URL: https://www.academia.edu/54596610/New_Estimates_of_the_Index_of_Economic_Well_being_for_Selected_OECD_Countries
18. Кваша Т., Волощук Р. Підходи до інтегрального оцінювання стану економічної безпеки як складної системи. *Науково-технічна інформація*. 2015. №3.

URL: http://www.irbis-nbuuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=NTI_2015_3_7

19. Tamošiūnienė R. Current research approaches to economic security. *1st International Conference on Business Management*. Valencia, 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/314707212_Current_research_approaches_to_economic_security

20. Edelthallammer F., Ismail I., Volkenand J. Forecasting economic crises. *An Empirical Approach. Research in Empirical Economic Topics*. 2016. URL: <https://www.econ.uni-muenchen.de/download/lehre-at-lmu/forecasting.pdf>

21. Spange M. Can crises be predicted? *Economics*. 2010. URL: https://www.nationalbanken.dk/en/publications/Documents/2010/07/can%20crises_2q_2010.pdf

22. Ставицький А. В. Економічна безпека: стратегія та механізми забезпечення. Київ: Аграр Медіа Груп, 2018. 464 с.

23. Fabricius M. The impact of economic Security on Bank Deposits and Investment. *IMF Working Paper*. 1998. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/The-Impact-of-Economic-Securityon-Bank-Deposits-and-Investment-2672>

24. Sebastian E. Why Are Saving Rates So Different across Countries? An International Comparative Analysis. *NBER Working Paper*. 1995. No. 5097

25. Mktchyan T. M. State economic security system and Its components. *4th Int'l Conference on Research in Humanities, Sociology & Corporate Social Responsibility*. Malasia, 2015. URL: <https://icehm.org/upload/3757ED915013.pdf>

26. Власюк О. С. Теорія і практика економічної безпеки в системі науки про економіку. Національний Інститут проблем міжнародної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України. Київ, 2011. 473 с.

27. Smith W. D. Energy Crisis: Shortages amid plenty. *New York Times*. –1973.
URL: <https://www.nytimes.com/1973/04/17/archives/energy-crisis-shortages-amid-plenty-energy-crisis-paradox-of.html>
28. Базилевич В., Базилевич К., Баластик Л. Макроекономіка: підручник. – Київ, 2008. 743с.
29. Jansen H., Kuhnert S. Labour Market Reform in Germany: Fact or Fiction? *Economic analysis from the European Commission's Directorate-General for Economic and Financial Affairs*. 2004. 1(3). URL: https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication1308_en.pdf
30. Bondarenko P. 5 of the world's most devastating financial crises. *Britannica*. 2015. URL: <https://www.britannica.com/list/5-of-the-worlds-most-devastating-financial-crises>
31. Zeppelin L. Soaring oil and house prices: is it 1973 all over again? *The Guardian*. 2007. URL: <https://www.theguardian.com/business/2007/sep/14/money.northernrock3>
32. Gudmundsson T. Principles of Crisis Management Revisited: The Bank of England in the 1970s. *Department of Economic History of the London School of Economics and Political Science for the degree of Doctor of Philosophy*. London, 2014.
33. Kostela S. H. E. The economic crisis of the 1990s in Finland. *Discussion Papers No. 683*. 1999. URL: <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/dp683.pdf>
34. Jonung L., Hagberg T. How costly was the crisis of the 1990s? A comparative analysis of the deepest crisis in Finland and Sweden over the last 130 years. *Economian Commission Directorate-General for economic and financial affairs*. 2005. URL: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication692_en.pdf
35. Economic Crisis in Europe: Causes, Consequences and Responses. *European economy* 7. 2009. URL: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication15887_en.pdf

36. Szczepanski M. Decade on from the crisis. European Parliament. 2019. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642253/EPRS_BRI\(2019\)642253_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642253/EPRS_BRI(2019)642253_EN.pdf)
37. Terazi E., Senel M. S. The effects of the global financial crisis on the central and eastern European Union Countries. *International Journal of Business and Social Science*. 2010. 2(17). URL: http://www.ijbssnet.com/journals/Vol_2_No_17/25.pdf
38. FRED Economic Data. URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/CPMNAACSCAB1GQLV>
39. Юрчишин В. Україна - від кризи до кризи. Центр Разумкова. URL: http://razumkov.org.ua/upload/ukraine-vid_kryzy_doKryzy.pdf
40. The World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/en/home>
41. Офіційний сайт Міністерства фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/debtgov/>
42. Kimberly A. Greek Debt Crisis Explained. *The Balance*. 2020. URL: <https://www.thebalance.com/what-is-the-greece-debt-crisis-3305525>
43. Mitsalis F. V. The Impact of Economic Crisis in Greece: Key Facts and an overview of the banking sector. *Macrothink Institute. Business and Economic Research*. 2014. 4(1). URL: https://www.researchgate.net/publication/270130802_The_Impact_of_Economic_Crisis_in_Greece_Key_Facts_and_an_Overview_of_the_Banking_Sector
44. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/270409/national-debt-of-greece/>
45. European Parliament. Briefing. The economy and coronavirus: Weekly Picks. 2020. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/645717/IPOL_BRI\(2020\)645717_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/645717/IPOL_BRI(2020)645717_EN.pdf)

46. Jons L., Palumbo D., Brown D. Coronavirus: How the pandemic has changed the world economy. The BBC News. 2020. URL: <https://www.bbc.com/news/business-51706225.amp>
47. European Commission. European Economic Forecast. *Institution Paper 125*. 2020. URL: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-performance-and-forecasts/economic-forecasts/spring-2020-economic-forecast-deep-and-uneven-recession-uncertain-recovery_en
48. Eurostat. – Euroindicators. 2022. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/14231867/2-31012022-AP-EN.pdf/649f530f-8fdb-3a5e-00b2-a7b51c026ec6?t=1643618653205>
49. Офіційний сайт Київської школи економіки (KSE). URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/za-tizhden-zbitki-naneseni-v-hodi-viyni-infrastrukturi-ukrayini-zrosli-shhonaymenshe-na-8-3-mlrd/>
50. Черняк О. І., Комашко О. В., Ставицький А. В., Баженова О. В. Економетрика: підручник, 2-ге вид., перероб. та доп. / За ред. О. І. Черняка. Миколаїв, 2014. 414 с.
51. Croissant Y., Millo G. Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of statistic software*. 2008. 27(2). URL: https://www.researchgate.net/publication/26539035_Panel_Data_Econometrics_in_R_The_plm_Package
52. Stavytskyy A. Panel Data Analysis. URL: http://www.andriystav.cc.ua/Downloads/Microeconometrics/MLecture_06.pdf
53. Fingleton B. Regression with panel data: An introduction. URL: http://www.cantab.net/users/bf100/pdf/pd_slides_fingleton.pdf
54. Torres-Reyna O. Panel data analysis. Fixed and random effects using Stata (v.4.2). 2007. URL: <https://www.princeton.edu/~otorres/Panel101.pdf>
55. Gauss. Panel Data Regression. URL: <http://gauss.stat.su.se/gu/e/slides/F17.pdf>

56. Allisone P. D. Assymetric Fixed Effects Models for Panel Data. *Statistical Horizons LLC*. 2018. URL: <https://statisticalhorizons.com/wp-content/uploads/AsymmetricFixedEffects.v2.pdf>
57. Loginom. URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/garch-model.html>
58. Hill R. C., Griffiths W. E., Lim G. C. *Principles of econometrics. Fourth edition*. 2011. URL: https://www.academia.edu/30183056/Hill_Griffiths_Lim_Principles_of_Econometrics
59. Barazzeta M. The asymmetrix effect of expectations on subjective well-being. *ECINEQ. Society for the study of economic inequality. Working Paper Series*. 2015. URL: <http://www.ecineq.org/milano/WP/ECINEQ2015-374.pdf>
60. Zielman B. Package “asymmetry”. 2018. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/asymmetry/asymmetry.pdf>
61. Oti E. U., Ulasola M. O., Eze F. C., Enogwe S. U. Comprehensive Review of K-Means Clustering Algorithms. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*. 2021. 7. URL: https://www.researchgate.net/publication/354547481_Comprehensive_Review_of_K-Means_Clustering_Algorithms
62. Sokal R. R., Sneath P. A. *Principles of Numerical Taxonomy*. San Francisco: California. 1963.
63. Tan P. N., Steinbach M., Kumar V. *Cluster Analysis: Basic Concepts and Algorithms*. 2004. URL: <https://www-users.cse.umn.edu/~kumar001/dmbook/ch8.pdf>
64. Rokach L., Maimon O. Clustering methods. *The Data Mining and Knowledge Discovery handbook*. 2005. URL: https://www.researchgate.net/publication/226748490_Clustering_Methods
65. Kodinariya T., Makwana P. Review on Determining of Cluster in K-means Clustering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*. 2013. 1(6). URL:

https://www.researchgate.net/publication/313554124_Review_on_Determining_of_Cluster_in_K-means_Clustering

66. Brock G., Pihur V., Datta S. clValid, an R package for cluster validation. *Journal of Statistical Software*. 2021. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/clValid/vignettes/clValid.pdf>

ДОДАТКИ

Додаток А

Chart 3: West German Phillips curve: Out and back in with unification hick-up

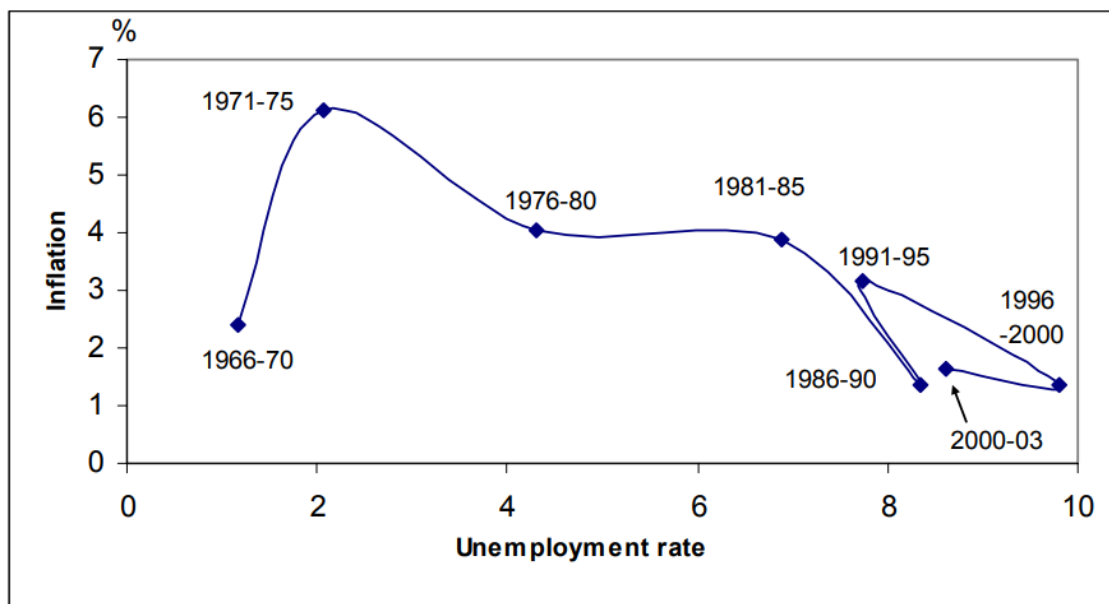


Рис. А.1. Динаміка рівня інфляції та безробіття в Німеччині протяг 1966-2003 рр.

Джерело: [29].

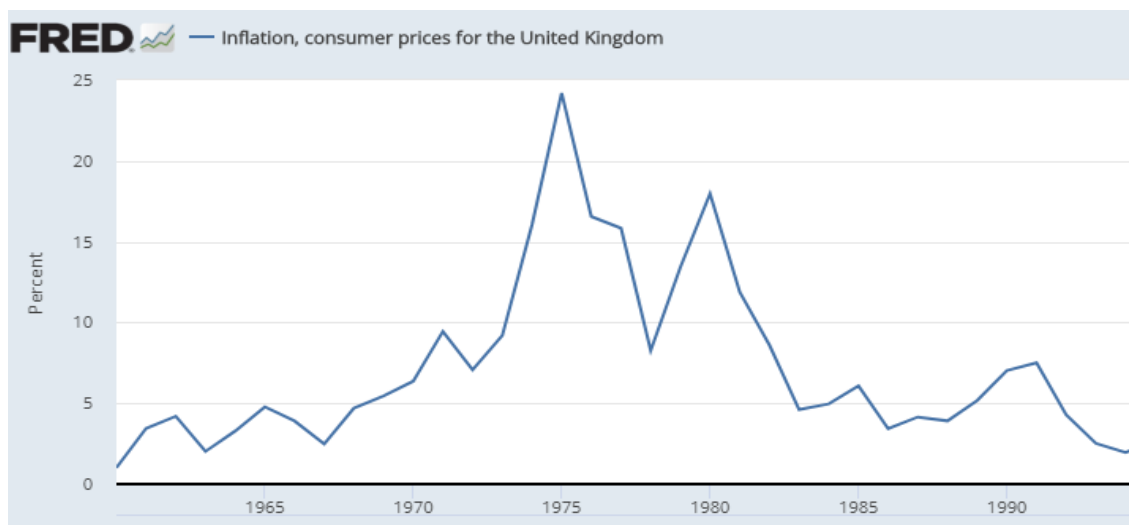


Рис. А.2. Зростання інфляції внаслідок банківської кризи в Англії в 1973-1975 рр.

Джерело: [38].

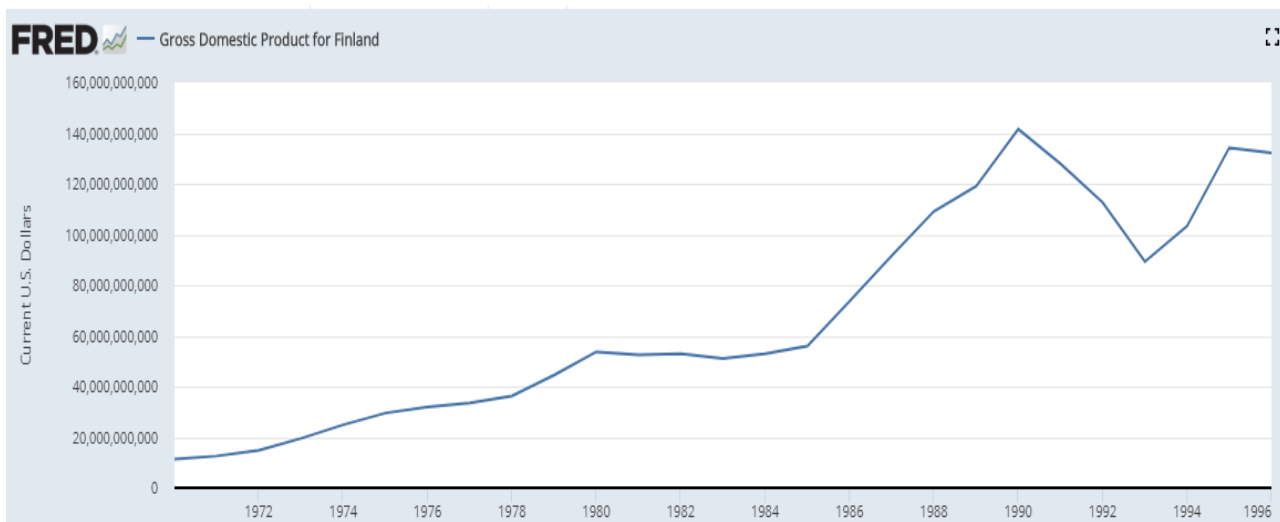


Рис. А.3. Динаміка ВВП Фінляндії протягом 1970-1996 рр.

Джерело: [38].

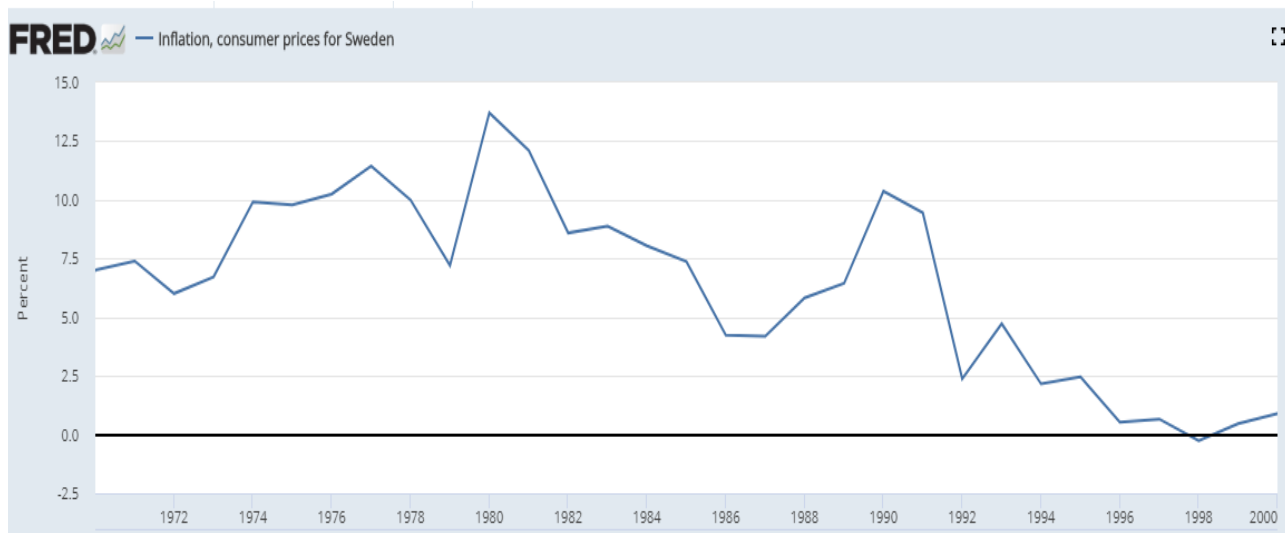


Рис. А.4. Динаміка рівня інфляції в Швеції з 1970 по 2000 рр.

Джерело: [38].

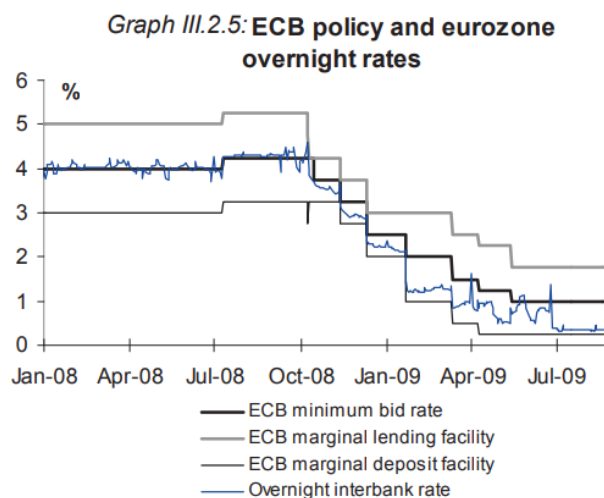


Рис. А.5. Динаміка процентних ставок ЄЦБ

Джерело: [35]

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Bulgaria	..	-9.4	-5.6	4.0	2.3	5.4	4.1	4.5	5.0	6.6	6.2	6.3	6.2	6.0	-5.9
Czech Republic	..	4.0	-0.7	-0.8	1.3	3.6	2.5	1.9	3.6	4.5	6.3	6.8	6.1	2.5	-4.8
Estonia	2.8	5.7	11.7	6.7	-0.3	10.0	7.5	7.9	7.6	7.2	9.4	10.0	7.2	-3.6	-13.7
Latvia	0.5	3.6	8.3	4.8	3.3	6.9	8.0	6.5	7.2	8.7	10.6	12.2	10.0	-4.6	-18.0
Lithuania	..	5.2	7.5	7.6	-1.1	3.3	6.7	6.9	10.2	7.4	7.8	7.8	9.8	2.8	-18.1
Hungary	..	1.0	4.3	5.2	4.2	4.9	4.1	4.4	4.3	4.9	3.5	4.0	1.0	0.6	-6.5
Poland	..	6.2	7.1	5.0	4.5	4.3	1.2	1.4	3.9	5.3	3.6	6.2	6.8	5.0	1.2
Romania	..	..	..	..	-1.2	2.4	5.7	5.1	5.2	8.5	4.2	7.9	6.3	6.2	-8.0
Slovenia	6.8	3.6	4.9	3.6	5.4	4.4	2.8	4.0	2.8	4.3	4.5	5.8	6.8	3.5	-7.4
Slovakia	7.9	6.9	4.4	4.4	0.0	1.4	3.4	4.8	4.7	5.2	6.5	8.5	10.4	6.4	-5.8
EU15	..	1.7	2.7	3.0	3.0	3.9	1.9	1.2	1.2	2.3	1.8	3.0	2.6	0.6	-4.1

Рис. А.6. Динаміка зміни ВВП з 1995 по 2009 рр.

Джерело: [37].

**Державний та гарантований державою борг
України з 2009 по 2021 рр. (млн. грн.)**

	загальний борг	зовнішній борг	внутрішній борг
на 31.12.2009	316 884,6	211 751,7	105 132,9
на 31.12.2010	432 235,4	+36.4%	276 745,6
на 31.12.2011	473 121,6	+9.5%	299 413,9
на 31.12.2012	515 510,6	+9.0%	308 999,8
на 31.12.2013	584 114,1	+13.3%	300 025,4
на 31.12.2014	1 100 564,0	+88.4%	611 697,1
на 31.12.2015	1 572 180,2	+42.9%	1 042 719,6
на 31.12.2016	1 929 758,7	+22.7%	1 240 028,7
на 31.12.2017	2 141 674,4	+11.0%	1 374 995,5
на 31.12.2018	2 168 627,1	+1.3%	1 397 217,8
на 31.12.2019	1 998 275,4	-7.9%	1 159 221,6
на 31.12.2020	2 551 935,6	+27.7%	1 518 934,8
на 31.12.2021	2 671 827,6	+4.7%	1 560 230,0

Рис. А.7. Рівень державного боргу України з 2009 по 2021 рр.

Джерело: [41].

Додаток Б

```
library(foreign)
library(car)
library(plm)
library(tseries)
library(dplyr)
library(pglm)
library(lmtest)
Panel <- read.csv2("D:/data_for_models.csv")
is.pbalanced(Panel)
pdim(Panel)
coplot(es~year|Country, type="l", data=Panel)
SC<-Panel$SC
NFT<-Panel$NFT
BLNC<-Panel$BLNC
FDI<-Panel$FDI
es<-Panel$es
year<-Panel$year
INFL<-Panel$INFL
pr<-Panel$es.1
kg<-Panel$KOFGI
kgp<-Panel$KOFPoGI
kgs<-Panel$KOFSoGI
kge<-Panel$KOFecGI
exp_value<-Panel$exp
P<-pdata.frame(Panel)
purtest(P$SC, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$es, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
```

```

purtest(P$FDI, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$NFT, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$SC, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$INFL, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$BLNC, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$KOFGI, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$KOFecGI, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$KOFSoGI, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$KOFPoGI, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
purtest(P$exp_value, pmax=4, exo="intercept", test="madwu")
lag(SC, lag=1, shift=c("time", "row"))
lag(NFT, lag=1, shift=c("time", "row"))
lag(kgs, lag=1, shift=c("time", "row"))
Panel<-Panel[-1,]
Panel$sc<-diff(SC)
Panel$nft<-diff(NFT)
Panel$scgs<-diff(kgs)
#1
fixed1<-plm(es~sc+FDI+BLNC+exp_value+INFL, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="within")
summary(fixed1)
random1<-plm(es~sc+FDI+BLNC+exp_value+INFL, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="random")
summary(random1)
phtest(fixed1, random1)
#2
fixed2<-plm(es~I(sc^(1/2))+exp_value+nft+kg, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="within")

```

```

summary(fixed2)
random2<-plm(es~I(sc^(1/2))+exp_value+kg+nft, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="random")
summary(random2)
phtest(fixed2, random2)
#3
fixed3<-plm(es~I(sc^(1/2))+FDI+exp_value+kgp+kge+nft+cgs, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="within")
summary(fixed3)
random3<-plm(es~I(sc^(1/2))+FDI+exp_value+kgp+kge+nft+cgs, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="random")
summary(random3)
phtest(fixed3, random3)
#4
fixed4<-plm(es~I(sc^(1/3))+I(1/INFL^(1/3))+kg+pr+FDI, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="within")
summary(fixed4)
random4<-plm(es~I(sc^(1/3))+I(1/INFL^(1/3))+kg+pr+FDI, data=Panel,
index=c("Country","year"), model="random")
summary(random4)
phtest(fixed4, random4)
#5
fixed5<-plm(log(es)~log(sc^(1/3))+log(1/INFL^(1/3))+log(pr)+log(FDI^(1/2)),
data=Panel, index=c("Country","year"), model="within")
summary(fixed5)
random5<-plm(log(es)~log(sc^(1/3))+log(1/INFL^(1/3))+log(pr)+log(FDI^(1/2)),
data=Panel, index=c("Country","year"), model="random")
summary(random5)

```

```

phtest(fixed5, random5)
ol<-lm(es~I(sc^(1/3))+I(1/INFL^(1/3))+pr+kg+FDI, data=Panel)
summary(ol)
pFtest(fixed4, ol)
coefest(fixed4)
pbgtest(fixed4)
bptest(es~I(sc^(1/3))+I(1/INFL^(1/3))+FDI+pr+kg+factor(year), data=Panel,
studentize = F)
fixef(fixed4)
#assymetrix
crisis <- read.csv2("D:/data_for_models.csv")
crisis$id=
  crisis_long<-data.table::melt(crisis, measure=patterns("sc", "fdi", "infl", "nft",
"pr"), variable.name="time", value.name="sc", "fdi","infl", "nft", "pr")
crisis%<>%arrange(id)
data.table::setDT(crisis)
crisis.long<-crisis %>%
  group_by(id) %>%
  mutate(esdiff=es-lag(es), SCdiff=sc-lag(sc), FDIidiff=fdi-lag(fdi), prdiff=pr-
lag(pr), INFLdiff=infl-lag(infl), NFTdiff=nft-lag(nft)) %>%
  mutate(SCpos=SCdiff*(SCdiff>0), SCneg=-SCdiff(SCdiff<0),
FDIpos=FDIidiff*(FDIidiff>0), FDIneg=-FDIidiff(FDIidiff<0), prpos=prdiff*(prdiff>0),
prneg=-prdiff(prdiff<0))
crisis.long1<-crisis.long %>%
  group_by(crisis$ID) %>%
  mutate(scpo=SCdiff*(SCdiff>0), scneg=-SCdiff(SCdiff<0),
fdipos=fdidiff*(fdidiff>0), fdineg=-fdidiff(FDIidiff<0), prpos=prdiff*(prdiff>0), prneg=-
prdiff(prdiff<0))

```

```

crisis.long$scdiff
cri<-crisis %>%
  group_by(ID)
crisis$scdiff=crisis$sc-lag(crisis$sc) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$scdiff
crisis$scpos=crisis$scdiff*(crisis$scdiff>0)
crisis$scneg=-crisis$scdiff*(crisis$scdiff<0)
crisis$fdidiff=crisis$fdi-lag(crisis$fdi) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$fdidiff
crisis$fdipos=crisis$fdidiff*(crisis$fdidiff>0)
crisis$fdineg=-crisis$fdidiff*(crisis$fdidiff<0)
crisis$fdineg
crisis$prdiff=crisis$pr-lag(crisis$pr) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$prdiff
crisis$prpos=crisis$prdiff*(crisis$prdiff>0)
crisis$prneg=-crisis$prdiff*(crisis$prdiff<0)
crisis$scneg
crisis$esdiff=crisis$es-lag(crisis$es) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$infldiff=crisis$infl-lag(crisis$infl) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$nftdiff=crisis$nft-lag(crisis$nft) %>%
  replace(is.na(.), 0)
crisis$sccumpos = cumsum(crisis$scpos)
crisis$sccumneg = cumsum(crisis$scneg)

```

```

crisis$fdicumpos = cumsum(crisis$fdipos)
crisis$fdicumneg = cumsum(crisis$fdineg)
crisis$prcumpos = cumsum(crisis$prpos)
crisis$prcumneg = cumsum(crisis$prneg)
asymmetric<-
plm(esdiff~sccumpos+sccumneg+fdicumpos+fdicumneg+prcumpos+prcumneg,
data=crisis, index=c("Country","year"), model="within")
summary(asymmetric)
lht(asymmetric,"prcumpos=-prcumneg")
lht(asymmetric,"sccumpos=-sccumneg")
frequency(crisis$prdiff)
prdiff<-crisis$prdiff
hist(prdiff)
predict(fixed4, data=Panel[Panel$year>2017, ], at=NULL, calculate_se=FALSE)
plot(predict(fixed4, data=Panel[Panel$year>2017,], at=NULL,
calculate_se=FALSE))
#clustering
library(cluster)
library(clValid)
library(factoextra)
library(NbClust)
library(kohonen)
library(ggrepel)
data1<- read.csv2("D:/data_for_clusters.csv")
head(data1, n=10)
summary(data1)
data_sc<-scale(data1[,3:4])
fviz_nbclust(data_sc, kmeans, method = "wss") +

```

```
geom_vline(xintercept = 4, linetype = 2)+  
labs(subtitle = "Elbow method")  
rownames(data_sc)<-data1$Country  
internal <- clValid(data_sc, 2:6, clMethods=c("kmeans"),validation="internal")  
summary(internal)  
stab <- clValid(data_sc, 2:6, clMethods=c("kmeans"),validation="stability", metric  
= "euclidean", method = "average")  
summary(stab)  
clusters <- kmeans(data_sc, centers=4)  
data1$Cluster <- as.factor(clusters$cluster)  
name<-data1$Country  
p<-ggplot(data1, aes(x = es[], y=GDP.per.Capita[], colour =  
as.factor(Cluster)))+geom_point(size=0.7)  
p+geom_text_repel(aes(label=name),size=3)
```

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка Економічний
факультет**

Кафедра економічної кібернетики

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
студентки 2 курсу магістратури спеціальності 051 «Економіка»,
ОНП «Економічна кібернетика»
Візер Олександри Ігорівни

1. Тема роботи: «Економіко-математичне моделювання показника економічної безпеки в умовах глобальних криз».
2. Термін завершення роботи: 12 травня 2022 року.
3. Об'єкт дослідження: економічна безпека.
4. Предмет дослідження: моделі для прогнозування показника економічної безпеки.
5. Мета дослідження: створення оптимальної моделі для аналізу та прогнозування показника економічної безпеки в умовах війни для країн Європи.
6. Завдання дослідження:
 - 6.1. розглянути підходи до визначення поняття економічної безпеки;
 - 6.2. проаналізувати існуючі методи оцінки рівня економічної безпеки;
 - 6.3. дослідити теоретичні основи моделювання економічної безпеки;
 - 6.4. проаналізувати кризи, що вже були в країнах Європи, з'ясувати їх причини та наслідки;
 - 6.5. дослідити методи кластеризації;
 - 6.6. виокремити роль асиметричних ефектів при моделюванні показника економічної безпеки;
 - 6.7. створити оптимальну модель для прогнозування економічної безпеки;
 - 6.8. провести кластерний аналіз країн Європи;
 - 6.9. розробити прогноз показника економічної безпеки в умовах війни.

Науковий керівник: д.е.к., професор Ставицький Андрій Володимирович



Ставицький А. В.









Студент: Візер Олександра Ігорівна




Візер О. І.

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики
Протокол №3 від 12 жовтня 2021 р.

Календарний план виконання кваліфікаційної роботи магістра

№	Етапи роботи	Термін виконання	Відмітка керівника про виконання
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи магістра	25.09.2021	
2.	Визначення й затвердження завдань кваліфікаційної роботи магістра	30.10.2021	
3.	Розробка плану кваліфікаційної роботи магістра	15.01.2022	
4.	Робота над першим розділом кваліфікаційної роботи магістра	14.03.2022	
5.	Підбір необхідного математичного апарату для виконання поставлених завдань, робота над другим розділом	21.03.2022	
7.	Збір необхідних даних, робота над третім розділом дипломної роботи	16.04.2022	
8.	Перевірка третього розділу, доопрацювання зауважень	1.05.2022	
9.	Написання висновків, оформлення додатків, підготовка до захисту	10.05.2022	
10.	Подання роботи до перевірки на плагіат	12.05.2022	
11.	Захист дипломної роботи	24.05.2022	

Науковий керівник  д.е.к., проф. Ставицький А. В.

Студент  Візер О. І.