

Міністерство освіти і науки України
Західноукраїнський національний університет

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

*Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису*

ДЗЮБАНОВСЬКА НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 519.67: 339.5

**МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ
МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук

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

_____ *Н. В. Дзюбановська*

Науковий консультант

Ляшенко Оксана Миколаївна

доктор економічних наук, професор

Тернопіль – 2021

АНОТАЦІЯ

Дзюбановська Н. В. Методи та моделі вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Західноукраїнський національний університет. – ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». – Івано-Франківськ, 2021.

Дисертація присвячена розробці методологічного обґрунтування математичного моделювання оцінок та технологій вимірювання міжнародної торгівлі країн світу на основі використання сучасних методів та інструментів кількісного вимірювання економічних процесів.

Розглянуто та систематизовано теорії міжнародної торгівлі з позиції пропозиції та позиції попиту. Виявлено, що порівняльні переваги, які визначають напрями зовнішньої торгівлі виникають через експорт надлишкових факторів та імпорт дефіцитних факторів виробництва. Доведено, що всупереч теорії співвідношення факторів виробництва, не тільки відмінності, але й подібність між країнами може бути передумовою для торгівлі. Проаналізовано теорію подібності країн, яка стверджує, що, розробивши нову продукцію у відповідь на знайдену ринкову потребу на внутрішньому ринку, виробник потім звертається до ринків, котрі найподібніші до ринків його країни. Встановлено, що ця теорія пояснює міжнародну торгівлю переважно з боку попиту, а не пропозиції. Виявлено, що чим більше перетинаються структури попиту в країні-експортері та імпортері, підкріплені високим рівнем доходу, тим вищий рівень торгівлі між ними. Узагальнено, що теорії міжнародної торгівлі є основою при статистичному спостереженні торгівлі та дають змогу виявити ключові показники її вимірювання.

Встановлено, що однією із проблем вимірювання економічних процесів є їх динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків. Визначено

поняття «вимірювання зовнішньої торгівлі» як упорядкування, зіставлення основних показників зовнішньої торгівлі, що характеризують ведення зовнішньоторговельної політики та її наслідки для економіки цієї країни. Виявлено, що визначальними серед систем основних показників зовнішньої торгівлі є обсяги експорту та імпорту, що складають основу для розрахунку інших показників розвитку зовнішньої торгівлі. Описано інфраструктуру забезпечення вимірювань зовнішньої торгівлі, у відповідності з якою до статистики зовнішньої торгівлі надходять дані з двох основних підрозділів: статистики зовнішньої торгівлі товарами та статистики зовнішньої торгівлі послугами. Узагальнено ряд проблем, які ускладнюють вимірювання зовнішньої торгівлі країни.

Розглянуто два основних напрями протікання міжнародної торгівлі: динамічний та структурний. Схематично зображено методологічні аспекти проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі. Узагальнено, що і для структурного, і для динамічного характеру протікання торгівлі можна провести компаративний аналіз основних показників на основі абсолютних, відносних величин або/і описових статистик. Виявлено ефективність їх застосування для дослідження міжнародної торгівлі. Встановлено, що абсолютні величини для проведення компаративного аналізу є не придатними; більш придатними є використання відносних величин, оскільки на основі розрахованих відносних показників частково можна здійснити компаративний аналіз

Розраховані абсолютні (середня арифметична, середнє арифметичне відхилення, середнє квадратичне відхилення, розмах варіації) та відносні (коефіцієнт варіації, коефіцієнт осциляції, відносне лінійне відхилення) показники оцінки експорту та імпорту для кожної країни. Встановлено, що за допомогою торгівлі країн або структурний компаративний аналіз; однак найбільш придатним є використання описових статистик із певними умовами.

Розраховано абсолютні, відносні та середні показники ряду певних статистичних даних, що характеризують міжнародну торгівлю Європейського Союзу із врахуванням динамічних та структурних змін даного процесу. На

основі аналітичного апарату математичної статистики було обчислено основні числові характеристики для статистичного розподілу обсягів експорту та імпорту кожної країни Європейського Союзу протягом 2002–2015 рр. абсолютних показників не можливо здійснити компаративний аналіз торгівлі країн, проте використання відносних показників забезпечить порівняння варіації експорту та імпорту для різних країн.

Здійснено аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі. Досліджено, що основним теоретичним інструментом оцінювання міжнародної торгівлі є стандартна модель міжнародної торгівлі, яка базується на ідеях балансу попиту і пропозиції економістів-неокласиків. Виявлено, що, використовуючи математику для опису стану загальної рівноваги в економіці, велика кількість вчених ігнорували динамічну складову ринкових відносин. Обґрунтовано, що стандартна модель міжнародної торгівлі та її модифікації є базою для розрахунку основних параметрів торгівлі, а також пов'язаних із нею параметрів національної економіки. Встановлено відсутність універсального методу отримання потрібних результатів на основі прикладних моделей загальної рівноваги. Аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі складає базис для розробки інструментарію оцінювання і вимірювання обсягів основних показників зовнішньої торгівлі і ідентифікації факторів, що впливають на їхню величину.

Розглянуто оцінювання кількісних і якісних показників торгівлі із застосуванням статистичних та економіко-математичних методів і моделей, окреслено їхню методологію та понятійний апарат, що є основою для розробки інструментарію вимірювання й оцінювання міжнародної торгівлі та дає змогу виявити базові показники для здійснення подальшого дослідження. Історія розвитку, причини виникнення, їхній взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності, а також відмінності між понятійними апаратами статистичних і економіко-математичних методів дослідження визначають розуміння формування інструментарію економічних вимірювань і оцінок.

Проведено кластерний аналіз експортних та імпорتنих операцій країн ЄС за відносними показниками варіації даних. Розраховано коефіцієнти асиметрії та ексцесу для статистичних даних обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду. На основі отриманих результатів не виявлено підпорядкування даних нормальному закону розподілу та зроблено висновок про недостатність використання описових статистик для відображення характеру процесу торгівлі.

Проведено кластерний аналіз міжнародної торгівлі країн ЄС за обсягами експорту та виділено країни, що є найпотужнішими експортерами у ЄС, країни з середнім рівнем експорту та країни з найнижчим рівнем експорту. Проведений аналіз всередині кожного кластера, дозволив виявити варіацію досліджуваних даних. Проведено кластерний аналіз країн Європейського Союзу за інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 року і виявлено, що країни-лідери є найпотужнішими експортерами трьох товарних груп: хімічних речовин та пов'язаних з ними продуктами, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання.

Проведено канонічний кореляційний аналіз міжнародної торгівлі. Основними чинниками впливу на обсяги експортно-імпорتنих операцій вибрано географічні характеристики країн Європейського Союзу (площу та чисельність населення). Виявлено існування тісного зв'язку між показниками експортно-імпорتنих операцій країн ЄС та окремими географічними характеристиками країн ЄС (такими як площа країн і чисельність населення). При цьому встановлено, що основний вплив на міжнародну торгівлю здійснює чисельність населення країни, трохи менше впливають розміри країни. Обґрунтовано, що використання методу канонічних кореляцій дає змогу зменшити кількість факторів, що впливають на міжнародну торгівлю країн, виокремлюючи при цьому головні і другорядні чинники.

Застосовано кластерний аналіз та метод канонічної кореляції до оцінювання міжнародної торгівлі країн. Країни ЄС попередньо поділено на 5 кластерів за географічними характеристиками за допомогою кластерного

аналізу. Основними чинниками, що можуть впливати на обсяги експортно-імпортних операцій вибрано такі економічні показники, як ВВП на душу населення країн та середній дохід населення. Встановлено, що значна кореляція між змінними в двох множинах є наслідком сильної залежності між показниками міжнародної торгівлі та досліджуваними факторами, тобто обсяги експортно-імпортних операцій залежать від таких економічних чинників, як розмір ВВП на душу населення та середній дохід населення. Обґрунтовано доцільність використання методу канонічних кореляцій для другої сукупності економічних чинників, що при подальшому аналізі дасть змогу зменшити кількість факторів впливу на міжнародну торгівлю країн, виокремлюючи при цьому головні і другорядні показники.

Проведено дисперсійний аналіз міжнародної торгівлі країн ЄС з метою виявлення найсильніших факторів впливу на показники, що характеризують міжнародну торгівлю країн. Для проведення дисперсійного аналізу за результативні показники, що характеризують міжнародну торгівлю країн ЄС обрано обсяги експортно-імпортних операцій, а факторами впливу взято площу країни, чисельність населення та ВВП на душу населення. На основі результатів проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що розмір обсягів експортно-імпортних операцій залежить певним чином і від географічних характеристик, і від ВВП на душу населення.

Розроблено багатофакторні моделі дослідження міжнародної торгівлі з використанням факторного, кластерного та дискримінантного аналізу для визначення якості результатів моделі залежно від використовуваного методу. За результатами факторного аналізу показники міжнародної торгівлі було погруповано за їх впливом. За допомогою кластерного моделювання країни ЄС були кластеризовані за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. За результатами дискримінантного аналізу було інтерпретовано значимість обраних факторів. Теоретичні та методологічні положення виведені на рівень конкретних та практичних пропозицій щодо формування основи показників у дослідженні

міжнародної торгівлі та розробки конкретних моделей дослідження міжнародної торгівлі з використанням багатфакторного моделювання альтернативних методів.

Застосовано багатовимірний адаптивний регресійний аналіз для оцінки міжнародної торгівлі країн ЄС. Побудовані MAR Splines моделі для обсягів експорту та імпорту країн ЄС дають змогу виявити, що між основними показниками торгівлі (обсягами експорту й імпорту товарів і послуг) та такими факторами як: середній дохід населення, чисельність населення, експорт високотехнологічної продукції, експорт вторинної сировини, імпорт вторинної сировини, індекс сприйняття корупції, податок на виробництво та імпорт, податок на продукцію існує залежність. За побудованими MAR Spline-моделями отримано два регресійних рівняння (для показників експорту та імпорту), що описують лінійну залежність основних показників торгівлі від вищеописаних факторів.

Застосовано аналіз асоціацій для виявлення закономірностей та пошуку прихованих правил у загальному масиві даних, що характеризують обсяг експорту товарів країн ЄС. На основі проведеного дослідження виявлено, що метод асоціацій доцільно використовувати як один із інструментів при вимірюванні міжнародної торгівлі.

Здійснено багатфакторний регресійний аналіз оцінювання впливу демографічних і соціально-економічних факторів (середній дохід населення (євро), загальна національна концепція зайнятості, чисельність населення, еміграція населення, імміграція населення, онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%), експорт вторинної сировини (тис. євро), імпорт вторинної сировини (тис. євро)) на основні показники торгівлі. За результатами аналізу доходимо висновку про наявність прямо пропорційної залежності основних показників торгівлі від ситуації на ринку праці.

Застосовано метод бінарної класифікації для оцінки міжнародної торгівлі країн ЄС. Проаналізовано вплив деяких факторів (середній дохід населення (євро), загальна національна концепція зайнятості, чисельність населення,

еміграція населення, імміграція населення, онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%), експорт вторинної сировини (тис. євро), імпорт вторинної сировини (тис. євро), індекс сприйняття корупції, податок на виробництво та імпорт (млн. євро), податок на продукцію (млн. євро)) на додатне сальдо торгівлі товарами та послугами країн ЄС. За результатами аналізу встановлено, що із запропонованих факторів на показник додатного сальдо торгівлі впливають онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%) та індекс сприйняття корупції. За результатами аналізу побудовано дві імовірнісні моделі бінарного вибору для оцінки ймовірності позитивного сальдо торгівлі товарами та послугами: на основі логістичної функції (Logit-модель) та на основі стандартної функції нормального розподілу (Probit-модель).

Обґрунтовано можливість використання теорії часових рядів для дослідження міжнародної торгівлі. Побудовано прогнозні моделі обсягів експортних та імпортних потоків з метою підвищення ступеня поінформованості особи, яка приймає рішення стосовно важливих тенденцій у сфері зовнішньої торгівлі країни. Побудовано ARIMA-моделі динаміки з інтервенціями, що адекватно відображають зміну основних показників торгівлі у часі.

Обґрунтовано актуальність використання нейронних мереж до дослідження міжнародної торгівлі, зокрема для моделювання основних тенденцій зміни показників міжнародної торгівлі. Описано переваги застосування нейронних мереж над традиційними методами при прогнозуванні економічних процесів. Побудовано нейромережні моделі для прогнозування обсягів експорту та імпорту товарів країн Європейського Союзу та розраховано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС на майбутні періоди.

Побудовано модель прогнозування динаміки попиту і пропозиції на ринку товарів, в якій спершу методом моделювання динамічного хаосу отримано прогноз попиту на товари, а потім з допомогою методів динамічного моделювання розраховано прогноз їх пропозиції. На основі аналізу реальних

даних величини обсягів експорту товарів країн ЄС встановлено, що ці величини належать до хаотичних, тобто є реалізаціями дивного атрактора. З допомогою окремих експериментів, виконаних з модельованими даними, встановлено, що їм відповідає динамічна система 3-го порядку. З допомогою окремого графічного тесту виявлено, що в модельованих величинах наявна повільна зміна параметрів – так званий дрейф.

Запропоновано метод моделювання прогнозу величини обсягів експорту на основі алгоритму зі спеціальною метрикою, яка фіксує рівновіддаленість фрагментів модельованого ряду. Також запропоновано алгоритм моделювання прогнозу випуску продукції. Застосування розробленої методики оцінки величини прогнозу пропозиції на ринку товарів за раніше відомим попитом на них, дозволяє планувати акумуляцію коштів для придбання нового обладнання, нових технологій виробництва тощо, тобто сприяє розв'язанню актуальної задачі планування постійного технологічного оновлення засобів випуску продукції, сприяє планомірному оновленню виробничої бази, вносить істотні позитивні зрушення в міжнародні відносини на рівні країн.

Розроблено програмне забезпечення мовою MATLAB для дослідження часових рядів методом теорії динамічного хаосу. А також програмне забезпечення мовою C++, призначене для екстраполяції хаотичних процесів, що може бути використано як інструмент підтримки прийняття рішень при плануванні середньо- і довготривалих капіталовкладень у процес виробництва продукції країнами.

Обґрунтовано необхідність забезпечення структурної оптимальності торгівлі як умову запобігання посилення економічної нестабільності в країні. Визначено поняття «структури торгівлі» як пропорційні співвідношення груп товарів і послуг. Розглянуто ряд показників та методик для оцінювання структурних змін у часі як основу розробки інструментарію для виявлення взаємозв'язків між структурними елементами міжнародної торгівлі. Виділено науковий підхід до проведення структурно-динамічного аналізу на основі

методики Л. А. Дідова як концептуальну основу для моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн.

Розглянуто структуру торгівлі країн Європейського Союзу протягом 2002–2015 рр. за методикою Л. А. Дідова. Обчислено компоненти структурного запізнення та випередження в розкладі норми зростання обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду. Розраховано показник структурної еластичності і темп зростання обсягів експорту та імпорту товарних груп країн ЄС протягом досліджуваного періоду.

Здійснено математичний опис моделі оптимізації структури зовнішньої торгівлі країни на основі методів лінійного програмування. За цільову функцію прийнято максимум показника структурної еластичності, розрахованого на основі методики Л. А. Дідова. Для розв’язування поставленої числової задачі лінійного програмування розроблено програму на мові програмування C# у середовищі Visual Studio 2019.

Розроблено умовну схему декомпозиційного підходу побудови моделі оптимізації товарної структури країни, за якою рекомендовано на початковому етапі здійснювати прогнозування стану глобальної економіки, спаду/зростання ВВП, зменшення/збільшення попиту на товари і послуги, далі здійснювати структурно-динамічний аналіз за методикою Л. А. Дідова, визначити структурні режими, що притаманні змінам у структурі торгівлі протягом досліджуваного періоду часу, а потім розраховувати оптимальні частки товарних груп у загальній структурі торгівлі на майбутній період, оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури.

Ключові слова: міжнародна торгівля, експорт, імпорт, оптимізаційна модель, вимірювання, оцінювання, економіко-математичні методи, структура торгівлі.

ABSTRACT

Dziubanovska N. V. Methods and models for measuring and evaluating international trade. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the Doctor of Economics degree in specialty 08.00.11 – mathematical methods, models and information technologies in economy. – West Ukrainian National University. – Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. – Ivano-Frankivsk, 2021.

The dissertation is devoted to development of methodological substantiation of mathematical modeling of estimations and technologies of measurement of the international trade of the countries of the world on the basis of use of modern methods and tools of quantitative measurement of economic processes.

The theory of international trade from the perspective of supply and perspective of demand is investigated and systematized. The comparative advantages that determine the directions of foreign trade through the export of surplus resources and import of scarce resources of production are discovered. It is discovered that all considered traditional theories of international trade were based not on the similarity of countries, but in contrary on their differences. It is proved, regardless of the theory of relative factor endowments, that not only the differences but also similarities between countries may be a prerequisite for trade. The country similarity theory, which states that having developed new products in response to discovered market needs in the domestic market, the manufacturing company then refers to markets that are the most similar to the markets of its country, is analyzed. It was established that this theory explains international trade mainly from the perspective of demand, not supply. It is discovered that the more demand structure in the exporting and importing countries supported by high income cross, the higher level of trade is between them. It is generalized that the theories of international trade is the basis for the statistical monitoring of trade and allow to identify key indicators of its measurement.

It is established that one of the issues of measuring of economic processes is their dynamic, variation of parameters and structural relationships. The notion of the «foreign trade measurement» as regulation, comparison of the main indicators of

foreign trade that characterize the conduct of foreign policy and its consequences for the economy of the country, is highlighted. It is discovered that export and import turnovers, that form the basis for the calculation of other indicators of foreign trade are determinant among the system of the key indicators of foreign trade. It is described the infrastructure for providing of foreign trade measurement, according to which data from two main divisions: the statistics of foreign goods trade and the statistics of foreign services trade, transfers to foreign trade statistics. The important task of international statistics, which is to organize information about various aspects of international processes for discovering of the overall picture and the main consequences of the process and structure of the economy that achieves by means of classification, is formulated. The classifications as the most essential and complicated element, especially during international comparisons of data, is investigated. Number of issues that make difficulties in measurement of foreign trade is generalized.

Methodological aspects of comparative analysis of international trade implementation is schematically depicted. It's generalized that for structural as well as dynamic character of trade flow the comparative analysis of key indicators based on absolute, relative values or / and descriptive statistics can be conducted. The effectiveness of their implication for international trade investigation is revealed. It is established that the absolute values for comparative analysis conduction are not suitable; the use of relative values is more suitable as far as the comparative analysis of countries trade or structural comparative analysis can be partially implemented on the basis of calculated relative indicators; although the usage of depictive statistics with certain conditions is the most acceptable.

This scientific work assumes absolute, relative and average number of specific statistical data on the international trade of the European Union, taking into account the dynamic and structural changes in the process. Based on the analytical apparatus of mathematical statistics there were calculated the basic numeric characteristics for the statistical distribution of exports and imports of each country of the European Union during the period from 2002 to 2015. They calculated the absolute (arithmetic mean, the arithmetic mean deviation, standard deviation, the range of variation) and the relative (coefficient of variation, coefficient of oscillations of relative linear

deviation) performance assessment of exports and imports for each country. It is found that using the absolute figures is not possible to make a comparative analysis of the trade, but the use of ratios provides a comparison of variation of exports and imports of different countries.

The analysis of approaches to modeling of estimations of the international trade is carried out. It is investigated that the main theoretical tool for estimating international trade is the standard model of international trade, which is based on the ideas of balance of supply and demand of neoclassical economists. It was found that, using mathematics to describe the state of general equilibrium in the economy, a large number of scientists have ignored the dynamic component of market relations. It is substantiated that the standard model of international trade and its modification is the basis for calculating the main parameters of trade, as well as related parameters of the national economy. The absence of a universal method of obtaining the desired results on the basis of applied models of general equilibrium is established. Some modifications of these models that differ in calculation methods are described. The analysis of approaches to modeling estimates of international trade is the basis for the development of tools for estimating and measuring the volume of key indicators of foreign trade and identifying factors that affect their value.

The evaluation of quantitative and qualitative indicators of trade using statistical and economic-mathematical methods and models, outlining their methodology and conceptual framework, which is the basis for developing tools for measuring and evaluating international trade, allows to identify basic indicators for further research. The history of development, the causes, their relationship with other areas of practice, as well as differences between the conceptual apparatus of statistical and economic-mathematical research methods determine the understanding of the formation of tools for economic measurements and estimates.

k-means method, the software package STATISTICA 10 conducted the cluster analysis of export and import operations by the EU data relative terms variations. Based on the received results there were not found the data submission to a normal law of distribution and the conclusion on the lack of use of descriptive statistics to reflect the nature of the trade process was made.

Based on the clustering methods in exports of the EU during the period, there were allocated the EU countries, which were the most powerful exporters with an average level of exports and the countries with the lowest level of exports. The analysis within each cluster revealed the variation of the researched data. The cluster analysis was conducted in the European Union by the by the intensity of exports commodity structure during 2015. Based on the analysis it is revealed that the country's leaders are the biggest exporter of three product groups: chemicals and related products and other industrial goods, and machinery and transport equipment.

The canonical correlation analysis of the international trade is conducted. The geographical aspects of the European Union countries (land area and number of inhabitants) are chosen as the key factors of influence on the amount of export-import operations. To conduct the canonical correlation analysis the plurality of dependent variables is export turnover of the European Union countries, mil. EUR and import turnover of the European Union countries, mil. EUR from the plurality of variables (the land area of the European Union countries, km²; the number of inhabitants of the European Union countries). The availability of high correlation between the indicators of export-import operations of the European Union countries and specific geographical aspects of the European Union countries (as lands area and number of inhabitants) is detected. In addition to the above, it's established that the main influence on the international trade is caused by country number of inhabitants, and the country size has lower impact. It is substantiated that using the method of canonical correlation can reduce the number of factors that influence the international trade by separating the main and secondary factors.

In this work a cluster analysis and a canonical correlation methods have been applied. The EU countries are pre-divided into 5 clusters by geographical characteristics. According to the results of cluster modeling, 5 groups of the EU countries which differ in size and population were distinguished. For each group, a canonical correlation analysis was conducted and canonical coefficients were calculated to describe the correlation between the international trade indicators and the factors under investigation. The following main factors as GDP per capita countries

and the average income of the population, that can affect the volume of export-import operations are selected as economic indicators. It is established that a significant correlation between the variables in the two sets is the result of a strong correlation between the indicators of international trade and the investigated factors, that is, the volume of export-import operations depends on such economic factors as the size of GDP per capita and average income of the population. The expediency of using the method of canonical correlations for the second set of economic factors is substantiated, which at further analysis will allow reducing the number of factors of influence on the international trade of countries, while singling out the main and secondary indicators.

This work presents a dispersion analysis of the international trade of the countries of the European Union in order to identify the strongest factors affecting the indicators that characterize the international trade of countries. According to the difference between the geographical indices of the EU countries, they are divided into 5 clusters by size of area and population. The division of the EU countries was carried out by means of cluster analysis. Variable grouping was used to select the area of the country and the population. In addition, one of the most important economic factors was GDP per capita and divided the EU countries into 5 groups per GDP per capita. For the dispersion analysis, the volume of export-import operations was selected for the effective indicator characterizing the international trade of the EU countries, while the factors of influence were taken by the country's area, population and GDP per capita. On the basis of the results of the dispersion analysis, it was established that the volume of export-import operations depends in a certain way on geographical characteristics and on GDP per capita. Based on the results of factor analysis, indicators were grouped according to their influence. With the help of cluster modelling, the EU countries were grouped according to quantitative indicators such as GDP, final consumption expenditure and gross capital formation. According to discriminant analysis, significance of the selected factors was interpreted. Theoretical and methodological provisions are brought to the level of specific and practical proposals for formation of the basis of indicators in international trade study and development of

specific models of international trade study using the multifactor modelling alternative methods.

Multidimensional adaptive regression analysis was used to assess the international trade of the EU countries. The built MAR Splines models for the volume of exports and imports of the EU countries allow to identify some important dependencies. According to the results of the analysis, it is revealed that high values of indicators of exports and imports of goods and services of the country will be achieved with the maximum values of average income and the overall national concept of employment. The conducted multidimensional adaptive regression analysis allows to state that between the main indicators of trade (volumes of export and import of goods and services) and such factors as: average income, population, export of high-tech products, export of secondary raw materials, import of secondary raw materials, corruption perception index, tax on production and imports, tax on products there is a dependence. According to the constructed MAR Spline-models, two regression equations (for export and import indicators) are obtained, which describe the linear dependence of the main trade indicators on the above-described factors.

This study uses analysis of associations to detect patterns and search for hidden rules in a general array of data characterizing the volume of exports of goods from the countries of the European Union. As a result of the analysis, 50 associative rules were obtained that satisfy the constraints on the minimum level of support, reliability and correlation. Based on our research, we came to the conclusion that the method of associations should be used as one of the ways of measuring the international trade.

A multifactor regression analysis of the assessment of the impact of demographic and socio-economic factors (average income), the general national concept of employment, population, emigration, immigration, online shopping (%), exports of high-tech products (%), exports secondary raw materials (thousand euros), imports of secondary raw materials (thousand euros)) on the main indicators of trade. Given the growth of migration, taking into account the average income of the population and the general national concept of employment, we observe a directly

proportional dependence of the main indicators of trade on the situation on the labor market.

The binary classification method was used to assess the international trade of the EU countries. The influence of some factors (average income of the population) (euro), general national concept of employment, population, emigration, immigration of the population, online purchase of products (%), export of high-tech products (%), export of secondary raw materials (thousand euros), imports of secondary raw materials (thousand euros), corruption perception index, production and import tax (million euros), product tax (million euros)) on the positive balance of trade in goods and services of EU countries. According to the results of the analysis, it was found that the proposed factors on the positive trade balance are influenced by online purchases (%), exports of high-tech products (%) and the corruption perception index. Based on the results of the analysis, two probabilistic binary choice models were constructed to estimate the probability of a positive balance of trade in goods and services: based on the logistics function (Logit-model) and based on the standard normal distribution function (Probit-model).

The possibility of using the theory of time series for the study of international trade is substantiated. The time series is determined and, depending on the number of indicators, one-dimensional and multidimensional series are considered. Forecast models of export and import flows have been built in order to raise the level of awareness of the person who makes decisions about important trends in the country's foreign trade. Using the method of analysis of time series with gaps, built ARIMA-model of dynamics with interventions (interrupted time series), which adequately reflects the change in time.

The relevance of the use of neural networks to the study of international trade, in particular to model the main trends in international trade. The advantages of using neural networks over traditional methods in forecasting economic processes are described. Neural network models for forecasting the volume of exports and imports of goods of the European Union have been built. The neural network forecast models are constructed, they optimally reflect real statistical data. Using the obtained neural

network models, the forecast values for the volumes of exports and imports of goods of EU countries for future periods are calculated.

A model for forecasting the dynamics of supply and demand in the market of goods is built. Firstly, the method of modeling dynamic chaos obtained a forecast of demand for goods, and then using the methods of dynamic modeling calculated the forecast of their supply. Based on the analysis of real data of the value of exports of goods of EU countries, it is established that these values are chaotic, and its are realizations of a strange attractor. With the help of separate experiments performed with simulated data, it was found that they correspond to a dynamic system of the 3rd order. Using a separate graphical test, it was found that in the simulated quantities there is a slow change in parameters – the drift.

A method for modeling the forecast of the value of exports on the basis of an algorithm with a special metric that captures the equidistant distance of the fragments of the simulated series. An algorithm for modeling the production forecast is also proposed. The application of the developed method of estimating the value of the supply forecast in the market of goods for previously known demand for them, allows to plan the accumulation of funds for the purchase of new equipment, new production technologies, etc., it helps to solve the urgent problem of planning base, makes significant positive changes in international relations at the country level.

The software in MATLAB language for the study of time series by the method of dynamic chaos theory was developed. As well as software in C++, designed to extrapolate chaotic processes, which can be used as a tool to support decision-making when planning medium- and long-term investments in the production process by countries.

The necessity of ensuring the structural optimality of trade as a condition for preventing the strengthening of economic instability in the country is substantiated. The concept of «trade structure» is defined as the proportional ratio of groups of goods and services. A number of indicators and methods for assessing structural changes over time as a basis for developing tools to identify the relationships between the structural elements of international trade are considered. The scientific approach to carrying out

the structural-dynamic analysis on the basis of L. A. Didov's technique as a conceptual basis for modeling of optimum strategies of the international trade of the countries is allocated.

The structure of trade of the European Union during 2002–2015 according to the method of L. A. Didov is considered. The coefficient of growth (decline) and the coefficient of the general structural change of volumes of export and import of the EU countries during 2002–2015 are found. The indicator of structural elasticity and growth rate of volumes of export and import of commodity groups of the EU countries during the investigated period is calculated.

A mathematical description of the model of optimization of the structure of foreign trade of the country on the basis of methods of linear programming is carried out. The maximum function of the structural elasticity index, calculated on the basis of L. A. Didov's method, is taken as the objective function. To solve the numerical problem of linear programming, a program was developed in the C # programming language.

The conditional scheme of the decomposition approach of construction of model of optimization of commodity structure of the country on which it is recommended at the initial stage to carry out forecasting of a condition of global economy, recession / growth of GDP, decrease / increase in demand for goods and services, further to carry out the structural and dynamic analysis by L. A. Didov, to determine the structural regimes inherent in changes in the structure of trade during the study period, and then calculate the optimal shares of product groups in the overall structure of trade for the future, the optimization model of foreign trade structure.

Keywords: international trade, export, import, optimization model, measurement, evaluation, economic and mathematical methods, trade structure.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Dziubanovska N. Multifactor models for studying the EU countries' international trade. *Economic Annals-XXI*. 2019. Vol. 175, is. 1–2, P. 29–34. DOI : <https://doi.org/10.21003/ea.V175-05> (0,75 д.а.).
2. Дзюбановська Н. В. Структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі країн Європейського союзу. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2016. Випуск 5 (05). Ч. 2. С. 133–138. (0,75 д.а.).
3. Дзюбановська Н. В. Підхід до компаративного аналізу міжнародної торгівлі Європейського Союзу. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Випуск 11. С. 245–250. (0,75 д.а.).
4. Дзюбановська Н. В. Підхід до оцінювання міжнародної торгівлі із використанням канонічного кореляційного аналізу. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2017. Випуск 1 (57). С. 194–197. (0,5 д.а.).
5. Дзюбановська Н. В. Проблеми вимірювання зовнішньої торгівлі країни. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2016. Вип. 19. ч. 1. С. 22–25. (0,44 д.а.).
6. Дзюбановська Н. В. Систематизація теорій міжнародної торгівлі як базис для її вимірювання. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*. 2016. Том 21. Випуск 8(50). С. 22–25. (0,44 д.а.).
7. Дзюбановська Н. В. Економетричний підхід до дослідження конвергенції рівня міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: «Міжнародні економічні відносини та світове господарство»*. 2016. Випуск 10. Ч. 1. С. 107–112. (0,75 д.а.).
8. Дзюбановська Н. В. Застосування кластерного аналізу для оцінки міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2016. Випуск 3 (31). С. 204–208. (0,625 д.а.).

9. Дзюбановська Н. В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2016. Випуск 22. С. 204–206. (0,375 д.а.).

10. Дзюбановська Н. В. Статистичні методи оцінювання міжнародної торгівлі Європейського Союзу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: «Міжнародні економічні відносини та світове господарство»*. 2017. Випуск 16. Ч. 1. С. 89–94. (0,75 д.а.).

11. Дзюбановська Н. В. Використання нейронних мереж для прогнозування імпорту товарів країн Європейського Союзу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2017. Випуск 7 (35). С. 126–131. (0,75 д.а.).

12. Дзюбановська Н. В. Статистичне оцінювання чинників впливу на міжнародну торгівлю із використанням дисперсійного аналізу. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2017. Випуск 27. Ч. 3. С. 131–134. (0,5 д.а.).

13. Дзюбановська Н. В. Аналіз асоціацій показників міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*. 2017. Том 22. Випуск 10(63). С. 230–233. (0,5 д.а.).

14. Дзюбановська Н. В. Застосування багатофакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі регіонів України. *Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка*. 2018. Том 23. Випуск 7(72). С. 200–204. (0,625 д.а.).

15. Дзюбановська Н. В. Аналіз структурних трансформацій зовнішньої торгівлі України. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2018. Випуск 6(68). С.217–225. DOI : <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-34> (1,06 д.а.).

16. Дзюбановська Н. В., Гураль І. В. Оцінювання зовнішньої торгівлі регіонів України із використанням методів кластеризації. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2018. Випуск 6(18). С. 268–272. (особистий внесок: кластеризовано регіони України за інтенсивністю експорту

протягом 2002-2017 рр. методом кластерного аналізу k-means засобами пакету програми STATISTICA 10 – 0,325 д.а.).

17. Дзюбановська Н. В. Застосування методу канонічних кореляцій до оцінювання зовнішньої торгівлі регіонів України. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2018. №5(104). С. 148–153. (0,75 д.а.).

18. Дзюбановська Н. В., Ляшенко О. М. Застосування Arima-моделей для прогнозування динаміки зовнішньої торгівлі України. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Випуск 35. Ч. 1. С. 142–147. (особистий внесок: проведено аналіз динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України протягом досліджуваного періоду, побудовано ARIMA-моделі, на основі яких розраховано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту товарів України на майбутні періоди – 0,4 д.а.).

19. Дзюбановська Н. В. Моделі MAR Splines оцінювання торгівлі регіонів України. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2019. №6(111). С. 126–132. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-6-24> (0,875 д.а.).

20. Дзюбановська Н. В., Єрмоменко В. О., Сенів Г. В. Застосування методів бінарної класифікації до оцінювання міжнародної торгівлі. *Інтелект XXI*. 2019. №6. Ч. 1. С. 13–18. (особистий внесок: побудовано дві ймовірнісні моделі бінарного вибору на основі логістичної функції (Logit-модель) та функції стандартного нормального розподілу (Probit-модель) засобами програмного продукту STATISTICA 10 для оцінювання торгівлі країн ЄС та дослідження впливу як кількісних, так і категоріальних факторів на процес торгівлі – 0,25 д.а.).

Матеріали наукових конференцій:

1. Дзюбановська Н. В. Передумови використання теорій поведінки споживача для аналізу поведінки країн на світовому ринку. *International Scientific Conference Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions : Conference Proceedings, Part 1, September 28, 2016. Kielce, Poland : Baltija Publishing*. 216 pages. P. 20–21. (0,125 д.а.).

2. Дзюбановська Н. В. Приклад застосування регресії Барро до оцінки конвергенції зовнішньої торгівлі країни і можливості застосування модифікацій моделі Барро для оцінювання міжнародної торгівлі. *International Scientific Conference Economy and Society: modern foundation for human development : Conference Proceedings, Part 1, October 31, 2016. Leipzig, Germany: Baltija Publishing. 272 pages. P. 233–236. (0,19 д.а.).*

3. Дзюбановська Н. В. До питання проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Dynamical System Modelling and Stability Investigation : XVIII International Conference : Abstracts of Conf. reports, Kyiv, Ukraine, 24-26 May / National Committee of Ukraine by Theoretical and Applied Mechanics [etal.] 2017. Київ : ДП Інформ.-аналіт. агенство, 213 с. (Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка) С. 162. (0,125 д.а.).*

4. Дзюбановська Н. В. До питання застосування багатофакторного моделювання при дослідженні міжнародної торгівлі країн. *Проблеми міжнародної міграції: оцінка та перспективи вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 16 травня 2020 р.) / відп. за випуск д.е.н., проф. С. О. Якубовський. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2020. – 128 с. С. 113–115. (0,19 д.а.).*

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИМІРЮВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН	14
1.1. Теоретико-концептуальні основи вимірювання міжнародної торгівлі країн	14
1.2. Проблематика формування множин показників для вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн.....	32
1.3. Аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн.....	76
РОЗДІЛ 2. КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН	98
2.1. Розробка інструментарію вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн із використанням економіко- математичного моделювання	98
2.2. Багатофакторні економетричні методи вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн	113
2.3. Використання технологій Data Mining при вимірюванні і оцінюванні міжнародної торгівлі країн.....	163
РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН	188
3.1. Аналіз та оцінювання міжнародної торгівлі країн.....	188
3.2. Моделі аналізу та прогнозування динаміки міжнародної торгівлі країн.....	205
3.3. Моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн із застосуванням нейромережних технологій.....	228

РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ПОПИТУ І ПРОПОЗИЦІЇ У МІЖНАРОДНІЙ ТОРГІВЛІ	249
4.1. Концептуальні основи побудови моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі.....	249
4.2. Опис параметрів моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі	264
4.3. Моделювання прогнозу динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі на прикладі країн ЄС	279
РОЗДІЛ 5. МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН	288
5.1. Методологічний підхід до моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн	288
5.2. Математичний опис моделі оптимізації структури міжнародної торгівлі країн та її комп'ютерна реалізація.....	316
5.3. Обчислювальні експерименти з моделлю оптимізації структури міжнародної торгівлі країн та аналіз результатів моделювання.....	330
ВИСНОВКИ	354
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	361
ДОДАТКИ	403

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Міжнародна торгівля як невід’ємний елемент національної економіки будь-якої країни світу є провідною формою міжнародних економічних відносин, оскільки сьогодні темпи її зростання перевищують зростання світового промислового виробництва. Важливою передумовою розвитку міжнародної торгівлі є успішне прийняття рішень в цій сфері як на рівні урядових інститутів країн, так і міжнародних організацій. Ефективна її організація, правильний вибір напрямку стратегічного планування та розробка сценаріїв розвитку торговельних відносин забезпечують країні економічне зростання і національний добробут. Сучасна практика прийняття рішень у всіх сферах і видах економічної діяльності базується на використанні новітніх інструментів прийняття таких рішень, зокрема із використанням математичного апарату в процесі аналізу економічних явищ.

Оскільки міжнародна торгівля характеризується динамічними та структурними змінами, існує нагальна потреба розробки методологічного обґрунтування математичного моделювання оцінок та технологій вимірювання обсягів міжнародної торгівлі країн світу на основі використання сучасних методів та інструментів кількісного вимірювання економічних процесів. Проблематика використання з цією метою математичного інструментарію потребує розробки конкретних моделей оцінювання міжнародної торгівлі на основі застосування альтернативних методів статистичного та економіко-математичного аналізів.

Теоретико-методологічні засади створення зазначеного інструментарію закладені видатними економістами-практиками, що досліджували міжнародну торгівлю та застосовували математичний апарат кількісних методів економіко-математичного моделювання при її аналізі. Зокрема, значний вклад у розвиток теорії міжнародної торгівлі зробили такі науковці: В. Стаффорд, Т. Ман, А. Монкретьєн, А. Серра, А. Сміт, Д. Рікардо, Р. Торренс, Дж. Ст. Мілль, Е. Гекшер, Б. Олін, В. Леонтьєв, Т. Рибчинський, М. Познер, Р. Вернон,

С. Ліндер, Дж. Бхагваті, М. Портер, П. Кругман, К. Ланкастер та інші. Питання моделювання оцінок міжнародної торгівлі порушили у своїх працях такі вчені: Г. Габерлер, Л. Вальрас, Ф. Еджуорт, А. Маршалл, В. Парето, К. Ерроу, Ж. Дебре, П. Самуельсон, Дж. Хікс, Я. Тінберген, М. Купарітас та інші. Застосуванням кількісних методів економіко-математичного моделювання при дослідженні торгівлі займалися такі економісти: В. Петті, Ф. Кене, А. Курно, Т. Купманс, Й. Тюнен, В. Вернадський, В. Дмитрієв, О. Ляшенко, І. Благун, Л. Буяк, І. Вахович, С. Рамазанов, О. Єлісєєва, Л. Гур'янова та інші.

Актуальність даної проблеми на сучасному етапі розвитку міжнародних відносин, її теоретичне і практичне значення, необхідність формування практичних методик і рекомендацій, здатних призвести до підвищення ефективності прийняття управлінських рішень у сфері міжнародної торгівлі, обумовили вибір теми дисертаційної роботи, її мету і задачі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках теми «Розробка математичних моделей та інструментальних засобів моделювання економічних процесів розвитку та управління економічними системами» (номер державної реєстрації: (0114U001080) (особистий внесок автора полягає у розробленні динамічних моделей фінансових потоків економічних систем та оцінюванні їх ризику, а також у побудові прогнозних інтервалів економічної динаміки із застосуванням обчислювальних моделей загальної рівноваги (CGL–моделей)), а також держбюджетної теми: «Математичні методи і моделі досліджування аналізу і оцінювання ефективності розвитку економічних систем» (номер державної реєстрації: 0119U103759) (особистий внесок автора полягає у розробленні математичної моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції товарів на міжнародному ринку при оцінюванні зовнішньої торгівлі країни).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка теоретико-методологічних положень та реалізація комплексу економіко-математичних моделей вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі, спрямованих на визначення пріоритетних напрямів економічного розвитку

країни у сфері торгівлі. Реалізація мети дослідження зумовила необхідність постановки і вирішення наступних завдань:

- узагальнити і систематизувати існуючі теорії міжнародної торгівлі для ідентифікації особливостей еволюції торговельних відносин як основних складових для виявлення ключових показників вимірювання і оцінювання торгівлі;

- проаналізувати світову практику та генезис формування методології економіко-математичного моделювання міжнародної торгівлі як базису для визначення специфіки розробки моделей вимірювання і оцінювання її основних показників;

- удосконалити математичний інструментарій вимірювання міжнародної торгівлі за абсолютними, відносними та середніми показниками ряду статистичних даних;

- визначити понятійний апарат та інституційну сутність методів статистичного та економіко-математичного аналізів для визначення механізмів їх застосування до вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн;

- розробити систему економіко-математичних моделей оцінювання міжнародної торгівлі країн на основі багатофакторного моделювання альтернативних методів для встановлення якості модельних результатів залежно від застосованого методу;

- удосконалити механізм застосування економіко-математичних моделей динаміки для прогнозування основних тенденцій розвитку показників міжнародної торгівлі;

- розробити математичну модель прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі країн;

- сформулювати методичне забезпечення для проведення структурно-динамічного аналізу міжнародної торгівлі країн;

- розробити оптимізаційну математичну модель структури зовнішньої торгівлі країни для визначення напрямів впливу на розподіл ресурсної бази та процеси виробництва у промисловому секторі країни;

– розробити комп'ютерну програму для підтримки прийняття рішень зі стратегічного планування виробничо-торговельної діяльності країни.

Об'єктом дослідження є процеси вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн.

Предметом дослідження є теоретичні і методологічні положення та відповідний інструментарій економіко-математичного моделювання міжнародної торгівлі країн.

Методи дослідження. Методологічну та теоретичну основу роботи складають підходи вітчизняних та іноземних вчених до економіко-математичного моделювання міжнародної торгівлі. У процесі виконання дослідження використовувались такі методи: системного аналізу для визначення напрямків дослідження та для розробки моделей оцінювання міжнародної торгівлі; статистичного дослідження для розробки динамічних моделей аналізу міжнародної торгівлі та для прогнозування основних тенденцій зміни основних показників міжнародної торгівлі; кластерного аналізу k-means для проведення групування країн ЄС за критерієм виявлення країн-лідерів, що є найпотужнішими експортерами; лінійних регресійних моделей logit і probit для визначення важливості домінування обсягів експорту над обсягами імпорту країни; канонічного кореляційного аналізу міжнародної торгівлі країн ЄС для дослідження залежності між показниками експортно-імпортних операцій країн ЄС та окремими їхніми географічними характеристиками; дисперсійного аналізу для виявлення залежності обсягів експортно-імпортних операцій від географічних характеристик і ВВП на душу населення; факторного аналізу для групування факторів за напрямом їхнього впливу на основні показники торгівлі; дискримінантного аналізу для інтерпретації результатів за значущістю обраних факторів; MARSpline-моделей для оцінювання динаміки ступеня факторного впливу на обсяги експортно-імпортних операцій; ARIMA-моделей динаміки з інтервенціями для прогнозування обсягів експортно-імпортних операцій; оптимізаційного моделювання для розробки моделей оптимізації структури

зовнішньої торгівлі країни; комп'ютерного програмування для реалізації моделей оптимізації структури зовнішньої торгівлі країни.

Дослідження виконане із застосуванням комп'ютерних програм STATISTICA 10, MS Excel, MATLAB, Visual Studio 2019 та мов програмування C++ і C#.

Інформаційно-фактологічною базою дисертаційної роботи є матеріали Світової організації торгівлі, Конференції ООН з торгівлі та розвитку, Євростату, Організації Об'єднаних Націй з промислового розвитку, Державної служби статистики України, матеріали аналітичних оглядів та періодичних видань, монографії вітчизняних і зарубіжних учених тощо.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційному дослідженні вирішено актуальну наукову проблему розробки методологічного обґрунтування математичного моделювання оцінок та технологій вимірювання міжнародної торгівлі країн світу на основі використання сучасних методів та інструментів кількісного вимірювання економічних процесів, у межах яких отримано такі найбільш суттєві наукові результати:

уперше:

- розроблено концепцію побудови модельної підтримки прогнозування динаміки попиту і пропозиції при оцінюванні міжнародної торгівлі країн, що базується на поєднанні теорії динамічного хаосу та методів динамічного моделювання. Це передбачає поєднання двох ланок: спершу, за допомогою методів теорії динамічного хаосу отримано прогноз величин обсягів експорту товарів тривалістю впродовж одного виробничого циклу; а потім, знаючи ці значення, з допомогою динамічної моделі типу «вхід–вихід» знайдено прогнозну величину випуску продукції на цьому ж відрізку часу. Це дає змогу ефективно планувати та управляти виробничим процесом у країні;

- розроблено оптимізаційну математичну модель структури торгівлі, що дає змогу отримати оптимальну схему перерозподілу ресурсної бази у промисловому секторі країни та дозволяє формувати сценарії ведення виробничо-торговельної діяльності для досягнення поставлених цілей у сфері

торгівлі. Модель передбачає розрахунок максимального значення показника структурної еластичності, що характеризує динаміку структурних змін і економічне зростання країни. Для реалізації моделі розроблено комп'ютерну програму на мові програмування C#, призначену для отримання наборів часток структурних компонент торгівлі залежно від обмежуючих факторів, та може бути використано як інструмент підтримки прийняття рішень із стратегічного планування напрямів розвитку торговельної політики країни для підвищення конкурентоспроможності виробничих потужностей та їх перехід до інноваційного типу;

удосконалено:

- концептуальні теоретичні положення щодо узагальнення та систематизації теорій міжнародної торгівлі, що, на відміну від існуючих, дало змогу їх класифікувати з позиції попиту і пропозиції для уточнення теоретичного базису вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн та виявлення її ключових показників;

- механізми оцінювання міжнародної торгівлі країн на основі абсолютних, відносних та середніх показників ряду статистичних даних, що, на відміну від існуючих, передбачають їх упорядкування із врахуванням динамічних і структурних змін торгівлі. Це дає змогу запропонувати методичний підхід до проведення компаративного аналізу торгівлі країн за основними показниками;

- систему економіко-математичних моделей оцінювання міжнародної торгівлі країн на основі використання альтернативних методів багатofакторного моделювання з метою встановлення якості модельних результатів залежно від застосованого методу, що, на відміну від існуючих, поєднує кластерний, факторний та дискримінантний аналізи і комплекс показників, що характеризують економічний розвиток, демографічну ситуацію та зовнішню торгівлю країн. Зокрема, застосування факторного аналізу дає змогу групувати показники міжнародної торгівлі за їх впливом, застосування кластерного моделювання дозволяє поділити країни на групи за такими кількісними

показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу, застосування дискримінантного аналізу дає змогу інтерпретувати значимість обраних факторів;

– метод вирахування прогнозних значень величини обсягів експорту за допомогою методів теорії динамічного хаосу, який, на відміну від існуючих, уточнений поняттям близькості фрагментів модельованого ряду та фіксує їх рівновіддаленість. На основі цього розроблено алгоритм, що описує загальний порядок обчислень, необхідних для моделювання прогнозу основних показників торгівлі;

набули подальшого розвитку:

– концептуальні основи теоретико-методологічних підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн для розробки інструментарію оцінювання і вимірювання обсягів основних показників міжнародної торгівлі країн, зокрема, ідентифіковано, що основним теоретичним інструментом оцінювання міжнародної торгівлі є стандартна модель міжнародної торгівлі та її модифікації, що базуються на ідеях балансу попиту і пропозиції, а також виявлено відсутність динамічної складової ринкових відносин у більшості існуючих моделей міжнародної торгівлі;

– теоретичні положення щодо інституцій застосування методів статистичного та економіко-математичного аналізів до вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн, зокрема, узагальнено, що історія розвитку, причини виникнення, їхній взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності, відмінності між їх понятійними апаратами є визначальними при формуванні інструментарію вимірювань і оцінок міжнародної торгівлі країн;

– методичний підхід до проведення структурно-динамічного аналізу торгівлі як концептуальна основа для моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн та обчислення числових значень показника структурної еластичності, що дозволяє дослідити динаміку структурних трансформацій у сфері торгівлі.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблені теоретико-методологічні положення та економіко-математичні моделі доведені до рівня конкретних практичних пропозицій та рекомендацій, що можуть бути використані центральними і регіональними органами державної влади та місцевого самоврядування для розробки і реалізації розподілу ресурсів у промисловому секторі економіки для визначення стратегічних пріоритетів економічного розвитку країни у сфері торгівлі.

Методично-прикладні рекомендації щодо формування оптимальних часток товарних груп у загальній структурі торгівлі взяті до впровадження Департаментом економічного розвитку і торгівлі Тернопільської обласної державної адміністрації при розробці проекту Стратегічного розвитку Тернопільської області на 2021–2027 рр. (довідка № 06-19/954/01 від 06.08.2020 р.). Аналітико-прикладні висновки щодо механізмів оцінки та прогнозування основних показників торгівлі Управлінням стратегічного розвитку Тернопільської міської ради при розробці цільової програми розвитку міста Тернополя 2021–2022 роки (довідка № 243/2 від 22.09.2020 р.). Пропозиції щодо оптимального перерозподілу часток товарних груп підприємств з метою збільшення доходу при здійсненні своєї діяльності враховані ТОВ «Фірма Елідон» (довідка № 23 від 11.08.2020 р.), ПП НВО «Енергоощадні технології» (довідка № 5/07/20 від 02.07.2020 р.) та ПП «АГРО-ТЕХ-ЦЕНТР» (довідка № 1 від 01.07.2020 р.).

Отримані результати наукового дослідження використані при формуванні робочих програм і навчально-методичних комплексів для таких дисциплін як «Вища математика», «Економетрика», що викладаються для студентів факультету економіки та управління і навчально-наукового інституту міжнародних економічних відносин ім. Б.Д. Гаврилишина Тернопільського національного економічного університету (довідка про впровадження № 126-26/740 від 17.06.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Наукові результати та положення наукової новизни, що наведені у дисертації і виносяться на захист, отримані автором

особисто. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в роботі використано лише ті ідеї і положення, які є результатом власних розробок автора.

Апробація результатів дослідження. Основні ідеї та положення дисертації доповідались і отримали позитивну оцінку на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема на: International Scientific Conference «Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions» (Kielce, Poland, September 2016), International Scientific Conference «Economy and Society: modern foundation for human development» (Leipzig, Germany, October 2016), XVIII International Conference «Dynamical System Modelling and Stability Investigation» (м. Київ, травень 2017), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні підходи до формування стратегічного бачення соціально-економічного розвитку регіонів» (м. Львів, травень 2020), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми міжнародної міграції: оцінка та перспективи вирішення» (м. Одеса, травень 2020), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення» (м. Львів, червень 2020), Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретико-практичні аспекти аналізу економіки, обліку, фінансів і права» (м. Полтава, червень 2020).

Публікації. У роботі не використані результати кандидатської дисертації здобувача. Основні положення дисертації опубліковано в 30-ох наукових працях, зокрема: 1 одноосібна монографія; 22 наукові статті у наукових фахових виданнях України, з яких 1 – у фаховому науковому виданні, що включене до Scopus та Web of Science, 18 – у фахових наукових виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus); 7 публікацій за матеріалами конференцій. Загальний обсяг публікацій становить 33,24 друк. арк., особисто здобувачу належить 31,44 друк. арк.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, що включають 15 підрозділів, висновків, списку використаних джерел

та 16 додатків. Основний зміст викладений на 360 сторінках, що містить 22 таблиці та 162 рисунка. Список використаних джерел налічує 433 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИМІРЮВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН

1.1. Теоретико-концептуальні основи вимірювання міжнародної торгівлі країн

Останні десятиліття разом із стрімким прогресом у сфері комп'ютерних інформаційних технологій пришвидшується також розвиток соціально-економічних процесів. Не винятком є і міжнародна торгівля. Сьогодні всі країни світу є учасниками міжнародних торговельних відносин. При такій різноманітності товарів і послуг жодна країна не може забезпечити своє населення абсолютно всіма благами, натомість участь у міжнародній торгівлі дає змогу у більш повному обсязі задовольнити й урізноманітнити потреби своїх громадян [101]. Окрім того, міжнародна торгівля стимулює зростання загального обсягу виробництва країни, підвищення продуктивності національних ресурсів, розвиток певних галузей промисловості тощо.

Протягом усього періоду існування міжнародних торговельних відносин змінювалися споживчі уподобання населення, удосконалювалися технологічні засоби виробництва, країни мали відмінності у забезпеченні ресурсами тощо. Ці та інші фактори характеризували рівень економічного зростання та визначали наскільки країна є конкурентоспроможною на міжнародному ринку. Посилений інтерес до виникнення міжнародної торгівлі, спроби науковців пояснити основну мету торгівлі, принципи, переваги та недоліки спонукали до появи великої кількості теорій міжнародної торгівлі та періодизації їх розвитку.

Важливим аспектом при дослідженні міжнародної торгівлі є аналіз та систематизація існуючих теорій торгівлі [103], вивчення яких дасть змогу зрозуміти механізм її функціонування для вибору показників оцінювання.

Історично міжнародна торгівля пройшла довготривалий шлях, впродовж якого прослідковується зміна основних принципів участі країни у міжнародному

товарообміні. Теорії міжнародної торгівлі є основним предметом досліджень економістів, зацікавлених в економічному розвитку їхньої країни та ранній глобалізації.

Перші активні обговорення розвитку міжнародної торгівлі датуються XVI–XVII ст., коли почали формуватися економічні школи, що об'єднували економістів із спільними поглядами щодо аналізу економічних процесів. Одним із таких напрямів економічної думки є меркантилізм. Економісти-практики, які представляли цей напрямок, вважали обмеженою кількість світових багатств, тому, на їхню думку, одна країна могла збагатитися лише за збідніння іншої. Провідними представниками цієї школи були Вільям Стаффорд (William Stafford), Томас Ман [281] (Thomas Mun), Антуан де Монкретьєн (Antoine de Montchrestien), Антоніо Серра (Antonio Serra) та ін.

Меркантилісти вважали, що багатство країни вимірюється кількістю дорогоцінних металів і держава має контролювати, щоб кількість вивезеного товару перевищувала кількість ввезеного, тобто регулювати зовнішню торгівлю з метою зростання експорту та зменшення імпорту [153]. Отже, держава як гарант політичного порядку має ініціювати закони, від яких залежить національне багатство народу і держави в цілому. У цей період регулювання народного господарства здійснювалось за допомогою різних указів і статутів з метою комерціалізації землі і праці. Проте за меркантилістів навіть не допускалася думка про існування незалежної економічної системи і за відсутності формування ринкової економіки країни унеможливлювалась політика вільної конкуренції.

Меркантилісти вважали, що попит є нееластичним, а пріоритетними завданнями були забезпечення переважання обсягів експорту над імпортом і додатне сальдо. З метою досягнення додатного балансу зовнішньої торгівлі уряд країни різними способами стимулював вітчизняний експорт. Так, держава вкладала кошти у розвиток тих галузей, що орієнтовані на експорт, а також у зовнішньоторговельну інфраструктуру. При цьому суттєво занижувалися ціни на вітчизняну сировину і заробітну плату населення.

Якщо розглядати концепцію меркантилізму з позиції теорії ігор, то міжнародна торгівля вважалася грою із нульовою сумою, таким чином, виграш однієї країни при веденні міжнародних торговельних відносин призводив до програшу її партнера. Такий підхід розвивав суперництво між країнами та стимулював прагнення до посилення державних позицій у світі.

Одним із прихильників раннього меркантилізму був англійський економіст В. Стаффорд [284]. У 1581 р. була опублікована його книга «Критичний виклад деяких скарг наших співвітчизників» (*A Compendious Or Briefe Examination of Certayne Ordinary Complaints*) [349], в якій він висловлює твердження, що потрібно заборонити вивіз золота і срібла з країни для того, щоб запобігти знецінення грошей і погіршення рівня життя населення. На його думку, держава повинна регулювати торговельну політику, підтримуючи вітчизняних виробників та обмежуючи імпорт.

Т. Ман, англійський економіст, джерелом збагачення вважав торгівлю, в якій експорт переважає над імпортом і відбувається приріст капіталу. В одній із своїх праць «Багатство Англії у зовнішній торгівлі, або Баланс нашої зовнішньої торгівлі як регулятор нашого багатства» (*England's treasure by forraign trade, or, The ballance of our forraign trade is the rule of our treasure, 1664*) [344] він описав основні положення щодо збагачення королівства. Т. Ман був переконаний, що продавати товар іншим країнам потрібно на більшу суму, ніж купувати у них. Таким чином, держава збагачувалася за допомогою торгівлі, а розвиток виробництва розглядався як засіб її розширення. Для досягнення додатного сальдо торговельного балансу на урядовому рівні здійснюються заходи, направлені на розвиток внутрішньої торговельної політики (вводилася заборона на ввезення у країну багатьох іноземних товарів, певні заборони впроваджувалися у митній політиці, діяли експортні премії; ініціювалося створення торгових монополій тощо). Крім того, державою проводилися заходи з метою максимізації доданої вартості продуктів виробництва. Так, для зниження витрат на сировину і працю законодавством встановлювався максимальний рівень заробітної плати, обмежувалося переміщення людського капіталу тощо.

А. Монкретьєн, французький економіст, вважав, що багатство держави залежить від соціального забезпечення населення, а працю – одним із засобів досягнення цієї мети. У 1615 р. вийшов «Трактат про політичну економію» (*Traide d'economie politique*, 1615) [431], за його авторством, в якому він розглядає зовнішню торгівлю як джерело багатства країни, пропонує розвивати промисловість, дає рекомендації щодо оподаткування населення, підкреслює взаємозв'язок між політикою та економікою тощо. А. Монкретьєн ввів термін «політична економія» для означення науки про «...економіку окремих держав» [8].

А. Серра, італійський філософ і економіст XVII століття, теж був прихильником меркантилізму. Він був автором трактату «Короткий трактат про засоби забезпечити в достатку золотом і сріблом королівства, позбавлені рудників дорогоцінних металів» (*Breve trattato delle cavse che possono far abbondare li regni d'oro e d'argento dove non sono miniere*), який на той час був однією із перших праць з політичної економії. А. Серра дав означення поняттю балансу між ринком товарів і послуг та рухом капіталу. Проаналізувавши дефіцит готівки в Неаполітанському королівстві, він дійшов висновку, що брак готівкової монети можна було заповнити за рахунок заохочення експорту [255]. Джерелом добробуту нації, на його думку, є не лише запаси золота чи сировини, а також розвиток мистецтва, ремісництва, свобода у торгівлі та мудрий уряд.

Меркантилісти зробили вагомий внесок у розвиток міжнародної торгівлі. Вони вперше обґрунтували її значущість для економічного розвитку країн, а також описали платіжний баланс. Проте політика меркантилізму мала також негативні наслідки, а саме: обмеження заробітної плати населення і його низька купівельна спроможність зменшувало внутрішні ринки реалізації продукції вітчизняного виробника, державна казна розкрадалася, а країна ставала не конкурентоздатною на світовій арені.

Вагомий вклад у розвиток теорії міжнародної торгівлі зробив англійський економіст Сер Дадлі Норт (*Sir Dudley North*). Він належав до представників меркантилістського напрямку в економічній науці. Багато праць Норт присвятив

торгівлі, зокрема, він багато писав про безмитну торгівлі. Вартою уваги є його праця «Міркування про торгівлю: особливо щодо відсотка, монетної системи, скорочення і збільшення грошей» («Discourses Upon Trade: Principally Directed to the Case of the Interest, Coynage, Clipping, Increase of Money»), яка була написана у 1691 р. [394]. У цій науковій праці Норт описує переваги вільної торгівлі і розглядає капітал, як грошовий ресурс, що приносить відсотковий прибуток. Вже у цій роботі він, на відміну від меркантилістів, вважає, що «позичковий відсоток визначається співвідношенням між нагромадженням грошового капіталу та попитом на нього, а не кількістю грошей». Норт був за зниження ставки відсотка і за те, щоб грошові ресурси були продуктивно використані для розвитку торгівлі [77].

В кінці XVIII століття шотландський економіст Девід Гюм (David Hume) [76] написав есе «Про торговельний баланс» («Of the Balance of Trade» [396]), в якому теж був не згідний з позиціями меркантилізму. А також у своїй праці він висловив декілька положень, які були визначальними для розвитку теорії торгівлі. Д. Гюм вважав, що гроші буде важко утримати в країні, якщо не обмежити зовнішню торгівлю. Д. Гюм був переконаний, що грошові потоки суттєво впливають на формування цін товарів і послуг в країнах, що вступають у торговельні відносини. Завдяки цьому врівноважується кількість грошей та врівноважуються обсяги експорту з обсягами імпорту. На думку Д. Гюма, не можливо збільшити кількість грошей до кількості більшої, ніж рівноважне значення, якщо обмежити торгівлю в країні. Притік грошей з інших країн призведе до зростання цін на товари і послуги всередині країни порівняно із цінами у інших країнах, експорт буде зменшуватися, а імпорт збільшуватися, а це буде спричинювати відтік грошей з країни.

Окрім того, Д. Гюм висловив твердження, що міра впливу припливу грошей з-за кордону на формування цін на товари і послуги залежить від розміру сукупного продукту країни. Він вважав, що економічне зростання держави, збільшення її виробничих можливостей залежить від кількості грошей, що можуть бути залучені та утриматися всередині країни. Також Д. Гюм визначав

виробничі можливості країни як кількістю населення, так і якісним підходом до праці.

Ці події стали причиною і подальшої критики меркантилістських поглядів. Ще одним критиком меркантилістів був шотландський економіст, основоположник класичної школи економічної думки – Адам Сміт (Adam Smith). У 1776 р. А. Сміт видає свою основну працю «Дослідження про природу і причини багатства народів», в якій викладає власні погляди на розвиток економіки країни та вплив продуктивності праці на національне збагачення. А. Сміт вважав, що багатство країни залежить не від кількості золота, а від здатності населення виготовляти товари, тобто за його теорією основним фактором виробництва є праця [420]. Згідно з теорією абсолютних переваг А. Сміта, країна експортує ті товари, у виробництві яких вона має абсолютні переваги, тобто витрачає на виготовлення одиниці продукції менше праці, та імпортує товари, що з абсолютними перевагами виробляються у країнах-партнерах. Отже, за А. Смітом міжнародна торгівля була вигідною лише у разі, якщо кожна із країн торгує товарами, у виробництві яких має абсолютні переваги.

Таким чином, за А. Смітом кожна країна має абсолютні переваги у виробництві певних товарів. І такі переваги можуть принести державі найбільшу вигоду лише за умови впровадження комплексної системи вільної торгівлі. А. Сміт зробив великий внесок у розвиток міжнародної торгівлі, обґрунтувавши важливість міжнародного співробітництва в галузі торгівлі та вільного переміщення товарної маси через державні кордони.

Оскільки за теорією абсолютних переваг учасниками міжнародної торгівлі не могли бути країни, що таких не мали, подальшого розвитку вона набула завдяки англійському економісту Давиду Рікардо (David Ricardo). Д. Рікардо у праці «Початок політичної економії й оподаткування» (1817) [411] розвинув теорію абсолютних переваг і довів, що в окремо взятій країні завжди знайдеться товар, виготовлення якого більш ефективне, ніж виробництво решти товарів щодо співвідношення витрат. Теорія порівняльних переваг Д. Рікардо полягає в

тому, що для розвитку міжнародної торгівлі існування абсолютної переваги в національному виробництві певного товару не є необхідністю, тобто міжнародна торгівля вигідна для будь-якої країни: і для тієї, що має переваги за певними товарами, і для тієї, що не має таких переваг [33]. За теорією Д. Рікардо кожна країна спеціалізуватиметься на виробництві порівняно дешевшого товару. Отже, щоб обидві країни отримали вигаш від торгівлі, вони мають імпортувати товар відносно менш дорогий, ніж коли б він був виготовлений усередині країни, та експортувати продукцію за порівняно вищою ціною, ніж можна було б продати в цій країні.

Теорія порівняльних переваг Д. Рікардо була важливим етапом розвитку міжнародної торгівлі, оскільки обґрунтовувала існування вигашу від торгівлі для всіх країн, що беруть у ній участь. Окрім того, Д. Рікардо вперше описав баланс сукупного попиту та сукупної пропозиції. Проте теорія Д. Рікардо не пояснювала торгівлю між однаковими країнами за умови, що жодна з них не має відносної переваги перед іншою. Після появи концепції Д. Рікардо економісти глибше почали досліджувати такі поняття як попит і виробництво, більш ефективно почали аналізувати проблеми міжнародного обміну, що стало першим кроком до розвитку сучасної теорії міжнародної торгівлі.

Роберт Торренс (Robert Torrens), британський економіст, був одним із теоретиків грошової школи і підтримував кількісну теорію грошей. Р. Торренс був відкривачем принципу порівняльної переваги у міжнародній торгівлі незалежно від того, що теорія порівняльних переваг належить Д. Рікардо. І опублікував свої роздуми Р. Торренс на два роки швидше (1815), ніж вийшла праця Д. Рікардо «Початок політичної економії й оподаткування». Торренс також у числі перших працював над теорією оптимального тарифу і озвучив свої думки швидше на 11 років ніж Дж. Ст. Мілль. Окрім того, вчений підтримував взаємний торговий обмін, а не беззастережну вільну торгівлю і згодом його міркування стали основою тарифних реформ Англії [246].

Джон Стюарт Мілль (John Stuart Mill), британський економіст, науковець, громадський діяч, був переконаний, що предметом є «багатство, дослідження

його сутності, законів виробництва і розподілу». Дж. С. Мілль вважав, що багатство – це сума благ, що купуються і продаються на ринку. На його думку, «річ, за яку нічого не можна отримати взамін, якою би корисною чи необхідною вона не була, не є багатством. Наприклад, повітря, хоча і є абсолютною необхідністю для людини, на ринку ніякої ціни немає, тому що його можна отримати практично задарма» [84]. Також вчений вважав, що вартість товару залежить від вартості витрат виробництва. Дж. С. Мілль багато часу потратив на дослідження і аналіз природи кризових явищ та описав сценарій безкризового розвитку ринкової економіки.

Отже, класична теорія міжнародної торгівлі була першою спробою пояснити вигоду від обміну товарами між різними країнами. Завдяки міжнародній торгівлі всі учасники мали змогу налагодити національне виробництво та збільшити кількість споживачів своєї продукції.

Більш поглиблено досліджували міжнародну торгівлі представники неокласичної теорії. Свою увагу вони зосереджували на проблемах часткової та ринкової рівноваги, розглядали торгівлю і з позиції попиту, і з позиції пропозиції. Дослідження торгівлі економістами-неокласиками відрізнялося від концепцій, що були закладені прихильниками класичної теорії. З'явилося багато обґрунтованих аналітичних підходів до оцінювання торгівлі і її вплив на національний добробут країни. Вважалося, що країна може частково спеціалізуватися на виробництві певної продукції, а не повністю як припускалося раніше. Також розглядалися зростаючі видатки та декілька факторів виробництва.

Уперше в середині 20-х рр. XX ст. шведський економіст Елі-Філіп Гекшер (Eli Filip Heckscher) та його учень Бертіл-Готтхард Олін (Bertil Gotthard Ohlin) висунули гіпотезу, що на відмінність у відносних витратах між країнами впливає те, що для виробництва різних товарів використовуються фактори у різних співвідношеннях, а також нерівномірною є факторонасиченість окремих країн [360].

Відповідно до теорії Гекшера–Оліна, «...країна експортуватиме ті товари, виробництво яких базується на інтенсивному використанні відносно надлишкових виробничих ресурсів, і відповідно імпортуватиме товари, виробництво яких характеризується інтенсивним використанням відносно дефіцитних виробничих ресурсів» [33]. Таким чином, за надлишковості певного фактора виробництва у будь-якій країні ціна на нього буде значно нижчою, ніж в інших країнах. А також відносна ціна на певний продукт, для виробництва якого цей дешевший фактор використовується більше, ніж інші, буде нижчою порівняно з іншими країнами. Саме таким чином виникають порівняльні переваги, які є визначальними для зовнішньої торгівлі.

Згідно з концепцією Гекшера–Оліна, країни експортують ті товари, на виробництво яких вони мають надлишкові фактори виробництва, і імпортують ту продукцію, для виробництва якої у них недостатньо ресурсів [324]. Однак промислово розвинені країни володіють виробничими ресурсами майже у рівних кількостях. Таким чином, на міжнародному ринку певне місце займає торгівля «схожими» товарами між «схожими» країнами.

У середині 50-х рр. XX ст. американський економіст російського походження Василь Леонт'єв (Wassily Leontief) емпірично перевінив основні положення концепції Гекшера–Оліна і отримав парадоксальні висновки [383; 384]. Він використав модель міжгалузевого балансу «затрати–випуск», що базувалася на економічних даних США за 1947 р. Результати дослідження В. Леонт'єва підтвердили, що в експорті товарів США переважає працемісткість, а в імпорті – капіталомісткість. Цей факт суперечив теорії Гекшера–Оліна і отримав назву «парадокс Леонт'єва». Це пояснювалося тим, що після війни у США надлишковим фактором виробництва був капітал, а заробітна плата була значно вищою. Крім того, цей парадокс у післявоєнний період спостерігався і в інших країнах, таких як Японія, Індія тощо.

Спроби пояснити «парадокс Леонт'єва» дали змогу розширити теорію Гекшера–Оліна. Зокрема, щодо неоднорідності факторів виробництва, особливо працемісткості, що значно відрізняється за рівнем кваліфікації. Так, для

промислово розвинених країн в експорті відображається надлишок висококваліфікованої робочої сили, а в країни, що розвиваються, експортують товари, виробництво яких потребує суттєвих затрат некваліфікованої праці. Крім того, важливе значення мають природні ресурси, необхідні для виробництва продукції у поєднанні з великою кількістю капіталу.

Таким чином, експорт із багатьох країн, що розвиваються, є капіталомістким, оскільки вони володіють великими запасами природних ресурсів, незважаючи на те, що для цих країн капітал не є надлишковим фактором. Потрібно враховувати також урядову зовнішньоторговельну політику кожної країни, яка може вводити обмеження на імпорт і заохочувати розвиток внутрішнього виробництва та експорт товарів, для виготовлення яких використовуються дефіцитні фактори виробництва.

За стрімкого розвитку науково-технічного прогресу відбуваються певні зміни у забезпеченні факторами виробництва. Так, із розвитком технологій виникають нові методи виробництва, що підвищують продуктивність праці, а також можливість отримання додаткового доходу від продажу ліцензій, патентів, копірайтів, товарних марок тощо. Такий підхід розширює концепцію Гекшера–Оліна. Таким чином, завдяки науково-технічному прогресу можна виявити зміни структури міжнародної торгівлі, що не вдалося б зробити завдяки статичній моделі Гекшера–Оліна.

Моделлю Гекшера–Оліна зацікавився американський економіст Пол-Ентоні Самуельсон (Paul Anthony Samuelson) і зробив певне уточнення, що отримало назву теореми Гекшера–Оліна–Самуельсона про вирівнювання цін на фактори виробництва [419]. Згідно з його твердженням, якщо торгуючі країни перебувають в однакових умовах економічної рівноваги за однакових відносних та абсолютних цін на кінцеві продукти, технології виробництва, то міжнародна торгівля вирівнює ціни на фактори виробництва.

Теорема Гекшера–Оліна–Самуельсона є одним із вагомих інструментів аналізу міжнародних економічних відносин, що доводить положення про загальну рівновагу, що передуює економічному розвитку.

У 1955 р. англійський економіст польського походження Тадеуш Рибчинський (Tadeusz Mieczyslaw Rybczynski) простежив, що стрімкий розвиток однієї галузі промисловості негативно впливає на розвиток іншої галузі. Свої спостереження він виклав у праці «Початковий запас факторів і відносні ціни товарів» в журналі «Економіка» («Economica») [417] і довів теорему про співвідношення зростання пропозиції фактора та збільшення виробництва. Згідно з цією теоремою збільшення пропозиції одного із факторів виробництва приводить до значного зростання виробництва і доходів у тій галузі, для якої цей фактор використовується більше, і до зменшення виробництва і доходів у галузі, де такий фактор застосовується менше.

Отже, теорема Рибчинського теж розширює теорію Гекшера–Оліна і згідно з нею розширення виробництва на експорт за допомогою фактора, що є в надлишку призведе до зменшення виробництва в інших галузях, для яких цей фактор дефіцитний. У цих галузях зросте потреба в імпорتنих товарах. І навпаки, розширення дефіцитного фактора виробництва скоротить потребу в імпорті.

Згодом у 1961 р. англійський економіст і вчений Майкл-Вівіан Познер (Michael Vivian Posner) висунув теорію технічного розриву [405]. Ця концепція є окремим випадком теорії Гекшера–Оліна з врахуванням технологічного фактора. Відповідно до теорії Познера, одна і та сама технологія часто не використовується одночасно в різних країнах, а для її переміщення від однієї країни до іншої має минути певний час. Отже, країна-власник певної технологічної інновації користується нею для виробництва продукції, тоді як інші країни в цей період не мають такого нововведення. Проте через деякий проміжок часу в інших країнах впроваджуються чи передаються такі інноваційні технології, тому технологічний розрив зменшується.

Окрім того, концепція технологічного розриву Познера не враховує те, що власник певної новітньої технології свідомо обмежує до неї доступ. Саме тому ця теорія набула подальшого розвитку в 1966 р. завдяки Реймонду Вернону (Raymond Vernon) і отримала назву теорії міжнародного життєвого циклу продукту [432]. Згідно з цією теорією упродовж життєвого циклу певного

продукту відбувається послідовна зміна його постачальників на міжнародний ринок [396]. Концепція Вернона віддзеркалювала реальні події 1960-х рр., коли розроблені у США товари поступово розповсюджувалися в інших країнах.

Відповідно до теорії міжнародного життєвого циклу продукту певні види продукції проходять чотирьох етапний цикл: впровадження, зростання, зрілість та занепад [210]; і виробництво певної продукції розповсюджується між країнами залежно від етапу циклу.

Перший етап (впровадження) базується на розробленні інноваційної технології як відповідь на виявлену потребу. Більшою мірою промислово розвинені країни є домінантними на цьому етапі, тому що існують певні причини, що цьому сприяють, зокрема такі: високі доходи, висока конкуренція, вимогливі споживачі, присутність учених, кваліфікованих інженерів, сучасного обладнання, технологій тощо.

Незважаючи на те, що теоретично будь-яку продукцію можна виробляти у будь-якій країні, проте на практиці виробництво продукції зосереджується у країнах, де ця продукція була розроблена, або в інших країнах зі схожим рівнем життя, оскільки після розроблення вона потребує вдосконалення.

Окрім того, більшість продажів певної продукції здійснюється на внутрішньому ринку, оскільки при її розробленні та виготовленні враховуються передусім внутрішні потреби, а не зовнішні.

Цей етап характеризується працемісткістю виробництва порівняно з іншими етапами. Виробничий процес протікає таким чином, щоб можна було вносити зміни під час виробництва продукції залежно від зворотної інформації, що надходить від споживачів. Відповідно збільшуються затрати праці порівняно з автоматизованим процесом виробництва, який є капіталомістким.

Другий етап (зростання) характеризується розширенням процесу виробництва за межі країни-розробника нововведення, тобто випуск продукції, крім вітчизняного виробництва, поширюється за кордон. Ураховуючи конкуренцію, цю продукцію може випускати також іноземний виробник, що є супротивником, незначно її змінивши, щоб обійти патентний захист. Беручи до

уваги, що у такій країні розширюється ринок нових товарів, цей товар модифікують під вітчизняних споживачів. Відповідно великі витрати на запуск виробництва, значні транспортні витрати та високі тарифи, випущена продукція практично повністю зосереджуються у тій країні, де створено нове підприємство.

Після збільшення збуту цієї продукції на багатьох ринках розпочинається процес стандартизації технології та обладнання. Виробництво продукції є працемістким.

Третій етап (зрілість) вирізняється вирівнюванням світового попиту на нову продукцію. Процес виробництва є настільки відпрацьованим, що не потребує додаткових знань для зменшення витрат. Таким чином, виробництво продукції у промислово розвинених країнах не має змісту, тобто воно переходить в інші країни, що мають змогу використовувати стандартну технологію з метою зменшення собівартості одиниці товару. А це приводить до збільшення збуту у слаборозвинених країнах.

Останній четвертий етап (занепад) визначається переходом процесу виробництва продукції у слаборозвинені країни, де є надлишок дешевої робочої сили, оскільки технологія та обладнання стають максимально вдосконаленими і не потребують виняткової кваліфікації. Ринки у промислово розвинених країнах ліквідовуються швидше, ніж у слаборозвинених. Причиною цього є заможність споживачів у промислово розвинених країнах, які охоче витрачають свій дохід на новіші товари, а їхні необхідні потреби у зрілому товарі задовольняються його імпортом із слаборозвинених країн.

Окрім того, що концепція міжнародного життєвого циклу продукту здатна пояснити закономірність розвитку зовнішньої торгівлі великої групи товарів, що є основною перевагою, ця теорія має також певні недоліки, а саме: по-перше, не враховується існування тих видів продукції, що не проходять усі етапи життєвого циклу (товари з надзвичайно коротким життєвим циклом, що унеможливають зменшення витрат за переходу виробництва з однієї країни в іншу; предмети розкоші, вартістю яких споживачі нехтують; товари із надто високими транспортними витратами, що зумовлює недоцільність їхнього

експорту незалежно від стадії життєвого циклу тощо); по-друге, ця концепція зафіксувала лідерство США у виробництві продукції, а також вказала на важливе місце у цьому країн Європи та Японії, що спричинило приреченість спроб слаборозвинених країн змінити власне становище у міжнародному розподілі праці.

Велика частка міжнародної торгівлі відбувається між «схожими» країнами, тобто між промислово розвиненими, що розташовані у помірному кліматі та з населенням, яке переважно здобуває вищу освіту. Попередньо розглянуті загальновідомі теорії міжнародної торгівлі базуються на відмінностях між країнами, а не на їхній подібності.

У 1961 р. шведський економіст Стефан Ліндер (Hans Martin Staffan Burenstam Linder) зробив спробу пояснити структуру торговельних потоків окремо взятої країни [385]. Його підхід вирізняється тим, що С. Ліндер здійснює аналіз міжнародної торгівлі лише з позиції попиту. Теорія Ліндера базується на тому, що уподобання споживачів певним чином визначаються рівнем їхніх доходів. Так, залежно від середнього доходу на душу населення конкретної країни можна визначити уподобання споживачів, а відповідно організацію попиту, що дасть змогу виробникам запропонувати затребувані товари.

Таким чином, відбувається зв'язок між доходом на душу населення певної країни та організацією виробництва певних товарів. Всі ці процеси відбуваються передусім на внутрішньому ринку країни і лише згодом, після розширення виробництва, переходять на зовнішній. Оскільки такий перехід відбувається на основі товару, що задовольняє потреби вітчизняного споживача, то й організація споживання країни-імпортера має бути подібною до організації країни-експортера. Отже, на відміну від теорії співвідношення факторів виробництва, не лише розбіжності, а й подібність між країнами може передувати виникненню торгівлі.

Концепція подібності країн базується на розробленні нової продукції для задоволення існуючих актуальних потреб споживачів на внутрішньому ринку і

переході на ринки, що є найбільш подібні до вітчизняного ринку. Ця теорія трактує міжнародну торгівлю здебільшого з позиції попиту, а не пропозиції.

Рівень торгівлі між країнами буде щораз вищим тоді, чим більше перетинатимуться організації попиту в країні-експортері та країні-імпортері, зміцнені високим рівнем доходу населення. Явище, що відкрив С. Ліндер, отримало назву «феномен перехресного попиту».

Здатність пояснити торгівлю між подібними країнами є основною перевагою теорії Ліндера.

Джагдиш Бхагваті (Jagdish N. Bhagwati) американський економіст індійського походження, теоретик і практик в області торгової політики, прихильник вільної торгівлі, консультант ВТО і ООН, досліджував питання взаємозв'язку протекціонізму і вільної торгівлі та факторів, що впливають на формування сучасної торговельної політики [9].

У 1963 р. вийшла одна із найважливіших його праць у післявоєнній теорії торгової політики – «Внутрішні викривлення, тарифи та теорія оптимальної субсидії» (Domestic Distortions, Tariffs, and the Theory of the Optimum Subsidy, 1963) [326]. Ця робота була написана у співавторстві із державним чиновником Шрі Рамасвами Венкатараман. До цього часу теоретично вільна торгівля піддавалась критиці. На думку Д. Бхагваті, вільна торгівля не може бути оптимальною поки в економіці країни є певні спотворення, які можна виправити ефективними політичними управлінськими рішеннями. У статті наводиться приклад про вплив на виробництво зовнішніх ефектів, тоді вільна торгівля дійсно може бути субоптимальною, але, якщо можна надати субсидію для розширення виробництва, яке і створює ці зовнішні ефекти, то вільна торгівля залишається найкращою політикою.

На початку 80-х рр. ХХ ст. Бхагваті багато часу присвятив дослідженню питання торгової політики. І в результаті вийшла друком його книга «Протекціонізм» (Protectionism, 1988) [369], в якій описується три визначальних фактора впливу на торгову політику – ідеї, інтереси та інституції. Бхаваті захищав концепції вільної торгівлі був противником регіональних торгових угод.

Для нього недискримінаційна лібералізація торгівлі значно важливіша регіональних торгових угод, за допомогою яких країни знижують бар'єри на користь деяких, але не всіх країн-партнерів.

Роботи Дж. Бхагваті з питань торгової політики відрізнялися перш за все тим, що вони ніколи не відповідали новомодним тенденціям. Він непохитно пропагував ідею вільної торгівлі, навіть тоді коли вона була немодною [9].

Наприкінці 80-х рр. XX ст. американський економіст та вчений, професор кафедри ділового адміністрування Гарвардської школи бізнесу Майкл-Юджин Портер (Michael Eugene Porter) упродовж кількох років досліджував десять країн, що відрізнялися економічним розвитком (Великобританію, Данію, Італію, Корею, Німеччину, Сінгапур, США, Швейцарію, Швецію та Японію), з метою виявлення причин виникнення конкурентної переваги у певних галузях та усвідомлення основних положень політики фірм і національної економіки [404]. Країни були відібрані таким чином, що кожна з них характеризувалася різними державною політикою щодо промисловості, географічним розташуванням, розміром, проте всі вони були конкурентоздатними у більш ніж 100 галузях економіки та індустрії.

Загалом М. Портер аналізував конкурентоспроможність галузей економіки за три періоди: у 1971, 1978 та 1985 р. Результатом проведеного дослідження є виникнення всеосяжної концепції конкурентної переваги країн, що отримала підтвердження достатньою кількістю фактів. Ця теорія демонструє залежність успішного функціонування фірм певної країни у конкретних галузях економіки від економічного середовища, політики, культурних цінностей і лідерів цієї країни. Згідно з теорією, для забезпечення успіху вітчизняної промисловості у міжнародній конкуренції потрібно враховувати характеристики нації.

Великий внесок у теорію міжнародної торгівлі зробив американський економіст Пол Кругман (Paul Krugman). Він опублікував дві праці – «Збільшення доходів, монополістична конкуренція та міжнародна торгівля» у 1979 р. [376] і «Масштабна економіка, диференціація продукції та структура торгівлі» у 1980 р. [377], за що отримав Нобелівську премію у 2008 р. П. Кругман показав, що в

галузях із монополістичною конкуренцією і позитивною віддачою збільшення обсягу ринку за здійснення міжнародної торгівлі приводить до зростання обсягу різних товарів, конкуренції, що здатні знизити виробництво і ціни для споживачів. Він розглянув дві умовні, абсолютно однакові країни, які за класичною теорією Д. Рікардо не мають торгувати між собою. І сукупний ринок виявився більшим, ніж сума ринків двох країн, тобто кількість фірм, а отже, різноманітність товарів, які вони виробляють, зростають, а ціна одиниці товару знижується.

Саме на цьому принципі будується сучасна торгівля між розвиненими країнами, наприклад, у Євросоюзі. П. Кругман розробив модель, згідно з якою виробники можуть впливати на ціну своїх товарів і забезпечувати збільшення обсягу продажів через зниження ціни.

Кельвін Джон Ланкастер (Kelvin John Lancaster), американський економіст австралійського походження, розвинув теорію, в якій споживання товарів і послуг розглядалося як їх виробництва, де окремі товари виступали у якості ресурсів із певними властивостями і характеристиками. Це була нова на той час теорія споживчого попиту і описана вона була у статті «Новий підхід до теорії споживання» (A New Approach to Consumer Theory, 1966) [378], яка згодом увійшла до книги «Споживчий попит: новий підхід» (Consumer Demands: A New Approach, 1971) [373]. Теорія Ланкастера відома як «характеристична» теорія поведінки споживача [327].

Модель поведінки споживача базується на основних принципах мікроекономічного моделювання і включає такі складові: мету, обмеження та вибір. Мету споживача визначає максимізація корисності, тобто одержання якнайбільшого задоволення від споживання певних благ. Обставини, що заважають споживачу отримати бажане – це обмеження, до складу яких входять ціни на товари і послуги та дохід споживача. Щодо вибору, то він полягає у обранні споживачем таких товарів і послуг, щоб максимально задовольнити свої потреби і при цьому врахувати дані обмеження [98].

К. Ланкастер висловив думку, що «характеристики» товарів можуть піддаватися об'єктивним змінам та їх можна описати фізичними термінами, а кожен окремий товар є не що інше, як сукупність цих об'єктивно змінених характеристик визначених у певних пропорціях. Саме завдяки такому припущенню К. Ланкастер зміг застосувати до споживання «аналіз активності», який раніше був застосований лише до виробництва. У результаті виникла теорія характеристик Ланкастера, яка базувалася на кривих байдужості і була так само науково обґрунтованою, як і теорія споживача. Як наслідок вчений отримав висновки, що ще не були раніше ніким озвучені. Наприклад, Ланкастер дійшов висновку, що зміна ціни на товар у досить великому діапазоні може не позначитися на активності споживача або, наприклад, нові товари можуть бути повністю витісненими із ринку в наслідок зміни ціни чи появи більш нових товарів, тобто період життя товару на ринку може бути дуже коротким. Проте теорія характеристик не була підтримана колегами Ланкастера та його послідовниками і не увійшла в жоден із підручників з економічної теорії.

Розглянувши традиційні теорії, розвиток міжнародної торгівлі умовно можна поділити на дві категорії: з позицій пропозиції та попиту (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Систематизація теорій міжнародної торгівлі з позицій пропозиції та попиту

Джерело: розроблено автором

Усвідомлення переваг і недоліків розглянутих теорій, а також їхня систематизація з позицій пропозиції та попиту є підґрунтям для оцінювання торгівлі, що дає змогу виявити основні показники для вимірювання і статистичного спостереження торгівлі. Крім того, важливим є той факт, що сучасна теорія міжнародної торгівлі приділяє однакову увагу і попиту, і пропозиції товарів.

1.2. Проблематика формування множин показників для вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн

Міжнародна торгівля як одна із основних сфер міжнародних економічних відносин є сукупністю зовнішньої торгівлі країн світу товарами, послугами і іншими продуктами інтелектуальної праці людства. Вона сьогодні впливає не лише на економічний розвиток і національний добробут населення окремої країни, а й на стан світової економіки загалом.

Міжнародна торгівля характеризує ступінь торговельно-економічного співробітництва між країнами-учасниками процесу обміну товарами, послугами та іншими атрибутами інтелектуальної праці населення, а це своєю чергою забезпечує існування світового ринку, що відображає товарно-грошові відносини між народами і залежить від різноманітних факторів праці, капіталу і виробництва. Тобто процеси обміну товарами на світовому ринку відображають інформацію про середню величину сукупного попиту і пропозиції. Це має зворотній вплив на національні ринки – країни-експортери здійснюють аналіз та переоцінку основних тенденцій світового ринку та адаптують виробництво своєї продукції під потреби споживачів.

Не так давно країни не могли ефективно використовувати виробничі потужності для створення конкурентоздатних товарів, оскільки в минулому не існувало системи оцінювання товарів для формування статистики міжнародної торгівлі. Країни користувалися власними результатами митної оцінки і це сформувало певний досвід для учасників світових економічних відносин, що

повинен бути врахований в подальшому при розробці критеріїв оцінки статистики торгівлі.

У 1947 р. було прийнято статтю VII Генеральної угоди з тарифів і торгівлі (ГАТТ) [245], що стало важливим етапом вироблення стандартів у митному підході до оцінювання торгівлі. При цьому учасники процесу домовилися про заснування митних оцінок ввезених в країну товарів за їх фактичними цінами та визнання такого положення для всієї продукції, з якої стягується мито чи інші збори і на які розповсюджуються ліміти на імпорт і експорт на основі вартості.

Наступним важливим кроком на шляху до стандартизації митної оцінки торгівлі була розробка у 1953 р. Брюссельського визначення вартості (БВВ). Далі в межах структури ГАТТ у 1981 р. прийняли інший підхід до оцінювання торгівлі названий Угодою про впровадження статті VII ГАТТ (1981), або Угодою про оцінку ГАТТ 1981 р.

Принципи такої оцінки були сформовані пізніше і у 1995 р. увійшли в Угоду про впровадження статті VII Генеральної угоди з тарифів і торгівлі 1994 року. Ця угода увійшла до складу Маракешької угоди про створення СОТ і є обов'язковою для виконання для всіх членів СОТ. За структурою Угода СОТ про оцінку торгівлі і Угода ГАТТ (1981) – ідентичні.

Сьогодні метод оцінювання, прийнятий у Угоді СОТ, застосовується до всіх товарних потоків і його рекомендовано прийняти як основу для оцінювання країнами своєї зовнішньої торгівлі. За угодою СОТ, регулюючи митну оцінку товарів, країнам дозволено враховувати або ні наступні компоненти [245]:

- вартість транспортних послуг, що затрачаються на перевезення імпортованих товарів до портів чи місця ввезення в країну;
- вартість, що покриває вантажно-розвантажувальні роботи та обробку, пов'язані із транспортуванням імпортованих товарів до порту чи місця ввезення в країну;
- вартість, що передбачають послуги страхування товарів.

Таким чином, згідно угоди СОТ при здійсненні торговельного співробітництва між країнами, учасники можуть надавати перевагу цінам ФОБ чи СІФ.

Для вирішення проблем із зіставністю статистики міжнародної торгівлі товарами, рекомендовано для ввезених товарів користуватися цінами СІФ, а для вивезених – ФОБ.

Хоча для учасників торгівлі обов'язковим є заповнення митних декларацій із зазначенням цін ФОБ чи СІФ, проте при оцінюванні торгівлі розробнику статистики не рідко доводиться перевіряти супровідні документи із метою встановлення вартості торговельної операції, визначення вартості страхівки тощо.

У міжнародних відносинах при доставці товарів можливі різні особливості. Для отримання рекомендованих оцінок ФОБ чи СІФ потрібно уважно перевіряти умови доставки товарів, що прописані у стандартах Міжнародної торгової палати. Також потрібно тісно взаємодіяти із тими, хто відповідає за збір первинної інформації для забезпечення використання методології щодо встановлення статистичної вартості продукції. Окрім того, береться до уваги, що митна вартість є основою для визначення статистичної вартості товару, якщо вона відповідає вимогам Угоди СОТ про оцінку. Проте, розробникам статистичних даних потрібно враховувати, що митна вартість товарів не завжди відповідатиме вимогам статистики.

Для аналітичних розрахунків можна використовувати ціни СІФ, однак для деяких цілей доцільним також буде використання цін ФОБ. Зокрема, для порівняння цін товарів з іншими на внутрішньому ринку можна застосувати ціни імпортованої продукції СІФ. Проте, оскільки ціни ФОБ складають єдину цінову основу для товарів та визначають кордон статистичної території країни-експортера як пункт для оцінки експорту та імпорту товарів, ціни ФОБ використовуються для визначення національних рахунків і платіжного балансу, а також для встановлення вартості страхівки, наприклад, пов'язаної із транспортними послугами необхідними для поставки товарів від місця його

експортування до місця його імпортування; оплата послуг не включається у вартість товару. Ціни ФОБ можуть бути враховані і при оцінці імпортних операцій, так як імпортування товарів країною *A* з країни *B* можна розцінювати як експортування товарів країною *B* до країни *A*.

Для отримання цін ФОБ, що беруть участь у формуванні статистики національних рахунків і платіжного балансу, країнам-учасникам міжнародних відносин, що використовують ціни СІФ для імпорту товарів, рекомендується деталізувати дані про транспортування та страхування окремо від вартості товарів та якомога повніше описувати інформацію про саму продукцію і партнерів, з якими ведеться співробітництво. За умови відсутності повноти даних можна використати опитування як один із методів збору інформації.

У міжнародній статистиці торгівлі відображаються дані про товари, більшість яких перетинають кордон внаслідок операцій купівлі–продажу. У договорі торговельної операції, окрім багато іншого, відображено вартість товару. Ця ціна хоча і не відображає усіх витрат пов'язаних із транспортуванням товару, проте є відправною точкою на шляху до визначення вартості операції купівлі–продажу, і вона відображена у відповідних торговельних документах. Загальна вартість торговельної операції залежить від опису та деталізації усіх умов доставки товару, прописаних у контракті.

Якщо ж вартість товару, зазначена у договорі не містить в собі потрібної інформації, розробники статистики використовують інші торговельні документи про перевезення товарів, їх страхування тощо.

Іноді при оцінці товарів під час здійснення торговельних операцій між учасниками міжнародних відносин виникають певні труднощі. Деякі з них пов'язані із складністю самої операції купівлі–продажу, а деякі – із особливими властивостями продукції. Також можливі випадки, коли торговельні операції не потребують оцінювання товарів учасниками торгівлі і не підкріплені рухом валюти чи кредитних коштів. У такому разі рекомендовано [245]:

- банкноти, цінні папери, монети, що ще не є випущеними державою, оцінювати не за їх номінальною вартістю, а за ціною, витраченою на друкування паперу чи штампування металу;
- оцінку носіїв інформації і програмного забезпечення, розроблених для загального або комерційного використання, здійснювати за повною вартістю оціненої користі від отримання певного виду даних, а не за ціною порожніх носіїв інформаційних ресурсів;
- оцінку товарів, що отримуються в результаті обробки, здійснювати, враховуючи валову вартість продукції і до, і після обробки;
- оцінку товарів для ремонту, проводити на основі вартості послуг за ремонтні роботи, вартості запасних частин та ін.

Прикладами торговельних операцій, що не потребують здійснення оцінки товарів при співробітництві між країнами-учасниками цього процесу і проходять без супроводу руху валюти чи кредитних коштів є:

- бартерні угоди без встановленої вартості товарів, проте із вказаною їх кількістю;
- гуманітарна допомога продуктами харчування, медикаментами чи іншими товарами;
- майно мігрантів;
- конфісковані товари;
- продукція, відправлена на обробку;
- надходження чи вилучення нереалізованої продукції, що перетинає кордон;
- подарунки від приватних осіб чи недержавних організацій;
- товари, що знаходяться на консигнації тощо.

У цих випадках вартість товарів встановлюється згідно Угоди СОТ про оцінку і перерахованими рекомендаціями щодо встановлення статистичної ціни на товари, враховуючи вартість здійснення аналогічних операцій чи розрахункову вартість товарів.

Для отримання достовірних даних при формуванні міжнародної статистики торгівлі товарами має велике значення належне їх оцінювання. Таким чином, повинна бути тісна взаємодія між організаціями, що причетні до збору статистичних даних щодо обігу товарів, для забезпечення достовірності отримання оцінки продукції усіх товарних груп, навіть тих, що належать до проблемних категорій.

Розкриваючи питання вираження вартості торговельних операцій, варто відзначити, що первинно вона може бути вираженою у багатьох валютах чи, дотримуючись певних стандартів вартості, в євро, наприклад. Проте, для формування країною якісної національної статистики, що дає змогу визначити торговельні потоки та від чого безпосередньо залежить складання національних рахунків і платіжного балансу, розробники міжнародної статистики наполягають на конвертації вартості експортно-імпортних операцій в базову одиницю обліку, значно стабільнішої у тих випадках, коли національна валюта не стійка відносно інших. Це забезпечує зменшення впливу зміни курсу валют, в яких обліковуються торговельні операції, на їх вартість на міжнародному ринку.

Користуючись Угодою СОТ про оцінку, учасникам торгівлі рекомендовано [245]:

- для визначення митної вартості товару здійснювати конвертацію валюти за допомогою обмінного курсу країни-імпортера, що встановлений компетентними державними органами і ефективно відображає поточну вартість валюти при здійсненні торговельних операцій у валюті країни-імпортера відносно певного періоду, що охоплює встановлення цього обмінного курсу;
- встановити діючі обмінні курси валют на момент ввезення чи вивезення товарів для кожної країни-учасниці міжнародної торгівлі.

Трапляються ситуації, коли є курси і продажу, і купівлі валют, при чому, вони можуть бути як офіційно встановлені, так і ринкові; тоді рекомендовано використовувати їх середній курс так, щоб можливо було виключити оплату послуг обміну валюти. Коли на дату ввезення чи вивезення товару не

встановлено обмінний курс, використовують середній за найближчий період до дати здійснення операції.

Є країни, для яких діючим є режим застосування множинних обмінних курсів валют. Наприклад, залежно від категорії товарів надають перевагу різним обмінним курсам, підтримуючи одні операції та знецінюючи інші. У цьому разі рекомендовано реєструвати торговельні операції із використанням фактичного курсу обміну валюти, що застосовано до кожної конкретної операції і з деталізацією опису офіційного курсу, за яким здійснювався обмін кожної із валют.

Окрім того, не слід упускати із виду застосування паралельних курсів валют чи курсів чорного ринку. Такі операції варто обліковувати окремо від операцій із застосуванням офіційних курсів, а статисти повинні якісно оцінити обмінний курс, що використовується при здійсненні операцій купівлі–продажу на таких ринках і враховувати його при конвертації валюти.

Таким чином, оцінка вартості експортно-імпортних операцій залежить від коливань внутрішніх цін, ринкової кон'юнктури тощо. Товари оцінюють за контрактними цінами із врахуванням фактичних. Якщо при здійсненні торговельних операцій були задіяні брокери, від вартості товарів віднімають брокерську комісію.

Існує система показників міжнародної торгівлі, що полегшує завдання її оцінювання, вимірювання та статистичного обліку.

До основних абсолютних показників міжнародної торгівлі відносять:

- загальний імпорт, загальний експорт – це дані, що характеризують суму обсягів ввезеної іноземної продукції на митні склади, відкриті порти, вільні зони не залежно від подальшої долі цих товарів та відповідно суму обсягів вивезених вітчизняних товарів за звітний період;
- прямий, побічний транзит – неоплачене чи оплачене відповідно ввезення товарів в країну з метою подальшого їх вивезення; різниця між прямим і побічним транзитом полягає в тому, що перший

здійснюється за допомогою національного транспорту через територію країни без зупинок та з уникненням митних складів, натомість другий – проходить митні склади і в подальшому вивозиться за кордон без переробки товарів; прямий транзит не враховується в імпорті транзитної країни;

- спеціальний імпорт – це обсяг загальних імпортних операцій за мінусом побічного транзиту, що складається із ввезених іноземних товарів для внутрішніх споживачів, для переробки товарів на території країни, що призначені для внутрішнього використання, розміщення продукції на митних складах країни; оскільки не всі товари, що потрапляють на внутрішній ринок реалізуються чи зазнають переробки, а можуть також експортуватися, їх називають націоналізованими товарами, включають до складу спеціального експорту, хоча це і впливає на недостовірність формування статистичної інформації щодо загального обсягу зовнішньоторговельного обороту та його структури;
- спеціальний експорт – це обсяг вивезених товарів національного та іноземного виробництва, що були перероблені на території країни і певних змін зазнали властивості чи якості цих товарів;
- реекспорт – частина загального експорту, якщо розглядати його у сукупності з експортом національних товарів; реекспорт складається із обсягу вивезених націоналізованих іноземних товарів, що зупинялися на митних складах, вільних зонах, портах тощо; іншими словами, це побічний імпорт, коли перепродають товари імпортовані іншій країні;
- чистий експорт – це додатне значення різниці між експортом та імпортом у натуральному виразі;
- чистий імпорт – це додатне значення різниці між імпортом та експортом в натуральному виразі.

Виражені у вартісному значенні чистий експорт та чистий імпорт складають сальдо зовнішньоторговельного балансу. Кожна країна щорічно розраховує цей показник на основі статистичних даних обсягів експорту та імпорту, щоб розуміти як співвідносяться показники ввезення і вивезення товару.

Сальдо зовнішньоторговельного балансу може бути додатнім або активним за умови переважання обсягів експорту над обсягами імпорту і від'ємним або пасивним у разі протилежної тенденції.

Активний зовнішньоторговельний баланс свідчить про стабільну економічну ситуацію в країні. Щодо пасивного балансу, це характеризує економічний розвиток країни не з кращої сторони та свідчить про наявність певних труднощів.

Також розрізняють поняття нульового, чистого сальдо або нетто-балансу, що спостерігається при умові рівності експорту та імпорту протягом певного періоду часу.

Оборот міжнародної торгівлі дорівнює сумі експорту (імпорту) усіх країн світу і обчислюється за формулами:

$$O = \sum_{i=1}^n E_i ,$$

$$O = \sum_{i=1}^n I_i ,$$

де E_i – експорт i -ої країни світу, I_i – імпорт i -ої країни світу, n – кількість країн світу.

Даний підхід виключає повторний рахунок, оскільки експорт однієї країни є одночасно імпортом іншої. Окрім того, оборот міжнародної торгівлі, розрахований як сума імпорту, обчислюється в цінах СІФ, а як сума експорту – в цінах ФОБ. Тому світовий імпорт завжди вважається більшим за експорт, а сальдо міжнародної торгівлі завжди від'ємне.

Якщо ж розглядати зовнішньоторговельний оборот для кожної окремої країни, то він дорівнює сумі обсягів експорту та імпорту:

$$O = E + I,$$

де O – зовнішньоторговельний оборот;

E – експорт країни;

I – імпорт країни.

Цей показник розраховують в поточних і в порівняльних цінах.

Зовнішньоторговельний баланс окремої країни визначається різницею між експортом і імпортом:

$$B = E - I,$$

де B – зовнішньоторговельний баланс окремої країни;

E – експорт країни;

I – імпорт країни.

Показник генеральної торгівлі, характеризується сумою експорту, імпорту у вартісному обсязі та транзитних товарів, що перевозяться через територію країни і розраховується за формулою:

$$GT = E + I + T,$$

де GT – показник генеральної торгівлі;

E – експорт країни у вартісному вираженні;

I – імпорт країни у вартісному вираженні;

T – транзитні товари, що перевозяться через територію країни.

Абсолютні показники використовують для розрахунку відносних показників торгівлі. Розглянемо основні:

- коефіцієнт покриття імпорту експортом, що використовується для оцінювання збалансованості зовнішньої торгівлі країни, його значення може бути більшим або меншим, ніж 100%, залежно від додатного чи від'ємного сальдо торговельного балансу, і розраховується цей коефіцієнт за формулою:

$$K_{\Pi} = \frac{E}{I} \cdot 100\%;$$

- коефіцієнт внутрішньовидової міжнародної спеціалізації країни, що визначає чи країна є імпортером (граничне значення -100%), чи

експортером (граничне значення +100%) певного товару чи послуги і обчислюється за формулою:

$$K_{M.C.} = \frac{E - I}{E + I} \cdot 100\%;$$

- коефіцієнт експортної спеціалізації країни певних товарів чи послуг, що дає змогу оцінити ступінь участі країни у міжнародному розподілі праці, розраховується за формулою:

$$K_{E.C.} = \frac{E_k}{E} : \frac{\sum_{k=1}^m E_k}{\sum E} = \frac{d_{kj}}{d_k},$$

де E , E_k – загальний обсяг експорту країни та обсяг експорту k -го товару чи послуги відповідно;

$\sum E$, $\sum_{k=1}^m E_k$ —обсяг світового експорту та експорт k -го товару

чи послуги відповідно;

m – кількість товарів чи послуг у загальній структурі торгівлі;

d_k , d_{kj} – відповідно частка k -го товару чи послуги в обсязі світового експорту та конкретної країни j .

Цей коефіцієнт може набувати значень >1 , тоді робимо висновок, що країна спеціалізується на виробництві й експорті цього товару чи послуги на міжнародному ринку, якщо розглядати імпорту – країна є чистим споживачем певного товару чи послуги або <1 .

Для оцінки участі країни у міжнародних економічних відносинах розраховують ще такі відносні показники, як: частка експорту у ВВП, частка експорту у сумі світового товарообігу, частка імпорту в обсязі національного споживання, всього та за окремими товарними групами. Також для дослідження динамічних трансформацій показників зовнішньоекономічної діяльності країни використовують індекси фізичного обсягу зовнішньоторговельного обороту, індекси цін експорту й імпорту, індекси умов торгівлі тощо.

У міжнародній статистиці широкого використання набули показники, що характеризують зовнішньоторговельний оборот країни. Як правило, користуються абсолютними показниками, які вимірюються або у натуральних фізичних одиницях, або у вартісних. Описуючи натуральні фізичні одиниці вимірювання, варто відмітити, що виділяють три види ваг, а саме: брутто, нетто та нетто-легальна. Конкретизуючи кожен із них, зазначимо, що брутто – це вага товару із тарою, нетто – чиста вага товару без тари, а нетто-легальна – це різниця між вагою брутто і певними нормами знижок, які діють на тару. Останній показник застосовують у випадках, коли товар не можливо відділити від тари. У міжнародному торговельному співробітництві найбільш застосовуваним є вага нетто.

Для формування міжнародної статистики торгівлі також важливим є період, протягом якого ведеться облік зовнішньоторговельного обороту, зокрема, мова йде про календарний період і тут не береться до уваги дата підписання документу, згідно якого товар ввозять чи вивозять. Щодо самого обліку зовнішньоторговельного обороту, то статистика за цим показником збирається з урахуванням і чітким зіставленням із торговельними угодами та планами багатосторонніх інтеграційних дійсств країн світу. Окрім того, при вивченні статистичних даних за цим показником обов'язково враховують країну виробництва товару з метою вивчення напрямів розвитку зовнішньоекономічних зв'язків держав, визначення орієнтирів розподілу ресурсів і зростання національного виробництва; а також важливою є оцінка частки зовнішньої торгівлі певної країни, її участь у міжнародному розподілі праці, окреслення пріоритетів і можливостей формування обсягів експорту й імпорту, враховуючи товарну структуру торгівлі та ін.

Враховуючи, що товари, які обліковуються при розробці міжнародної статистики торгівлі, можуть купуватися і продаватися декілька разів, встановлені певні правила для відображення цього факту, зокрема, облік товарів відбувається в контексті або країна-виробник – країна-споживач, або країна відвантаження – країна постачання, або країна-покупець – країна-продавець.

Також при оцінюванні міжнародної торгівлі країн важливими є вартісні та кількісні індекси умов торгівлі країн, що відображають ступінь виграшу чи втрати у зовнішній торгівлі з іншою країною за певний період часу залежно від зміни вартості чи кількості товару [205]. Ці індекси дають змогу кількісно розрахувати відносні переваги чи недоліки економічного розвитку країни у сфері торгівлі, конкретизуючи торговельне співробітництво між певними країнами, деталізуючи вид діяльності чи товарну групу. Індекси умов торгівлі призначені для вимірювання відносної динаміки експортних цін протягом певного періоду і потрібні для оцінювання зовнішньої торгівлі країни; вони обчислюються як співвідношення середньої виручки, отриманої від експорту товарів і середніх витрат, здійснених на імпорт товарів протягом певного часу. Вартісні та кількісні індекси умов торгівлі обчислюються за формулами [205]:

$$T_P = \frac{I_{PE}}{I_{PI}},$$

де T_P – вартісні умови торгівлі;

I_{PE} – зведений індекс середньої ціни експорту за поточний період порівняно з базисним періодом;

I_{PI} – зведений індекс середньої ціни імпорту за поточний період порівняно з базисним періодом;

$$T_Q = \frac{I_{QE}}{I_{QI}},$$

де T_Q – кількісні умови торгівлі;

I_{QE} – індекс фізичного обсягу експорту за поточний період порівняно з базисним періодом;

I_{QI} – індекс фізичного обсягу імпорту за поточний період порівняно з базисним періодом.

Індекси умов торгівлі можуть набувати значень більше 1, що свідчить про покращення умов торгівлі порівняно з базисним періодом, менше 1, що вказує

на погіршення умов торгівлі, або дорівнювати 1, що характеризує незмінність ситуації.

Окрім вартісних і кількісних індексів умов торгівлі виділяють ще факторні умови торгівлі, тобто такі відносні показники, що пов'язують імпорتنі ціни і продуктивність факторів виробництва. Іншими словами, ці індекси характеризують кількість імпорту отриману внаслідок зростання кожної одиниці продуктивності при веденні експортної діяльності. Розглянемо однофакторні та двофакторні умови торгівлі.

Індекс однофакторних умов торгівлі вказує на те, яку кількість імпорту отримає країна за вкладену одиницю внутрішнього фактору виробництва в експорт. Цей показник обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ОФ}} = \frac{I_E}{I_I} \cdot Z_E$$

де $T_{\text{ОФ}}$ – однофакторні умови торгівлі;

I_E – індекс експортних цін;

I_I – індекс імпорتنих цін;

Z_E – індекс продуктивності експортних галузей країни.

Своєю чергою

$$I_E = \sum_{i=1}^n x_i p_i ,$$

де x_i – частка кожного i -го товару в сумарній вартості експорту в базисному році;

p_i – відношення поточної ціни i -го товару до його ціни в базисному році;

n – кількість товарів у структурі торгівлі;

$$I_I = \sum_{i=1}^n y_i p_i ,$$

де y_i – частка кожного i -го товару в сумарній вартості імпорту в базисному році;

p_i – відношення поточної ціни i -го товару до його ціни в базисному році;

n – кількість товарів у структурі торгівлі.

Також обчислюють індекс двофакторних умов торгівлі, що характеризує скільки одиниць внутрішніх факторів у експорті країни обмінюється на одиницю закордонних факторів у імпорті. Цей показник обчислюють за формулою:

$$T_{ДФ} = \frac{I_E}{I_I} \cdot \frac{Z_E}{Z_I} \cdot 100$$

де $T_{ДФ}$ – двофакторні умови торгівлі;

Z_I – індекс продуктивності імпорту.

На індекси умов торгівлі надзвичайний вплив має попит і на міжнародному, і на внутрішньому ринках, а також значно залежать від змін у виробничому секторі країни та ін.

Для того, щоб певним чином дати оцінку залученості країни у міжнародні економічні відносини застосовують ще один відносний показник – коефіцієнт диверсифікації. Розрізняють абсолютний рівень диверсифікації та інтегральний показник диверсифікації виробництва. Перший характеризується питомою вагою кількості галузей виробництва, що виготовляють певну продукцію на продаж, у загальній кількості галузей основного виробництва чи вертикально інтегрованих галузей, чи вертикально неінтегрованих галузей. Натомість другий – визначає не лише кількість галузей виробництва, а й їх внесок у формування фінансового доходу підприємства [165].

Для розрахунку інтегрального показника диверсифікації виробництва існують різні методичні підходи. Наприклад, для оцінювання аграрних та переробних підприємств поширеним є використання зворотного індексу Герфіндала–Гіршмана (Herfindahl–Hirschman Index). Цей показник визначає кількість галузей і нерівність їхніх часток, враховуючи рівень концентрації [165] і обчислюється за формулою:

$$H = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

де H – індекс диверсифікації;

P_i – частка i -го виду товару чи послуги у загальному обсязі товарів чи послуг відповідно;

n – кількість видів товарів чи послуг у структурі торгівлі.

Залежно від значення індекса диверсифікації приходять до результативних висновків, зокрема, якщо значення індекса наближається до 0, це свідчить про те, що дослідження здійснюється в межах однієї галузі. Якщо ж значення індекса ближче до 1, спостерігаємо рівномірність розподілу зусиль між декількома галузями.

Уваги заслуговують також коефіцієнти економічної ефективності зовнішньої торгівлі країни. Розрізняють показники економічної ефективності експорту й імпорту, економічної ефективності зовнішньоторговельного обороту, коефіцієнти бюджетної ефективності експорту, імпорту та індекс ефекту державного бюджету від зовнішньоторговельного товарообміну тощо.

Так, для розрахунку показника визначення економічної ефективності експорту, користуються формулою [75]:

$$E_B = \frac{B_E}{C_T + T_P + O_P},$$

де E_B – базовий коефіцієнт ефективності експорту;

B_E – виторг від експорту;

C_T – собівартість товару;

T_P – транспортні витрати;

O_P – організаційні витрати.

Як правило, для підтвердження економічної ефективності експорту значення коефіцієнта повинно бути більшим 1, і чим вищий цей показник, тим ефективніша експортна діяльність.

Щодо показника ефективності імпорту, він обчислюється за формулою [75]:

$$I_B = \frac{O_{II}}{B_I},$$

де I_B – базовий коефіцієнт ефективності імпорту;

O_{II} – обсяг випущеної продукції у внутрішніх середньорічних цінах;

B_I – витрати на імпорт.

Показник ефективності зовнішньоторговельного обороту належить до показників, що характеризують рентабельність торгівлі і обчислюється за формулою:

$$FTT_B = \frac{B_I}{B_E},$$

де FTT_B – базовий коефіцієнт ефективності ефективності зовнішньоторговельного обороту;

B_I – витрати на національне виробництво імпортованих товарів;

B_E – національні витрати на виробництво експортної продукції.

Якщо витрати на вітчизняний експорт менші, ніж витрати на власне виробництво імпортованих товарів і країна бере участь у міжнародному товарообміні, то вона значно економить працю свого населення.

Для розрахунку коефіцієнтів економічної ефективності зовнішньої торгівлі країни надзвичайно важливими є достовірність інформації, вирішення проблеми зіставлення витрат і результатів виробничої діяльності, а також зіставлення цих показників у грошових одиницях вимірювання із єдиною базою порівняння тощо.

При оцінюванні міжнародної торгівлі ще користуються показником валютної ефективності експорту, що розраховується як відношення валютної виручки від експорту до вартості експортованої продукції у цінах виробника:

$$E_B = \frac{B_{BE}}{BE},$$

де E_B – коефіцієнт валютної ефективності експорту;

B_{BE} – валютна виручка від експорту;

BE – вартість експортованої продукції у цінах виробника.

Аналогічним чином розраховують показник валютної ефективності імпорту:

$$I_B = \frac{B_{BI}}{BI},$$

де I_B – коефіцієнт валютної ефективності імпорту;

B_{BI} – валютна виручка від реалізації імпортованої продукції всередині країни;

BI – валютні витрати на придбання імпортованої продукції.

Завдяки цим коефіцієнтам можна визначити рівень валютної ефективності певного товару, а також ці показники дозволяють встановити купівельну спроможність національної валюти порівняно з іноземною.

Щодо бюджетної ефективності експорту й імпорту, то ці показники розраховують у вигляді зіставлення вартості експортованих та імпортованих товарів чи послуг у зовнішньоторгових і внутрішніх цінах. Зокрема,

$$E_e^{\delta} = \frac{B_{BE}}{C_E},$$

де E_e^{δ} – коефіцієнт бюджетної ефективності експорту;

B_{BE} – валютна виручка від експорту;

C_E – відпускна ціна промисловості продукції, що експортується.

Аналогічно

$$I_e^{\delta} = \frac{C_I}{BI},$$

де I_e^{δ} – коефіцієнт бюджетної ефективності імпорту;

C_I – ціна поставки імпортованої продукції на внутрішній ринок країни;

BI – валютні витрати на придбання імпортованої продукції.

Коефіцієнт ефективності державного бюджету від зовнішньоторговельного товарообміну розраховують, користуючись формулою:

$$FTT_e^{\delta} = (C_I - C_E) + k_B(B_{BE} - BI),$$

де FTT_e^{δ} – коефіцієнт ефективності державного бюджету від зовнішньоторговельного товарообміну;

C_I – ціна поставки імпортованої продукції на внутрішній ринок країни;

C_E – відпускна ціна промисловості продукції, що експортується;

k_B – валютний коефіцієнт конвертації іноземної валюти в національну;

B_{BE} – валютна виручка від експорту;

BI – валютні витрати на придбання імпортованої продукції.

Усі вищеперераховані показники є значимими при оцінюванні ефективності торговельних операцій за попередні періоди та плануванні зовнішньоекономічної діяльності країни на майбутнє. Адже якісна оцінка поточного стану економічного розвитку країни у сфері торгівлі спонукає до стимулювання підвищення продуктивності національного виробництва, а отже, і до зростання конкурентоспроможності держави на міжнародному ринку.

Наступним показником, вартим уваги, є індекс концентрації експорту або більш відомий, як індекс Гіршмана (Hirschman Index), що демонструє різноманітність експортованих країною товарів. Для його розрахунку користуються формулою [206]:

$$H_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{239} \left(\frac{X_i}{X} \right)^2} - \sqrt{\frac{1}{239}}}{1 - \sqrt{\frac{1}{239}}},$$

де H_j – індекс концентрації експорту країни;

j – індекс країни;

239 – кількість видів продукції за класифікацією ООН;

i – індекс товару, $i = \overline{1, 239}$;

X_i – вартість експорту i -го товару країною j ;

X – загальна вартість експорту країни j , причому

$$X = \sum_{i=1}^{239} X_i.$$

Значення індекса Гіршмана можуть коливатися від 0 до 1. Зокрема, чим ближче значення показника до 0, тим позитивніше характеризується концентрація експорту країни, тобто мова йде про широкий спектр експортованих товарів, і навпаки, чим значення наближеніше до 1, тим обмеженішою є група експортованих країною товарів.

Також достатньо відомим у міжнародній торгівлі є індекс географічної концентрації експорту чи імпорту товару або індекс Герфінделя–Гіршмана (Herfindahl–Hirschman Index або ННІ), що визначає стан певного товару на міжнародному ринку за кількістю експортерів чи імпортерів відповідно та питомою вагою основного експортера чи імпортера. Цей індекс розраховують за формулою [206]:

$$S_k = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i^k}{X^k} \right)^2},$$

де S_k – індекс географічної концентрації експорту чи імпорту товару k ;

k – індекс товару, $k = \overline{1, n}$;

n – кількість країн, що експортують чи імпортують товар k ;

X_i^k – обсяг експорту чи імпорту товару k країною i ;

X^k – обсяг світового експорту чи імпорту товару k .

Чим більшим є кількість експортерів чи імпортерів певного товару або чим меншою є частка основного експортера чи імпортера товару, тим нижчим буде значення індекса Герфінделя–Гіршмана, і навпаки.

Не менш важливими при оцінюванні і міжнародної торгівлі, і зовнішньої торгівлі країни є показники структури експорту й імпорту. Товарна структура торгівлі визначається частками структурних компонент у загальному обсязі торговельних операцій. Таким чином, здійснюється систематизація товарів за певними ознаками і на основі чітких правил класифікації формуються товарні групи для всієї продукції, що бере участь у торговельних відносинах між країнами-учасниками цього процесу в міжнародному просторі.

Для дослідження та оцінювання міжнародної торгівлі, користуються такими відносними показниками, що характеризують інтенсивність торгівлі, як зовнішньоторговельна квота, експортна квота, імпортна квота, обсяг експорту, імпорту, зовнішньоторговельного обігу на душу населення, інтенсивність внутрішньогалузевої торгівлі між країнами тощо.

Так, зовнішньоторговельна квота визначає співвідношення між вартістю торговельних операцій країни та ВВП. Для розрахунку цього показника користуються формулою:

$$K_{зТ} = \frac{0,5 \cdot (E + I)}{GDP} \cdot 100\%,$$

де $K_{зТ}$ – зовнішньоторговельна квота;

E – обсяг експорту країни за певний період часу;

I – обсяг імпорту країни за певний період часу;

GDP – валовий внутрішній продукт країни за певний період часу.

Експортна квота характеризує співвідношення між обсягом виробництва та експортом певних товарів і обчислюється за формулою:

$$K_E = \frac{E}{GDP} \cdot 100\%,$$

де K_E – експортна квота;

E – обсяг експорту країни за певний період часу;

GDP – валовий внутрішній продукт країни за певний період часу.

Імпортна квота описує значення загального імпорту національної економіки або окремих галузей, розраховується у вартісних чи натуральних одиницях вимірювання і розраховується за формулою:

$$K_I = \frac{I}{GDP} \cdot 100\%,$$

де K_I – імпортна квота;

I – обсяг імпорту країни за певний період часу;

GDP – валовий внутрішній продукт країни за певний період часу.

Щодо показників обсягів експорту, імпорту, зовнішньоторговельного обігу на душу населення, вони виражають результативність міжнародної торгівлі і для їх обчислення користуються формулами:

$$E_{\partial} = \frac{E}{Pop};$$

$$I_{\partial} = \frac{I}{Pop};$$

$$FTT_{\partial} = \frac{FTT}{Pop};$$

де E_{∂} – експорт на душу населення;

I_{∂} – імпорт на душу населення;

FTT_{∂} – зовнішньоторговельний оборот на душу населення;

E – обсяг експорту країни за певний період часу;

I – обсяг імпорту країни за певний період часу;

FTT_{∂} – зовнішньоторговельний оборот країни за певний період часу;

Pop – чисельність населення країни за певний період часу.

Показник внутрішньогалузевої торгівлі між країнами показує наскільки сильно розвинутою є внутрішньогалузевої торгівлі тим чи іншим товаром або послугою. Цей індекс дістав назву в честь двох економістів Герберта Грубеля і Пітера Ллойда (Grubel–Lloyd Index), що опублікували методику його розрахунку у 1971 році [354]:

$$GL_i = \frac{(E_i + I_i) - |E_i - I_i|}{E_i + I_i} \cdot 100\%;$$

де GL_i – індекс внутрішньогалузевої торгівлі між країнами;

E_i – обсяг експорту певного товару чи послуги за певний період часу;

I_i – обсяг імпорту певного товару чи послуги за певний період часу;

Користуючись подібною формулою, можна також обчислювати середній рівень інтенсивності внутрішньогалузевого обміну серед галузей даної країни (групи країн):

$$\overline{GL_i} = \sum_{i=1}^n \frac{(E_i + I_i) - |E_i - I_i|}{E_i + I_i} \cdot 100\%,$$

де i – індекс галузі чи країни, $i = \overline{1, n}$;

n – кількість країн чи галузей.

Тим не менше, сьогодні існує проблема вимірювання зовнішньої торгівлі, що є однією з основних, як у методологічному, так і у практичному аспектах. Постає необхідність подальшого поглиблення теоретичних досліджень, так як

вирішення цієї проблеми є надзвичайно важливим для розв'язування практичних задач зовнішньоторговельної політики. Зовнішню торгівлю будемо розглядати як торгівлю однієї країни з іншими, що складається з експорту та імпорту товарів і послуг. Зовнішня торгівля має велике значення для економіки кожної країни, і правильне її ведення зумовлює загальне економічне зростання.

Однією із проблем вимірювання економічних процесів є їх динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків. Тобто економічні процеси необхідно завжди тримати під наглядом, потрібно мати стійкий потік нових даних. Існує велика кількість способів, методів, теорій оцінки та аналізу в економіці, проте вимірювання ознак об'єкта поділяють на дві групи: натуральні величини ознак і вартісні ознаки об'єкта, не кількісні ознаки. Окрім того, за процедурою вимірювання розрізняють перший рівень – етап формування первинних даних, і другий рівень, коли обчислюються похідні показники. Розглянуті дві процедури вимірювання (натуральних і вартісних елементарних ознак об'єкта) утворюють етап первинного вимірювання та є предметом управлінського обліку. За результатами первинного вимірювання складають базу даних, на основі якої виконують процедури вторинного вимірювання для подальшого дослідження об'єкта. Саме ці ознаки нас найбільше будуть цікавити при вимірюванні зовнішньої торгівлі країни.

Під вимірюванням зовнішньої торгівлі країни будемо розуміти упорядкування, зіставлення основних показників зовнішньої торгівлі, що характеризують ведення зовнішньоторговельної політики та її наслідки для економіки цієї країни.

Існує багато різних класифікацій та систем основних показників зовнішньої торгівлі, однак визначальними серед них є обсяги експорту та імпорту, що складають основу для розрахунку інших показників розвитку зовнішньої торгівлі.

Отже, підсумовуючи вищеописану інформацію, зазначимо, що міжнародна торгівля утворюється завдяки двом зустрічним потокам товарів і послуг, а саме: експорту й імпорту.

Згідно із визначенням статистичної комісії ООН до експорту будемо відносити:

- вивезення за кордон товарів, виготовлених у країні, вирощених чи добутих певним чином та товарів, ввезених раніше і перероблених на території митниці;
- вивезення раніше завезених товарів, що були перероблені під контролем митних органів;
- вивезення раніше завезених товарів, що не були перероблені у країні експорту, також сюди ж відносять вивезення продукції із територій вільних зон та приписних складів.

До імпорту віднесемо:

- ввезення товарів з-за кордону у країну із країни-виробника чи із країни-посередника з метою особистого споживання, для промислових, будівельних, сільськогосподарських чи інших цілей, або для переробки з метою споживання усередині країни, або ж для вивезення товару з неї;
- ввезення товарів з-за кордону з вільних зон чи приписних складів;
- ввезення вітчизняних товарів з-за кордону раніше вивезених, що не були переробленими;
- ввезення товарів з-за кордону для переробки під контролем митних органів.

Статистичні дані із зовнішньої торгівлі містять інформацію про кількість і вартість експорту та імпорту, про сальдо зовнішньоторговельних балансів тощо.

Експорт і імпорт, обчислені в грошовому виразі, є основними економічними показниками при розрахунку середніх цін, ефективності зовнішньої торгівлі, визначається сальдо зовнішньоторговельного балансу, а також роль та місце, що відводиться зовнішній торгівлі в платіжному балансі країни.

Якщо при розрахунку експорту та імпорту статистично враховуються їх вартісні показники, то виникає проблема валюти та валютних паритетів. Для

розрахунку вартісних показників використовується національна валюта, а потім розрахунки конвертують в долари США для того, щоб можна було здійснити міжнародне порівняння. Деякі країни, насамперед ті, що мають високий рівень інфляції, проводять розрахунки експорту та імпорту відразу в доларах США.

До статистики зовнішньої торгівлі надходять дані з двох основних підрозділів (рис. 1.2): статистики зовнішньої торгівлі товарами та статистики зовнішньої торгівлі послугами.



Рис. 1.2. Інфраструктура забезпечення вимірювань зовнішньої торгівлі

Джерело: розроблено автором

Використовуючи спеціальну методологію, розроблено особливі методи приведення різноманітних показників національної вихідної статистичної інформації до зіставного виду на основі вироблення однакового кількісного і

якісного вираження зіставляваних показників і їх змісту в однакових одиницях виміру. Важливим завданням міжнародної статистики є упорядкування інформації про різні аспекти міжнародних процесів з метою виявлення загального стану та головних наслідків процесу, а також структури економіки, що досягається за допомогою класифікацій. Класифікації як найважливіший і один із складніших елементів, особливо при міжнародних зіставленнях даних, є другим після спостереження етапом економіко-статистичних досліджень.

У міжнародній статистиці торгівлі саме статистика міжнародної торгівлі товарами є більш розвиненою, ніж статистика міжнародної торгівлі послугами. Вона займається вивченням основних напрямів розвитку міжнародної торгівлі товарами, досліджує основні зміни, що відбуваються у структурній динаміці світового експорту за видами товарів, за територіями, оцінює як змінюються і під впливом чого формуються ціни, спостерігає за фізичними обсягами експорту й імпорту, слідкує за станом торговельного балансу, умовами торгівлі тощо.

Маючи ці дані, можна з'ясувати результати розвитку країни, розвитку міжнародних економічних зв'язків з іншими країнами, темпи зростання експорту, імпорту та товарообороту. За допомогою статистики зовнішньої торгівлі складають платіжний баланс і розробляють основні напрями та цілі зовнішньоекономічної політики. Окрім того, незважаючи на багатоплановість заходів регулювання зовнішньої торгівлі, важливе місце посідають митно-тарифні інструменти, що використовуються, перш за все, при аналізі даних митної статистики зовнішньої торгівлі, яка є важливою складовою статистики зовнішньоекономічних зв'язків країни.

Показники митної статистики дозволяють забезпечити підготовку різноманітних аналітичних досліджень для одержання даних, на основі яких ведеться регіональна статистика, аналізуються експортно-імпортні операції за певними категоріями учасників зовнішньоекономічних зв'язків тощо.

Необґрунтоване використання митно-тарифних регуляторів, що не враховують загальноекономічні інтереси держави, може привести до економічного спаду країни. Користуючись митно-тарифними регуляторами,

країна має можливість коригувати товаропотік і географічну структуру експорту та імпорту для забезпечення довгострокових цілей розвитку країни, макроекономічної стабільності, стабільного курсу національної валюти та підтримання платіжного балансу.

Доцільно пригадати той факт, що окрім митних тарифів при вимірювання зовнішньої політики країни беруться до уваги ще нетарифні обмеження. Останні є менш відкритими, а отже, уряд країни має більше влади при здійсненні зовнішньоторговельної політики, і таким чином при вимірюванні зовнішньої торгівлі виникає певна невизначеність, що в свою чергу, дає недостовірну інформацію про економічний стан країни. При нетарифних обмеженнях видається ліцензія на експорт чи імпорт, також проводиться обмеження на обсяг продукції або вводиться заборона на неліцензовану торгівлю. Тобто, перш за все, СОТ повинна переглянути нетарифні обмеження і з часом замінити кількісні обмеження еквівалентними їм за рівнем захисту митними тарифами.

У даний час існує поділ на певні види валютних курсів, що застосовуються у міжнародній валютній системі [248, с. 137]:

1. Тверді валютні курси щодо однієї національної валюти.
2. Тверді валютні курси щодо групи валют (змішана форма твердих і плаваючих курсів). Вони встановлювались щодо валют групи країн – торгових партнерів.
3. Вільно плаваючі валютні курси.

Офіційно-встановлені валютні курси опубліковуються в періодичних виданнях МВФ та інших спеціалізованих журналах.

Часто зміна валютного курсу є інструментом економічної політики держави.

Щоб експорт і імпорт різних країн можна б було порівняти в міжнародній системі, на той момент, коли товар перетинає кордон, ми вже про це згадували вище, експорт розраховується у світових цінах на базі ФОБ, а імпорт – на базі цін СІФ. Враховуючи, що більшість товарів в міжнародній торгівлі

транспортується морем, ціни експорту та імпорту розраховуються, беручи за основу перевезення морським транспортом.

Вже через відмінності в базах розрахунків статистично сукупна вартість світового експорту завжди буде меншою ніж вартість світового імпорту на певну величину. Все це визначається взаємовідносинами між країнами, конкурентоспроможністю продукції цих країн на світовому ринку, обсягом та напрямками зовнішньоторговельних потоків. Вимірювання обсягу експорту та імпорту може вестись також і у натуральних одиницях, що дає змогу одержувати середньостатистичні ціни або дані про ціни конкретних угод. Тобто існують індекси фізичного обсягу експорту та імпорту, що характеризують динаміку зовнішньоторговельного товарообороту. Ці індекси вказують на зміни обсягів реальних мас товарів. Фізичний обсяг міжнародної торгівлі може бути оцінений як у вагових одиницях, тобто у тоннах, кілограмах, фунтах тощо, так і у специфічних одиницях вимірювання, наприклад у мішках, барелях, бушелях. Така невідповідність в одиницях вимірювання спричиняє суттєві труднощі при вимірюванні основних показників зовнішньої торгівлі країни. І навіть незначна похибка може призвести до хибного висновку щодо економічного стану країни, а отже, і до невірної ведення зовнішньоторговельної політики.

Не меншої уваги заслуговує торгівля послугами. В зв'язку із швидким розвитком інформаційних технологій та нових засобів комунікації на ринках появився цілий ряд нових послуг. І знову постає проблема вимірювання обсягу послуг. Складність вартісного вимірювання полягає у виборі найбільш прийнятний спосіб обчислення обсягу послуг для конкретних умов. На відміну від товарів, послуги враховуються тільки у вартісному вираженні; послуги виробляються та споживаються одноразово і не потребують зберігання; більшість послуг базується на безпосередньому прямому контакті між їх виробниками і споживачами (за винятком послуг, які надають за допомогою ЕОМ).

Вважається, що процедура експорту (імпорту) послуги здійснення на момент дати їх фактичного надання або одержання. Документи, що

підтверджують первинний облік експорту (імпорту) послуг є рахунки на виконання, оформлені згідно з контрактами послуги.

Якщо порівнювати міжнародну торгівлю послугами із торгівлею товарами, відзначимо ряд відмінностей, що дозволять краще зрозуміти різницю між цими видами торговельної діяльності:

- послуги надаються і отримуються практично одночасно і не зберігаються протягом певного періоду часу, на відміну від товарів, таким чином, при здійсненні торгівлі послугами укладаються торговельні угоди, контракти між виробниками і споживачами. Отже, для отримання чи надання певної послуги виробник послуги повинен бути присутнім за кордоном або іноземний споживач – у країні виробництва послуг. Хоча, у сучасному світі, не виключений факт надання і отримання послуги із використанням комп'ютерних інформаційних технологій на відстані.
- торгівля послугами також тісно взаємодіє із торгівлею товарами і має на неї не аби-який вплив. Зокрема, для того, щоб деякий товар доставити за кордон вдаються до залучення певних видів послуг, що забезпечує високий рівень ефективності здійснення торговельних операцій. Окрім того, сьогодні все більше послуг використовують при виробництві товарів, їх реалізації, подальшого обслуговування тощо. Таким чином, спостерігається зв'язок між торгівлею послугами і міжнародним переміщенням капіталу і робочої сили. А це, своєю чергою, спонукає до збільшення ринку послуг, так як зростає попит на банківські, інформаційні, транспортні та інші послуги.
- торгівля послугами більше захищена на законодавчому рівні порівняно із торгівлею товарами. Багато видів послуг підпорядковуються державним інститутам, наприклад, транспортні послуги і послуги зв'язку, фінансові і страхові послуги, наука, освіта, охорона здоров'я та ін. Як результат країни, піклуючись про свій

добробут, безпеку, створюють перешкоди для вільної міжнародної торгівлі послугами.

- існують послуги, які не придатні для залучення в міжнародний зовнішньоторговельний оборот, наприклад, комунальні та побутові послуги, це ті види, що надходять в особисте споживання населення окремої країни. Окрім того, хоча такі послуги, як розвиток культури, мистецтва, туризму, все ж таки збільшуватимуть доходи країни від здійснення операцій торгівлі ними, проте домінуючими у міжнародній діяльності залишатимуться послуги, пов'язані із обслуговуванням трудової діяльності.

Не зайвим буде відмітити, що важливою є розробка єдиного методологічного підходу до обліку показників торгівлі послугами, що полегшить ведення міжнародної статистики торгівлі послугами. Адже, деякі види послуг можуть відображатися у статистиці торгівлі послугами або не повністю, або занесені до торговельних операцій товарами. Також недостатньо врахованими залишаються фінансові витрати іноземців під час їх перебування на території інших країн. І як результат, судячи із статистики, фактичний і офіційний розмір експорту послуг не співпадають.

Сьогодні існує більше 40 міжнародних організацій, що займаються оцінюванням та статистичним обліком торгівлі послугами. Окрім того, для часткового вирішення проблеми зіставлення та порівняння інформації, що ілюструє торгівлю послугами, статистична комісія ООН розробила «Посібник зі статистики міжнародної торгівлі послугами» ще у 2001 році. Однак, не слід упускати той факт, що часто при супроводженні послугами поставки товарів, їх вартість входить у вартість товару, що унеможлиблює визначення вартості самої лише послуги. Також до статистики не завжди потрапляють дані про дохід від здійснення банківських чи страхових операцій, наприклад. І таких прикладів є досить багато.

Окрім вищеперерахованих складнощів формування статистики міжнародної торгівлі послугами, оцінювання деяких показників ускладнює той

факт, що обмеженими є відомості про структуру торгівлі послугами. Згідно з МВФ розрізняють лише чотири види торгівлі послугами – це фрахт, інші транспортні послуги, туризм та інші послуги.

Сьогодні швидко відбувається перехід промислово розвинутих країн до країн із енерго- та матеріалозберігаючими моделями розвитку, тому при оцінюванні основних тенденцій протікання торгівлі спостерігаємо значно повільніше зростання перевезення таких продуктів як нафта, різного роду сировина та ін.

Окрім того, відкриття безвізових режимів сприяє стрімкому розвитку туризму, відповідно частка цього виду послуг зростає. Також досить помітним є зростання послуг, що пов'язані із експортом знань, технологій, досвіду тощо. Їхня динаміка зазнає значних змін у групі «Інші послуги».

Поміж того, спостерігається також зростання частки будівельних послуг у загальній структурі торгівлі послугами, оскільки контракти укладаються не лише на будівництво, а і на виробництво певної промислової продукції. До будівельних послуг тепер належать розробки різного роду конструкцій, виготовлення машин, потрібного устаткування тощо. Крім того, при виконанні підрядних робіт існує поділ на країну-будівельника (здійснює будівництво за кордоном із дотриманням певних умов), країну-учасника (приймає дольову участь у будівництві) і країну-замовника. Отже, при розрахунку загальної суми витрат при будівництві до вартості власних капіталовкладень додають витрати, що йдуть на чисті валютні платежі.

Частка оренди як виду послуги теж зростає у загальній структурі. Поширеними є короткотермінова, середньо термінова і довготермінова оренда.

Можна ще багато перераховувати змін тенденцій, що відбуваються останнім часом у сфері послуг. Проте, тим не менше, не залежно від того, обліковується торгівля товарами чи послугами, після отримання вихідної статистичної інформації певними службами розробляється міжнародна статистика, яка узагальнюється і приводиться до зіставного вигляду для детальної оцінки та аналізу.

Основним завданням міжнародних зіставлень є переведення національних рахунків різних країн у вартісні показники в єдиній валюті для того, щоб забезпечити їх пряму порівнянність. Одержання погоджених між собою результатів, що відповідали б визначеним вимогам, ускладнюється проведенням багатобічних зіставлень.

Існує 5 основних вимог до міжнародних індексів [223, с. 143]:

1. Відповідність результатів. Це означає, що для певних країн результати порівняння повинні залежати від цін, кількості і вагів тільки тих країн, що порівнюються. Цю умову можна виконати, наприклад, якщо порівнювати ВВП двох країн і користуватися цінами або однієї, або другої, або середніми цінами цих країн. Якщо ж говорити про багатобічні зіставлення, то вони лише частково відповідають даній умові, так як базуються на використанні інформації з усіх країн, що порівнюються.
2. Незалежність від вибраної базової країни (інваріантність індексів), означає, що від вибору країни, яку беруть за базу порівняння, не повинні залежати кінцеві результати порівняння. Базова країна повинна бути лише початком відліку. Результати зіставлення певним чином залежатимуть від вибору базової країни при використанні методів, що не забезпечують інваріантності індексів. Дану вимогу можна представити в аналітичному вигляді:

$$I_{A/B} \cdot I_{B/A} = 1, \quad (1.1)$$

тобто добуток індексу, що виражає співвідношення показників країни *A* до країни *B*, та індексу, що виражає співвідношення показників країни *B* до країни *A*, повинен бути рівний 1.

3. Транзитивність (переведення індексів), тобто логічне взаємоузгодження індексів, що має на меті виключити суперечливі результати. Аналітично дана вимога виражається так: результати прямого зіставлення (країни *A* і *B*) повинні дорівнювати результатам зіставлення через третю країну *C* :

$$I_{A/B} = I_{A/C} / I_{B/C}, \quad (1.2)$$

де $I_{A/B}$ – індекс прямого зіставлення показників країн A і B ;

$I_{A/C}$ – індекс прямого зіставлення показників країн A і C ;

$I_{B/C}$ – індекс прямого зіставлення показників країн B і C .

Вимога транзитивності є надзвичайно важливою для багатобічних порівнянь, так як обчислені індекси для певної групи країн повинні бути взаємоузгоджені і не давати суперечливих відповідей.

4. Внутрішня узгодженість індексів. Тобто індекси для показника в цілому повинні бути погоджені з індексами для його компонентів (частин). Іншими словами обсяг показника повинен дорівнювати сумі обсягів його елементів (складових).
5. Вимога незалежності індексів від обраної системи одиниць вимірювання. Результати порівняння повинні бути однаковими, тобто не залежати від того, одиницями виміру якої країни користуються. А це означає, що для порівняння повинна використовуватися одна система виміру.

Таким чином, при проведенні міжнародних зіставлень макроекономічних вартісних показників виникає дві основні проблеми, що потребують вирішення. Першою проблемою є уніфікація економічного змісту порівнюваних показників, а другою – вибір методу розрахунку результатів зіставлень, тобто методу перерахунку показників національних валют в єдину грошову одиницю. Якщо для вирішення першої проблеми використовують стандартні міжнародні класифікації і застосовують єдину методологію, то для вирішення другої проблеми враховують економічний зміст, цілі і завдання порівнювання, початкову інформацію, рівень її деталізації, точності і порівнянності та аналітичні вимоги, пред'явлені до результатів (індексів) міжнародних зіставлень.

Визначення рівня розвитку країни у співвідношенні до інших країн дає змогу розробити рекомендації для всіх країн і територій щодо уніфікованого

розрахунку системи показників, побудованих за єдиною методологією. Саме тому надзвичайно важливим є максимально точно провести розрахунки основних показників вимірювання зовнішньої торгівлі. Одного показника не достатньо для аналізу зовнішньої торгівлі країни, тобто їх завжди треба розглядати в сукупності.

Отже, виділимо певні методологічні та інституційні проблеми, що ускладнюють вимірювання зовнішньої торгівлі країни. До методологічних віднесемо:

- проблему співставності даних. Для того, щоб досягнути порівнянності одних даних з іншими, використовують кілька класифікацій. Проте, не завжди враховується, що дані, одержані з різних обстежень при зіставленні можуть дуже суттєво відрізнятися методологічно. Принципами, що покладені в основу використовуваних класифікацій, можуть бути: виробничо-технічні ознаки, призначення товару тощо.
- проблему вимірюваності. Вимірювання обсягу експорту і імпорту може вестись у вартісних, натуральних або трудових одиницях. Така невідповідність в одиницях вимірювання спричиняє суттєві труднощі при вимірюванні основних показників зовнішньої торгівлі країни. І навіть незначна похибка може призвести до хибного висновку щодо економічного стану країни, а отже, і до невірного ведення зовнішньоторговельної політики.

Інституційна проблема:

- при переміщенні товарів з країни походження до країни призначення через треті країни дуже часто виникають розбіжності між статистичними даними. А це істотно впливає на показники зовнішньої торгівлі. У міжнародній статистиці при імпорті критерієм формування даних вважається країна походження товару, а при експорті – країна останнього відомого призначення. Враховуючи, що між багатьма європейськими країнами зникли

кордони, для багатьох інших країн постала проблема, пов'язана з непряним переміщенням.

Також для визначення рівня розвитку торгівлі країни стосовно інших країн світу проводять дослідження динамічних та структурних змін основних показників міжнародної торгівлі. Компаративний аналіз відповідно до різноманітності спостережних даних можна умовно поділити на дві частини: динамічну та структурну (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Методологічні аспекти проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі

Джерело: розроблено автором

Перша частина дозволить оцінити рівень розвитку зовнішньої торгівлі кожної країни та порівняти рівні торгівлі кількох країн між собою. А друга частина аналізу дозволить виявити взаємозв'язки між структурними елементами міжнародної торгівлі. Дослідження і першої, і другої складової здійснюється за допомогою певних величин, які розраховуються на основі статистичних даних.

Абсолютні величини для проведення компаративного аналізу є не придатними, оскільки обсяги та приріст торгівельних операцій для різних країн і для різних структурних елементів вимірюються у млн. дол. та сильно відрізняються між собою, тому показники, виміряні у млн. дол., будуть приводити до хибних висновків.

Більш результативним буде використання відносних величин (частки, індекси нерівності тощо). Для дослідження структури міжнародної торгівлі доцільно використовувати показник структурної еластичності, коефіцієнт росту (спаду), коефіцієнт загальної структурної зміни, індекс середньорічних змін тощо. На основі розрахованих відносних показників частково можна здійснити компаративний аналіз торгівлі країни або структурний компаративний аналіз.

Числові характеристики описової статистики міжнародної торгівлі забезпечують короткий підсумок про вибірку та про спостереження, які були зроблені. Дані висновки можна представити як кількісно, так і візуально. Крім того, вони можуть бути основою початкового опису даних як частина більш ширшого статистичного аналізу, або вони можуть бути достатніми для конкретного дослідження [228]. Більш детальний аналіз ситуації в динаміці дозволяє відстежити основні структурні зміни, що відбуваються в області імпорту та експорту досліджуваних товарних груп. Отже, при оцінюванні міжнародної торгівлі використання описових статистик придатне із певними умовами.

При цьому статистичні характеристики можна поділити на умовні та безумовні. Зокрема, для здійснення короткотермінових та довготермінових прогнозів протікання торгівлі застосовують умовне та безумовне математичне сподівання. Дані числові характеристики відрізняються тим, що безумовні

статистичні характеристики розраховуються без накладання умов на обсяги даних, за допомогою яких визначаються ці характеристики. Отже, і для обчислення дисперсії необхідні дані, що розглядається в процесі аналізу торгівлі, є відомими величинами. Таким чином, безумовне математичне сподівання доцільно використовувати для здійснення довготермінових прогнозів.

Що ж стосується умовних статистичних характеристик, які використовують при оцінюванні динаміки протікання торгівлі, то це функції часу, що визначаються на кожний конкретний період часу. Для їх розрахунку необхідною умовою є наявність даних на вибраний період часу, щоб можна було б виконати відповідні обчислення.

На відміну від безумовного, умовне математичне сподівання використовують при здійсненні короткотермінових та середньо термінових прогнозів. А умовну дисперсію та стандартне відхилення іноді використовують як міру ризику. Наприклад, при аналізі цінової політики, формуванні правил торгівлі на міжнародному ринку, аналізі економічних ризиків тощо. Отже, аналітично правильно знайдена дисперсія дає змогу точніше описати і спрогнозувати значення відхилень даних від норми.

Для подальшого дослідження і моделювання міжнародної торгівлі, розраховані умовні та безумовні значення числових характеристик є надзвичайно потрібними при побудові моделей.

Отже, враховуючи структурний та динамічний характер протікання міжнародної торгівлі, для вимірювання зовнішньої торгівлі країни і оцінювання її рівня розвитку порівняно з іншими країнами у сфері торгівлі можна провести компаративний аналіз основних показників на основі абсолютних, відносних величин або/і описових статистик.

Лише абсолютні величини для проведення компаративного аналізу є не придатними, проте використання відносних величин дозволить зробити коректні висновки, оскільки на основі розрахованих відносних показників частково можна здійснити компаративний аналіз зовнішньої торгівлі країни або структурний компаративний аналіз. Та найбільш придатними для оцінювання

торгівлі є описові статистики із певними умовами та без них. Безумовні числові характеристики пригодні для отримання довготермінових прогнозів, натомість умовні характеристики більше використовують для здійснення короткотермінових та середньо термінових прогнозів протікання торгівлі в динаміці.

Оцінювання міжнародної торгівлі проводиться із використанням різних методичних прийомів: порівняння, узагальнення, групування, розрахунку середніх величин, індексів, динамічних рядів, математичного моделювання та інших [107]. При проведенні аналізу цього процесу обчислюють аналітичні показники (абсолютні або/і відносні величини) та описові статистики, будують діаграми і графіки, динамічні ряди, складають аналітичні таблиці тощо.

Як зазначено вище, при оцінюванні міжнародної торгівлі будемо використовуватимемо два типи показників:

- дані, що характеризують структуру торгівлі у певний період;
- дані, що характеризують країну за обсягами торговельних операцій у динаміці, тобто за послідовними періодами.

Таким чином, фундаментом для оцінювання міжнародної торгівлі є статистичне дослідження, що базується на розрахунку абсолютних, відносних та середніх показників ряду певних статистичних даних.

До основних показників торгівлі, відображених у статистичних таблицях, належать такі:

- експорт – сукупна вартість обсягів експорту країни;
- імпорт – сукупна вартість обсягів імпорту країни.

І за допомогою них отримано інші показники:

- зовнішньоторговельний оборот – сума вартісних обсягів експорту та імпорту країни;
- торговельне сальдо – різниця вартісних обсягів експорту й імпорту країни за певний період;

- генеральна (загальна) торгівля – сума вартісних обсягів експорту, імпорту та транзитних товарів, перевезених через територію країни, тобто зовнішньоторговельне «навантаження» на країну;
- індекс чистої торгівлі – відображає за кожним видом продукції рівень перевищення експорту над імпортом (за позитивного значення показника) або рівень перевищення імпорту над експортом (за від’ємного його значення);
- експортна та імпортна квота;
- зовнішньоторговельна квота;
- обсяг експорту, імпорту, зовнішньоторговельного обігу на душу населення і т. ін.

Використовуючи математичний інструментарій для отримання числових характеристик, можна оцінити зовнішню торгівлю будь-якої країни, а також порівняти відповідні показники різних країн. Оцінювання рівня розвитку зовнішньої торгівлі кожної країни дає змогу провести компаративний аналіз та оцінити її конкурентоспроможність на світовому ринку [101; 99]. Маючи ряд статистичних даних лише за двома основними показниками експортно-імпортних операцій та використовуючи аналітичний апарат математичної статистики, визначимо основні числові характеристики для статистичного розподілу обсягів експорту (табл. 1.1) та імпорту (табл. 1.2) кожної країни. Для прикладу проведемо оцінку міжнародної торгівлі Європейського Союзу (28 країн) та використаємо статистичні дані обсягів експортних та імпортних операцій за 2002–2015 рр. [345].

Таблиця 1.1

Числові характеристики обсягів експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр.

Країна	Середня арифметична, млн. дол.	Середнє арифметичне відхилення, млн. дол.	Середнє квадратичне відхилення, млн. дол.	Розмах варіації, млн. дол.	Коеф. варіації, V	Коеф. осциляції, V_R	Відносне лінійне відхилення, V_d
1	2	3	4	5	6	7	8
Бельгія	301967,07	40557,63	47777,09	133596	16%	44%	13%
Болгарія	14702,50	5194,36	6136,37	17098	42%	116%	35%
Чехія	91710,36	27748,21	33256,23	102116	36%	111%	30%

Продовження табл. 1.1

1	1	1	1	1	1	1	1
Данія	73801,93	7550,07	9093,33	27065	12%	37%	10%
Німеччина	926385,07	149526,20	177708,70	547048	19%	59%	16%
Естонія	8470,43	2634,49	3203,00	8878	38%	105%	31%
Ірландія	89340,00	4305,29	6905,83	28483	8%	32%	5%
Греція	19992,36	4995,07	5940,29	16572	30%	83%	25%
Іспанія	190206,21	34417,64	41492,28	122523	22%	64%	18%
Франція	399988,93	32699,93	38333,17	109421	10%	27%	8%
Хорватія	8424,00	1563,43	1913,34	6483	23%	77%	19%
Італія	341480,79	44637,93	51605,49	149265	15%	44%	13%
Кіпр	1081,71	272,29	362,10	1227	33%	113%	25%
Латвія	6860,14	2742,00	3257,15	8566	47%	125%	40%
Литва	15074,21	5898,93	6908,15	19008	46%	126%	39%
Люксембург	14755,79	1494,50	2041,04	7536	14%	51%	10%
Угорщина	65611,29	14993,82	17601,78	52431	27%	80%	23%
Мальта	2405,07	340,81	430,01	1382	18%	57%	14%
Нідерланди	402936,57	79856,86	94295,06	253234	23%	63%	20%
Австрія	113575,36	15725,16	18400,86	54557	16%	48%	14%
Польща	109031,07	35961,50	43574,24	135172	40%	124%	33%
Португалія	37887,64	6462,07	7816,96	22460	21%	59%	17%
Румунія	33838,71	11620,10	13765,85	39934	41%	118%	34%
Словенія	20432,71	5030,04	5963,03	17860	29%	87%	25%
Словаччина	43819,00	15449,86	18386,75	52765	42%	120%	35%
Фінляндія	54766,93	5020,07	6422,02	20625	12%	38%	9%
Швеція	114601,64	14082,89	16416,65	48124	14%	42%	12%
Великобританія	333207,43	41982,92	50045,18	160059	15%	48%	13%

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10 та [345]

Таблиця 1.2

Числові характеристики обсягів імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр.

Країна	Середня арифметична, млн. дол.	Середнє арифметичне відхилення, млн. дол.	Середнє квадратичне відхилення, млн. дол.	Розмах варіації, млн. дол.	Коеф. варіації, V	Коеф. осциляції, V_R	Відносне лінійне відхилення, V_d
1	2	3	4	5	6	7	8
Бельгія	289162,00	42 487,29	50075,16	134520	17%	47%	15%
Болгарія	19128,14	5 770,98	6643,59	17998	35%	94%	30%
Чехія	86090,79	22 940,82	27210,19	83808	32%	97%	27%
Данія	65749,50	7 532,29	8706,51	26188	13%	40%	11%
Німеччина	753910,57	126 382,49	148892,54	427966	20%	57%	17%
Естонія	10191,43	2 697,80	3155,43	8996	31%	88%	26%
Ірландія	53787,71	5 466,90	6572,42	21574	12%	40%	10%
Греція	48664,00	5 424,29	7795,87	31470	16%	65%	11%
Іспанія	244903,86	30 789,04	37148,97	111501	15%	46%	13%
Франція	450663,79	54 832,39	63862,44	176713	14%	39%	12%
Хорватія	15993,14	1 942,55	2553,59	9489	16%	59%	12%

Продовження табл. 1.2

1	1	1	1	1	1	1	1
Італія	339968,86	40 557,18	46937,69	140202	14%	41%	12%
Кіпр	5347,14	800,29	1014,59	3660	19%	68%	15%
Латвія	9538,71	2 875,86	3339,50	9172	35%	96%	30%
Литва	17807,07	5 644,21	6682,13	18251	38%	102%	32%
Люксембург	19012,00	2 177,43	2716,98	8485	14%	45%	11%
Угорщина	64151,71	11 801,76	13976,13	43559	22%	68%	18%
Мальта	3840,50	775,64	906,23	2420	24%	63%	20%
Нідерланди	359576,93	70 379,93	82836,56	224944	23%	63%	20%
Австрія	116927,00	17 197,43	20163,97	57329	17%	49%	15%
Польща	120285,21	34 399,90	40377,48	116511	34%	97%	29%
Португалія	54446,93	5 874,23	7154,57	22469	13%	41%	11%
Румунія	44306,93	12 470,51	14676,46	44096	33%	100%	28%
Словенія	20813,57	4 622,49	5356,61	15214	26%	73%	22%
Словаччина	43975,29	14 121,39	16756,64	48774	38%	111%	32%
Фінляндія	51832,93	7 593,66	8982,29	26217	17%	51%	15%
Швеція	104578,36	17 825,59	20513,87	57178	20%	55%	17%
Великобританія	454459,71	54 623,43	66276,04	211112	15%	46%	12%

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10 та [345]

У табл. 1.1 та 1.2 розраховані як абсолютні (середня арифметична, середнє арифметичне відхилення, середнє квадратичне відхилення, розмах варіації), так і відносні (коефіцієнт варіації, коефіцієнт осциляції, відносне лінійне відхилення) показники оцінювання експорту та імпорту для кожної країни ЄС протягом 2002–2015 рр. Абсолютні показники мають велике значення при проведенні досліджень, оскільки вони є основою для статистичних розрахунків, проте за їхньою допомогою не можливо порівняти обсяги експортних та імпортних операцій для різних країн. Оскільки обсяги експорту та імпорту в різних країнах (млн. дол.) значно відрізняються за абсолютними показниками (млн. дол.) можемо отримати хибні висновки. Однак використання відносних показників забезпечить можливість порівняння варіації експорту та імпорту для різних країн.

Найчастіше використовують лише коефіцієнт варіації. Вважається, коли його значення не перевищує 33%, сукупність є однорідною, а середня арифметична – це її типова характеристика. Згідно з розрахунками (див. табл. 1.1), за ці межі виходить чимало країн: Болгарія (40%), Чехія (35%), Естонія (36%), Латвія (46%), Литва (44%), Польща (39%), Румунія (39%),

Словаччина (40%). Аналогічно на основі даних (див. табл. 1.2) про неоднорідність обсягів імпорту свідчать статистичні дані таких країн: Болгарія (35%), Латвія (35%), Литва (38%), Польща (34%), Словаччина (38%).

Variable	Descriptive Statistics			
	Skewness	Std.Err. Skewness	Kurtosis	Std.Err. Kurtosis
Бельгія	-0,37	0,60	-1,32	1,15
Болгарія	0,04	0,60	-1,52	1,15
Чеська Республіка	-0,13	0,60	-1,19	1,15
Данія	-0,38	0,60	-1,23	1,15
Німеччина	-0,20	0,60	-1,22	1,15
Естонія	-0,08	0,60	-1,42	1,15
Ірландія	2,36	0,60	7,21	1,15
Греція	-0,11	0,60	-1,39	1,15
Іспанія	0,20	0,60	-1,37	1,15
Франція	-0,15	0,60	-1,49	1,15
Хорватія	-0,33	0,60	-0,65	1,15
Італія	-0,23	0,60	-1,51	1,15
Кіпр	-0,49	0,60	-0,17	1,15
Латвія	0,10	0,60	-1,54	1,15
Литва	0,13	0,60	-1,51	1,15
Люксембург	-0,21	0,60	0,17	1,15
Угорщина	-0,49	0,60	-1,15	1,15
Мальта	1,02	0,60	0,18	1,15
Нідерланди	-0,30	0,60	-1,38	1,15
Австрія	-0,36	0,60	-1,28	1,15
Польща	-0,02	0,60	-1,10	1,15
Португалія	0,13	0,60	-1,39	1,15
Румунія	0,12	0,60	-1,38	1,15
Словенія	-0,42	0,60	-1,14	1,15
Словаччина	-0,19	0,60	-1,42	1,15
Фінляндія	0,34	0,60	-0,55	1,15
Швеція	-0,61	0,60	-1,12	1,15
Об'єднане Королівство	0,13	0,60	-0,99	1,15

Рис. 1.4. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу, їхні похибки для обсягів експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр.

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

До характеристик форми розподілу належать також коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Ці параметри відображають ступінь скошеності та рівень гостро- чи плосковершинності розподілу [305].

Використовуючи засоби програмного продукту STATISTICA 10, розраховано коефіцієнти асиметрії та ексцесу, а також їхні похибки (рис. 1.4 і 1.5).

Variable	Descriptive Statistics (2)			
	Skewness	Std.Err. Skewness	Kurtosis	Std.Err. Kurtosis
Бельгія	-0,47	0,60	-1,26	1,15
Болгарія	-0,39	0,60	-1,50	1,15
Чеська Республіка	-0,25	0,60	-1,21	1,15
Данія	-0,47	0,60	-1,19	1,15
Німеччина	-0,34	0,60	-1,36	1,15
Естонія	-0,30	0,60	-1,37	1,15
Ірландія	0,33	0,60	-0,79	1,15
Греція	0,26	0,60	1,08	1,15
Іспанія	-0,77	0,60	-0,68	1,15
Франція	-0,39	0,60	-1,37	1,15
Хорватія	-0,06	0,60	-0,02	1,15
Італія	-0,65	0,60	-1,08	1,15
Кіпр	0,01	0,60	-0,29	1,15
Латвія	-0,31	0,60	-1,42	1,15
Литва	-0,13	0,60	-1,52	1,15
Люксембург	-1,06	0,60	0,09	1,15
Угорщина	-0,51	0,60	-1,01	1,15
Мальта	0,47	0,60	-1,42	1,15
Нідерланди	-0,34	0,60	-1,37	1,15
Австрія	-0,32	0,60	-1,32	1,15
Польща	-0,31	0,60	-1,36	1,15
Португалія	-0,81	0,60	-0,54	1,15
Румунія	-0,60	0,60	-1,04	1,15
Словенія	-0,67	0,60	-1,11	1,15
Словаччина	-0,31	0,60	-1,35	1,15
Фінляндія	-0,64	0,60	-1,08	1,15
Швеція	-0,49	0,60	-1,36	1,15
Об'єднане Королівство	-0,01	0,60	-1,08	1,15

Рис. 1.5. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу, їхні похибки для обсягів імпорту країн ЄС протягом –2015 рр.

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Додатна величина коефіцієнта асиметрії свідчить, що найчастіше в ряді розподілу є значення ознаки, більші за середній рівень. І навпаки, коли коефіцієнт асиметрії від'ємний, то в ряді розподілу переважають значення менші, ніж середнє значення.

Для експорту додатними коефіцієнти асиметрії є лише для Болгарії, Ірландії, Іспанії, Латвії, Литви, Мальти, Португалії, Румунії, Фінляндії та Великобританії, імпорту – для Ірландії, Греції, Кіпру, Мальти.

Гостроверхість розподілу одиниць досліджуваної сукупності характерна лише для Ірландії, Люксембургу, Мальти (експорт) та Греції, Люксембургу (імпорт). Для всіх інших країн характерна плосковерхість розподілу. Це свідчить про неоднорідність досліджуваних сукупностей. Зауважимо, що ексцес ознак із нормальним розподілом здебільшого має величину, що перебуває в діапазоні від 2 до 4. Ні для експорту, ні для імпорту жодне значення коефіцієнта ексцесу не перебуває в межах цього діапазону, що свідчить про невідповідність досліджуваних даних нормальному закону розподілу. За нормального розподілу значення ознаки зосереджується поблизу центру розподілу, а ті значення ознаки, які істотно відхиляються від середньої, рідко спостерігаються [305]. В нашому разі спостережні значення експортних та імпортних операцій країн ЄС протягом досліджуваного періоду істотно відхиляються від середньої.

Таким чином, доходимо висновку, що всі описові статистики достатньо не відображають характер процесу торгівлі.

Отже, використання абсолютних показників описової статистики при проведенні компаративного аналізу міжнародної торгівлі призводить до хибних висновків, оскільки обсяги експортних та імпортних операцій (млн. дол.) для різних країн значно відрізняються. Проте за допомогою відносних показників можна порівняти варіацію даних, що характеризують торгівлю різних країн. Враховуючи важливість визначення виду розподілу статистичних даних, доцільним також є розрахунок коефіцієнтів асиметрії та ексцесу.

1.3. Аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн

Міжнародна торгівля залишається основною формою міжнародних економічних відносин та за своїми обсягами випереджає усі інші їх види. З огляду на це аналіз існуючих світових практик моделювання оцінок міжнародної торгівлі важливий для її подальшого дослідження. Саме завдяки застосуванню інструментарію економіко-математичного моделювання у сфері торгівлі управлінці мають змогу удосконалювати механізми розробки ефективних напрямів торговельної політики.

На початкових етапах розвитку теорії міжнародної торгівлі економістів більше цікавила пропозиція товарів і факторів виробництва і значно менше попит. Сучасна ж теорія міжнародної торгівлі однаковою мірою вивчає і пропозицію, і попит товарів.

Сьогодні основним теоретичним інструментом оцінювання міжнародної торгівлі є стандартна модель міжнародної торгівлі, яка базується на ідеях балансу попиту і пропозиції економістів-неокласиків.

У 1936 р. американський економіст Готфрід фон Габерлер (Gottfried Haberler) пояснив теорію порівняльних переваг Д. Рікардо за допомогою теорії витрат заміщення. Саме в цей період надрукована його праця «Теорія міжнародної торгівлі та її використання у комерційній політиці» [393], в якій Г. Габерлер запропонував модель альтернативних переваг, яка давала змогу знайти оптимальне співвідношення між виробництвом товарів (використовуючи наявні ресурси) та новітніми технологіями.

У дослідженнях Г. Габерлер дійшов висновку, що країни експортують товари, у виробництві яких вони мають свої технологічні переваги, а отже, найнижчі альтернативні витрати, і обмінюють їх на товари, що мають відносні переваги у виробництві іншими країнами. Результатом була задоволена кожна з країн, оскільки для ведення торгівлі вони були зосереджені на виробництві товарів, на яких спеціалізувалися. За допомогою моделі Г. Габерлера виробничі

можливості країн можна графічно проілюструвати за допомогою відповідних кривих виробничих можливостей (PPC – production possibilities curve).

Кривою виробничих можливостей називають криву, кожна точка якої вказує на максимальну кількість продукції, яка може бути виготовлена при певних наявних ресурсах і за умови, що ці ресурси будуть використані повністю.

Якщо витрати зростають, тоді крива виробничих можливостей (рис. 1.6) набуває форми вгнутої лінії відносно початку координат. Така форма кривої вказує на обсяги внутрішньої пропозиції.

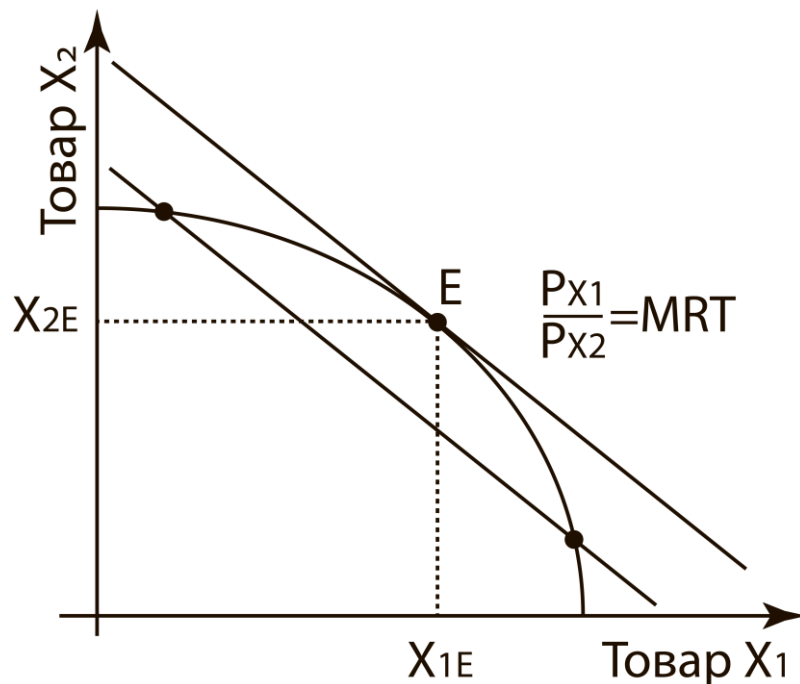


Рис. 1.6. Крива виробничих можливостей

Джерело: За О. Кіреєв [153]

Крива виробничих можливостей вказує на те, що країни мають перерозподіляти наявні ресурси з метою альтернативного вибору виробництва товарів. Точки на кривій демонструють різні варіанти поєднання випуску товарів і у країні є можливість вибрати найбільш оптимальну для неї у певний період. Зміщення кривої вправо відображає, що у країні спостерігається підвищення розвитку зовнішньої торгівлі, якості ресурсного матеріалу, використання новітніх технологій у виробництві тощо. І навпаки, зміщення вліво є наслідком використання застарілої технологічної бази, неефективного застосування наявних ресурсів, скорочення трудових ресурсів тощо. Кут нахилу лінії цін

вказує на кількість одиниць товару, від якого потрібно відмовитись на користь виробництва додаткової кількості одиниць іншого товару, і дорівнює граничній нормі трансформації $MRT = \frac{P_{X1}}{P_{X2}}$. Граничну норму заміщення за умови зростання альтернативних витрат можна виміряти на основі нахилу кривої на графіку у певній точці.

Така модель передбачає, що країна спеціалізується на товарах, у виробництві яких вона має відносну перевагу, та відмовляється від продукції, у виготовленні якої відносну перевагу мають інші країни. Проте реальність висуває додаткові умови для модифікації моделі, оскільки витрати заміщення однієї продукції іншою зростають.

Таким чином, стандартна модель міжнародної торгівлі набуває різних інтерпретацій. Велику роль у подальшому її розвитку відіграють узагальнені поняття попиту і пропозиції як на внутрішньому рівні, так і на міжнародній арені, а також параметри оцінювання міжнародної торгівлі в межах сукупного попиту і пропозиції, що визначаються кількісними обсягами експорту, імпорту і відносною ціною.

Французький економіст Марі Еспрі Леон Вальрас (Marie-Ésprit-Léon Walras) був одним із перших, хто почав аналізувати економіку з точки зору загальної рівноваги [268]. Він ініціював використання математичних методів при дослідженні економіки, особливу увагу приділяв методам диференціального числення.

Леон Вальрас довів, що базуючись на співвідношенні попиту і пропозиції в умовах ринкової економіки можна встановити рівновагу [179]. За його міркуваннями рівновага залежала від поведінки споживачів і виробників, тому що саме вони визначали попит і пропозицію товару на ринку. Леон Вальрас вважається засновником теорії загальної рівноваги. Ця теорія навіть сьогодні є фундаментом для проведення більшості сучасних теоретичних досліджень, окрім того вона є своєрідною основою на шляху економістів до точної науки.

Модель Вальраса доводить існування єдиної рівноваги для багатьох ринків, враховуючи умови досконалої конкуренції і дію певного ринкового механізму [186]. Згодом модель рівноваги Л. Вальраса була модифікована за допомогою застосування методів лінійного програмування з метою виведення загальних законів дії системи цін за умови існування великої кількості ринків. Зокрема,

- було визначено основні умови, за яких попит товарів відповідав пропозиції;
- взаємозв'язки між основними показниками виробництва і споживання було подано у вигляді системи рівнянь;
- введено припущення, що всі операції на ринку здійснюються одночасно;
- передбачається незмінність запасів і різноманітності товарів;
- цільова функція задачі є максимум прибутку для всіх економічних суб'єктів.

Рівняння системи у моделі Вальраса умовно можна поділити на чотири групи: рівняння для опису попиту на споживчі блага, рівняння для пропозиції ресурсів, рівняння для опису рівноваги в галузі та рівняння для опису попиту на ресурси [17]. Завдяки цим рівнянням відображається поведінка виробників і споживачів.

Використовуючи математичний апарат Л. Вальрас в результаті моделювання отримав систему n рівнянь з n невідомими, а отже, знайшовши розв'язок системи він довів наявність загальної рівноваги.

Описуючи модель загальної рівноваги Вальраса, варто також звернути увагу на певні недоліки, що їй притаманні:

- при розв'язуванні системи рівнянь графічним методом можливі випадки, коли прямі або зовсім не перетинаються, або перетинаються декілька разів, що може свідчити про існування декількох точок рівноваги;

- розв’язком системи можуть бути від’ємним числа, а це означає, що в такому випадку розв’язок є абсурдним, оскільки ціни не можуть бути від’ємними;
- необхідною умовою існування загальної рівноваги є рівність кількості рівнянь і невідомих, проте не достатньою [25];
- збільшення цін провокує збільшення попиту на грошові ресурси, хоча за Вальрасом рівновага на ринку грошей повинна встановлюватися автоматично і на нього не повинні впливати зростання загального рівня цін [132];
- при побудові даної моделі не враховано фактор динамічності, присутність ризику і невизначеності, технологічний процес та ін. [17].

Модель Л. Вальраса є спрощеною і мало реалістичною по відношенню до реальної економічної ситуації у світі. Проте сучасні теорії міжнародної торгівлі є спрощеними похідними варіантами від теорії загальної рівноваги [25]. Тобто, його модель є універсальною економічною моделлю.

Сучасна модель загальної рівноваги, що пояснює міжнародну торгівлю, розроблена на основі теорії взаємного попиту, авторами якої вважаються британські вчені-економісти: Джон-Стюарт Мілля (John Stuart Mill), Френсіс-Ісідор Еджуорт (Francis Ysidro Edgeworth) та Альфред Маршалл (Alfred Marshall).

Ф. Еджуорт висунув гіпотезу, за якою при збільшенні числа продавців до нескінченності нескінченна кількість розв’язків системи рівнянь моделі Вальраса буде зменшуватися до одиниці, а це доведе, що точка рівноваги – єдина.

Окрім того, визначним науковим здобутком Ф. Еджуорта є графічна конструкція, що отримала назву «ящик Еджуорта» або її ще називають «ящик обміну благ». Цей графічний об’єкт здійснює аналіз розподілу благ між двома суб’єктами ринку. Він побудований за допомогою двох систем координат, кожна з яких описує поведінку відповідного економічного суб’єкта. Криві, зображені на графіку, є кривими байдужості цих суб’єктів. Корисність суб’єкта від

споживання товару вимірюється віддаленістю кривої від координатної осі. При дотикові кривих однієї до іншої вказує на найвигіднішу позицію обидвох споживачів, адже у цьому разі вони максимізують корисність від споживання за допомогою обміну.

Продовжуючи міркування над моделлю загальної рівноваги Ф. Еджуорт глибоко проник у сутність поставленого завдання і результати його наукових праць відкрили новий підхід до питання про існування конкурентної рівноваги [36].

Італійський економіст Вільфредо Парето (Vilfredo Pareto) працював професором політичної економії Лозаннського університету в Швейцарії, на цій посаді він замінив відомого економіста Леона Вальраса. В. Парето був його послідовником також у наукових поглядах і мав на меті вдосконалити теорію загальної рівноваги, теоретично обґрунтувавши концепцію взаємозалежності всіх економічних чинників, враховуючи ціну [186]. На відміну від Л. Вальраса В. Парето припускав, що коефіцієнти, які входять до складу виробничої функції можуть варіюватися залежно від розмірів виробництва, також вчений розглядав ряд станів рівноваги протягом певного періоду часу.

В результаті багаторічних наукових доробок В. Парето узагальнив п'ять тверджень, що є необхідними і достатніми умовами існування загальної рівноваги в ринковій економіці [268], а саме:

- збалансовані за цінами корисності усіх благ є рівними;
- доходи і витрати кожного домогосподарства рівні;
- при переході від нерівноважного стану в економіці до рівноважного не змінюються обсяги пропозиції благ;
- ціни товару рівні затратам на його виробництво;
- надлишкова потужність виробництва є відсутньою, тобто виробничі блага повністю використовуються під час виробництва продукції.

Окрім того, В. Парето мав своє бачення соціального добробуту і ці міркування започаткували теорію оптимального розміщення ресурсів. За цією

теорією покращення добробуту населення настає тоді, коли підвищення рівня життя одних верств не спонукає до погіршення життя у інших.

Також В. Парето удосконалив модель Еджуорта, яка будувалася у двовимірному просторі. Завдяки Парето модель було розглянуто у тривимірній координатній площині, і завдяки таким модифікаціям можна було визначити оптимальний обсяг споживання товарів, тоді як модель Еджуорта дозволяла розрахувати лише ринкову ціну.

Не тільки Ф. Еджуорт і В. Парето досліджували модель загальної рівноваги Вальраса, також багато інших вчених присвятили свої праці цій проблемі. Серед цих видатних науковців варто виділити Кеннета Ерроу, Жерара Дебре, Джона Хікса, Герберта Скарфа, Давида Гейла та ін.

Американські економісти Кеннет Джозеф Ерроу (Kenneth Joseph Arrow) та Жерар Дебре (Gerard Debreu) продували розвиток теорії загальної рівноваги. Обидва отримали Нобелівські премії за розробки, що стосуються теорії загальної економічної рівноваги (К. Ерроу у 1972 р., а Ж. Дебре у 1983 р.). Моделі загальної рівноваги Ерроу–Дебре дещо відрізнялася у параметричній формі від моделі Вальраса. Однією із відмінностей була заміна виробничих технологій із сталим коефіцієнтом на змінюючі можливості виробництва. Також вчені намагалися виправити один із недоліків моделі Вальраса щодо можливості існування множини додатних цін, за яких не спостерігатиметься надлишок попиту чи пропозиції і при цьому суб'єкти ринку максимізують свою корисність, так як у моделі Вальраса допускалися від'ємні розв'язки системи рівнянь.

Основні умови, що є визначальними для моделі Ерроу–Дебре:

- домогосподарства є споживачами додатного числа товарів і пропонують працю;
- домогосподарства є претендентами на певну частку доходу і їх криві байдужості є випуклими [186];
- залежно від масштабу відбувається постійна віддача;
- для будь-якої продукції існують один або декілька інших видів продукції, якими можна їх замінити.

Використовуючи аналітичний апарат математичного аналізу, вчені довели, що існує конкурентна рівновага, за якої виробник одержує максимум прибутку при заданому значенню ціни товару, а якщо товар в надлишковій кількості, то його ціна дорівнює нулю, а не від'ємному числу. Окрім того, у своїх наукових працях Ж. Дебре описував обов'язковість оптимального розподілу товарів і послуг при наявності загальної рівноваги. За інших умов ситуація призвела б до погіршення позицій учасників ринку.

Незважаючи на значні доповнення моделі Вальраса, модель загальної рівноваги Ерроу–Дебре має певні недопрацювання:

- модель не передбачає появу на ринку нової продукції, а лише обумовлюється наявний набір всіх запропонованих товарів, що потрібні споживачу;
- модель не достатньо повно відображає динамічність ринковий відносин, оскільки математичний апарат не в змозі повноцінно описати коливання світової ринкової економіки.

Уваги заслуговують також напрацювання американського економіста Герберта Елі Скарфа (Herbert Eli Scarf), великим досягненням якого було прикладне застосування теорії загальної рівноваги. Він став автором спеціально розробленого алгоритму для знаходження розв'язків системи рівнянь моделі загальної рівноваги і в результаті отримав кількісні оцінки наслідків будь-яких перемін при веденні економічної політики країни.

Використовуючи математику для опису стану загальної рівноваги в економіці, велика кількість вчених ігнорували динамічну складову ринкових відносин.

Американський економіст Пол Ентоні Самуельсон (Paul Anthony Samuelson) також мав переконання, що економічна наука ніколи і не намагалася сформулювати будь-які теорії, які б піддавалися динамічним змінам. Саме це доведене твердження і було вагомим внеском П. Самуельсона у розвиток теорії загальної рівноваги. Опираючись на висновки, отримані під час аналізу статистичних даних, і при цьому не враховувати вплив зовнішніх факторів, на

думку П. Самуельсона жодне заключення не може бути обґрунтованим. Сам вчений користувався поняттям стійкості для аналізу динамічних систем.

Англійський економіст, лауреат Нобелівської премії за новаторський внесок у загальну теорію рівноваги й теорію добробуту Сер Джон Річард Хікс (Sir John Richard Hicks) теж займався дослідженням теорії динамічних процесів.

Дж. Хікс не згоджувався із науковими доробками Вальраса щодо моделі загальної рівноваги. На його думку, модель Вальраса була надто абстрактною, статичною та не придатною для аналізу динамічного ринку. Дж. Хікс здійснив оцінку оптимальної поведінки учасників ринкових відносин, функцій попиту і пропозиції, за допомогою чого він удосконалив модель загальної рівноваги.

Дж. Хікс займався питаннями стійкості рівноваги та стабільності у сфері ринкових відносин, а також він був переконаний, що неузгодженість учасників ринку призведе до хаотичного розвитку економіки. Проте вчений дійшов висновку, що лише статичним моделям загальної рівноваги властива стійкість, а реалії навпаки доводять відсутність загальної рівноваги в природі. Проте Дж. Хікс вказав на те, ефективне управління розподілом ресурсів здатне забезпечити упорядкований стан ринку [186].

Також англійський вчений зробив значний внесок у розвиток сучасної економічної теорії, він розробив механізми аналізу на основі застосування порівняльної статистики і з врахуванням динамічної компоненти при вивченні економічного зростання і торгового циклу.

Французький економіст Моріс Алле (Maurice Félix Charles Allais), лауреат Нобелівської премії за внесок у теорію ринків і ефективного використання ресурсів, одним із перших довів еквівалентності станів максимальної ефективності та рівноваги в ринковій економіці [186]. Він запропонував набір рекомендацій, за допомогою яких можна привести економіку до стану максимальної ефективності.

М. Алле у своїх дослідженнях керувався застосування математичних методів, аналізу структурних трансформацій, принципами цілісності та відносності тощо. За його припущеннями існує велика кількість ринків і також

велика кількість цін, що максимально адекватно відображає динамічність реальної економіки. Вчений вводить поняття потенційного надлишку, що значно спрощує розуміння функціонування економіки ринків і визначення станів максимальної ефективності. М. Алле стверджував, що у всіх інших станах економіки, окрім стану максимальної ефективності, присутніми є надлишки, а тому завжди можна покращити становище кожного виду продукції без залучення будь-яких додаткових ресурсів і без будь-яких додаткових зусиль.

Модель економіки ринків Алле визначає певні умови, на основі яких вона побудована [186]:

- обмін між одиницями споживання здійснюється лише за умови, якщо стан, в який вона переходить є кращим для неї, тоді індекс переваги зростає;
- для виробництва кожної одиниці товару споживання використовують лише найефективнішу технологію;
- кожна одиниця виготовленої продукції або отриманої завдяки посередникам здійснює обмін і пов'язані з ними операції виробництва лише тоді, коли в результаті обміну їм надається можливість отримання надлишку;
- одиниці виготовленої продукції або отриманої завдяки посередникам розподіляють одержані надлишки за певним правилом;
- при здійсненні обміну будь-яких двох благ за участі більше ніж двох учасників ринку, на них накладаються жорсткі зобов'язання, що визначають пропозиції обміну благ за встановленою ціною;
- всі учасники ринкових відносин є необмеженими в пошуку і реалізації надлишків за прийнятними для них цінами;
- щодо існуючих можливостей реалізації надлишків надається достовірна інформація;
- відкритість інформації щодо наявності потенційних надлишків стимулює учасників ринку до їх реалізації;

- обмін продукції здійснюється до того часу, поки забезпечена можливість реалізації надлишків;
- якщо економічний об'єкт, що не є учасником ринку, понесе будь-які втрати, пов'язані із цими операціями обміну, то збитки йому компенсуються у повному обсязі.

Враховуючи всі основні принципи, на яких побудована модель економіки ринків М. Алле, вона найбільш реалістично описує існуючу ситуацію та завдяки їй можна отримати більш прості висновки, що не обмежені різного роду гіпотезами. Завдяки такому підходу можна легко зрозуміти основні причини існування стабільної рівноваги. Сама модель є динамічною і має змогу бути застосованою для економіки ринку будь-якої країни

Абсолютною новизною у моделі М. Алле є перефокусування з поняття загальної рівноваги на поняття максимальної ефективності, а також додавання інституційних обмежень при побудові моделі.

Враховуючи інтерес вчених до моделювання загальної і часткової рівноваги, дослідження здійснювалися переважно у двох напрямках:

- детальному аналізу піддаються питання, в яких розглядаються умови невизначеності, витратами при здійсненні товарообмінних операцій, ринком грошових ресурсів тощо;
- дослідженню процесів нерівноважних станів в наслідок впливу зовнішніх факторів на систему.

Розуміючи сценарії розвитку таких станів, економісти мають змогу здійснити оцінювання проблематики їх настання із врахуванням фактора невизначеності у поведінці учасників ринку.

Сучасна модель загальної рівноваги демонструє ступінь спеціалізації країни при виготовленні продукції, кількісний обсяг торгівлі, умови, розподіл між країнами та вигоду від торгівлі. Умови загальної міжнародної рівноваги досягаються при одночасному врівноваженні попиту і пропозиції на товар на внутрішньому та світовому ринках [173].

Згідно з моделлю обсяги міжнародної торгівлі визначаються за різницею між внутрішнім виробництвом товару і його споживанням. Так, коли виробництво перевищує споживання, країна експортує товари, і навпаки, коли споживання переважає над виробництвом – імпортує. Через Q_1 і Q_2 позначають відповідно обсяг виробництва товарів 1 і 2 (пропозиція), а D_1 і D_2 – споживання товарів 1 і 2 (попит); тоді $(Q_1 - D_1)$ – експорт товару 1 і $(D_2 - Q_2)$ – імпорт товару 2, $\frac{P_1}{P_2}$ – відносна ціна товару 1.

Враховуючи умови загальної рівноваги, обсяг імпорту 2 має дорівнювати добутку обсягу експорту товару 1 і його відносної ціни.

Графічно за допомогою кривих взаємного попиту ілюструється співвідношення між експортом й імпортом певного товару, що виникає у результаті торговельних операцій.

Для країни II крива взаємного попиту будується аналогічно, проте на осі абсцис відкладається потреба країни II в імпорті товару 1 $(D'_1 - Q'_1)$, а на осі ординат – наміри експортувати товар 2 $(Q'_2 - D'_2)$.

Щоб виконувалася умова загальної рівноваги, експорт товару 1 країни I має дорівнювати імпорту товару 1 країни II, а імпорт товару 2 країни I – бути еквівалентним експорту товару 2 країни II. Отже, маємо рівності: $Q_1 - D_1 = D'_1 - Q'_1$; $D_2 - Q_2 = Q'_2 - D'_2$.

Отже, основні параметри оцінювання міжнародної торгівлі визначаються на основі кривих взаємного попиту країни I і країни II, що зображені на одній координатній площині (рис. 1.7в). Кут нахилу лінії OE відображає відносну ціну, за якою відбувається торгівля між країнами, відрізок OG – точку кількості товару 1, експортованого країною I та імпортованого країною II, відрізок OG' – точку кількості товару 2, імпортованого країною I та експортованого країною II. Точка E=E' визначає точку відносної ціни, за якою певна кількість товару 1 буде обмінюватись на певну кількість товару 2. У результаті виникає загальна рівновага на міжнародному рівні.

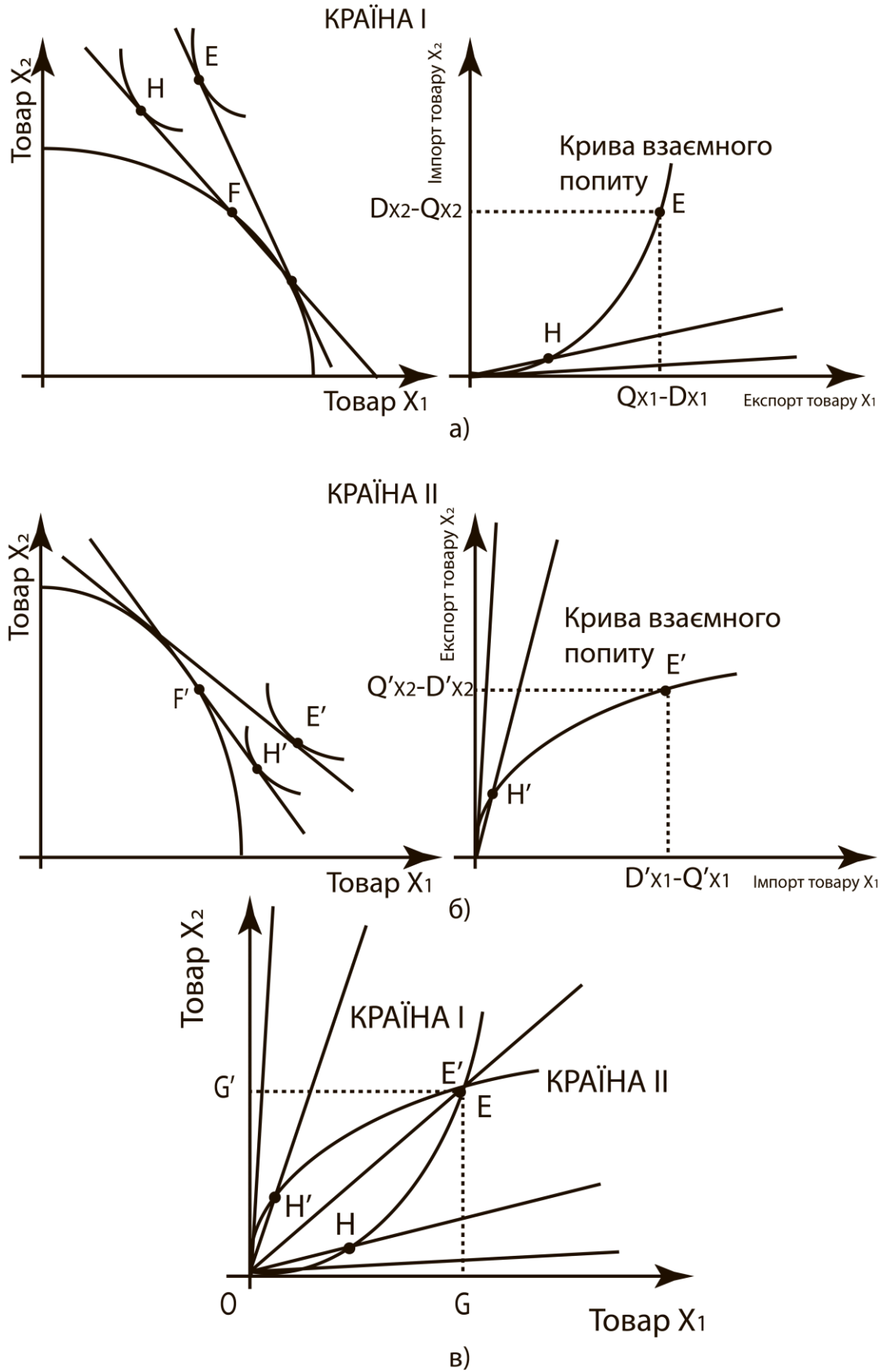


Рис. 1.7. Взаємний попит за моделлю загальної рівноваги

Джерело: За О. Кіреєв [153]

Загальна міжнародна рівновага означає одночасне урівноваження попиту і пропозиції на товар на внутрішньому і міжнародному рівнях. Новий погляд на модель загальної рівноваги міжнародної торгівлі запропонував англійський економіст, лауреат Нобелівської премії з економіки Джеймс Мід (James Meade). У праці «Торгівля і добробут» [392] науковець описав економічну модель торгівлі, що дає змогу одночасно дослідити поведінку всіх виробників, споживачів і продавців. Запропонована Дж. Мідом модель мала за мету досягти два основні завдання економіки: з одного боку – внутрішнього збалансування, що забезпечує повну зайнятість населення, а з іншого – зовнішнього збалансування, що дасть змогу забезпечити рівновагу платіжного балансу.

Оцінюючи міжнародну торгівлю, Дж. Мід зробив висновок, що на добробут країни з відсутніми конкурентоспроможними внутрішніми ринками вона здійснює позитивний вплив. А зростання добробуту відбувається і у разі заміщення виробничих ресурсів, і одних товарів іншими.

Провівши ґрунтовні дослідження у сфері міжнародної торгівлі та міжнародного поділу праці, Дж. Мід заклав основи для сучасної теорії зайнятості у відкритій економіці [308].

Таким чином, за допомогою стандартної моделі міжнародної торгівлі та її модифікацій можливо здійснити кількісне оцінювання основних параметрів торгівлі.

До середини ХХ ст. запропоновані моделі торгівлі розроблялися на основі того, що виготовлена продукція реалізується на міжнародному ринку. Лише у 50-60-х рр. ХХ ст. при побудові формальних економічних моделей до уваги почали брати неекспортовані товари. Дж. Мід був одним із перших, хто у моделюванні торгівлі використовував поняття торгових та неторгових товарів.

У розробці рівноважної моделі торгових і неторгових товарів основним є припущення про те, що обсяги виготовлення і споживання неторгових товарів мають бути однаковими. Однак обсяги споживання торгових товарів можуть відрізнятися від обсягів їхнього виробництва. При побудові моделі береться до уваги, що існують суттєві відмінності при оцінюванні впливу зростання попиту

на пропозицію між торговими і неторговими товарами. Отже, на основі моделі торгових і неторгових товарів можна зробити висновок, що підвищення сукупного попиту спонукає зростання виробництва неторгових товарів, зменшення обсягу виготовлення торгових товарів і збільшення імпорту. Відповідно зниження сукупного попиту зумовлює збільшення виробництва торгових товарів, зменшення обсягу неторгових товарів і зростання експорту [153]. Оскільки існує значна частка неторгових товарів, це означає, що країна змушена витратити велику частину національного доходу на власну продукцію, а не на імпорт. Окрім того, неторгові товари активно конкурують із торговими товарами за фактори виробництва.

Припускається, що країна I виготовляє і споживає два товари – торговий (T) і неторговий (N) і для їхнього виробництва використовується лише один фактор – праця (L). Позначають коефіцієнт граничного виробництва (A), що означає збільшення виробництва на A одиниць за умови використання додаткової одиниці праці. Відповідно маємо:

Q_T – обсяг виробництва торгових товарів;

Q_N – обсяг виробництва неторгових товарів;

L_T – кількість використаної праці для виробництва торгових товарів;

L_N – кількість використаної праці для виробництва неторгових товарів;

A_T – коефіцієнт граничного використання праці для виробництва торгових товарів;

A_N – коефіцієнт граничного використання праці для виробництва неторгових товарів.

Обсяг виробництва торгових і неторгових товарів обчислюється за формулами:

$$Q_T = A_T \cdot L_T \text{ – для торгових;}$$

$$Q_N = A_N \cdot L_N \text{ – для неторгових.}$$

Накладається умова цілковитого використання праці: $L = L_T + L_N$ або

$$L = \frac{Q_T}{A_T} + \frac{Q_N}{A_N}.$$

На основі попередніх позначень отримуємо формулу для знаходження граничного значення виробничих можливостей для обчислення максимальної кількості неторгових товарів, що можна виготовити за умови виробництва певної кількості торгових товарів:

$$Q_N = A_N L - \frac{A_N Q_T}{A_T}.$$

Якщо наявні трудові ресурси використовуються для виробництва торгових товарів, то $Q_T = A_T \cdot L$, а $Q_N = 0$, і тоді виробництво перебуває в точці X (Рис 1.8а). Якщо, навпаки, всі трудові ресурси застосовуються для виробництва неторгових товарів, то $Q_N = A_N \cdot L$, а $Q_T = 0$, тоді виробництво перебуває в точці Y. Пряма XY вказує на всі можливі комбінації виробництва торгових і неторгових товарів та є окремим випадком кривої виробничих можливостей. Кут нахилу прямої XY дорівнює відноській ціні торгових товарів, вираженій через ціну неторгових товарів.

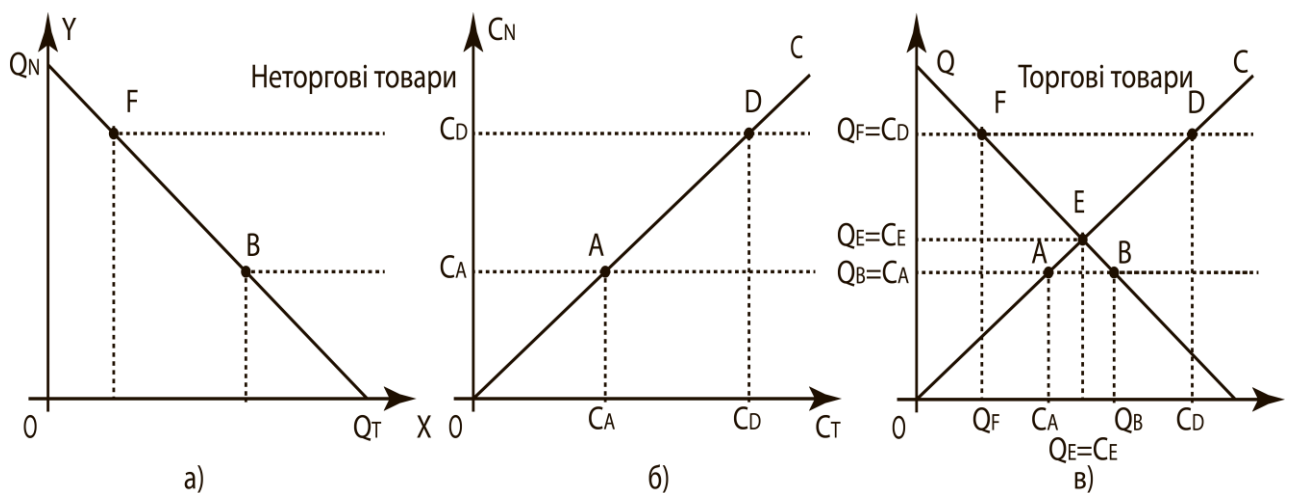


Рис. 1.8. Модель виробництва торгових і неторгових товарів

Джерело: За О. Кіреєв [153]

Отже, стандартна модель міжнародної торгівлі та її модифікації є базою для розрахунку основних параметрів торгівлі, а також пов'язаних із нею параметрів національної економіки.

Проте сьогодні не існує універсального методу отримання потрібних результатів на основі прикладних моделей загальної рівноваги. Є велика

кількість модифікацій цих моделей, що відрізняються між собою методами розрахунку. Емпіричні моделі обчислення загальної рівноваги розробляються із використанням економетричних методів, що приводять до розв'язування систем нелінійних рівнянь. В результаті такого моделювання досягають рівновагу попиту і пропозиції на ринках товарів, послуг та факторів виробництва. Змінні поділяються на екзогенні та ендогенні і завдяки певній кількості ітеративних розрахунків досягається рівновага.

Ендогенними (внутрішньо системними) змінними вважають ті, що пояснюються даною моделлю при побудові причинно-наслідкових зв'язків. Значення ендогенних змінних формується у результаті одночасної взаємодії змінних, які входять у модель. Значення екзогенних змінних для кожної ітерації визначаються поза моделлю. Екзогенними (позасистемними) є зовнішні наперед задані економічні величини і пояснюються не моделлю, а економічними факторами та закономірностями, що містяться поза моделлю [143]. Кожна нова ендогенна змінна взаємопов'язана із обмеженнями, що накладаються на модель і можуть відображати умови ринкової рівноваги. При розрахунку загальної рівноваги також можуть бути враховані макроекономічні механізми.

Для моделювання товарних потоків між парами країн розроблені економетричні моделі, що отримали назву гравітаційних [121]. Кожна така модель є функціональною залежністю зовнішніх товарних потоків від внутрішніх факторів (соціально-політичних, економічних, географічних) країни-експортера і країни-імпортера.

Гравітаційні моделі вперше були застосовані для опису залежностей між продавцем із міста та покупцем, що живе за межами міста.

Загалом гравітаційна модель експорту – це функція, що описує залежність товарного потоку між країнами від різного роду факторів, враховуючи затримку просування потоку.

У 1962 р. Я. Тінберген вперше застосував гравітаційну модель зовнішньої торгівлі у своїй роботі «Формування світової економіки» (Shaping The World Economy, 1962) [270]. Модель описувала залежність експортних потоків від

географічної відстані між двома країнами та ВВП країни-експортера і країни-імпортера.

Ще одна модель експорту є функціональною залежністю товарного потоку від відстані між країнами, від величини транспортних тарифів, від національного доходу країн-експортерів і країн-імпортерів та ін.

Американські економісти Джеймс Андерсон (James E. Anderson) і Ерік Уінкоп (Eric van Wincoop) у своїй науковій праці «Гравітація з серйозністю: Рішення прикордонної загадки» (Gravity And Gravitas: A Solution To The Border Puzzle, 2003) [288] зробили спробу обґрунтувати теоретичну основу гравітаційної моделі зовнішньої торгівлі. Запропонована теоретична гравітаційна модель зовнішньої торгівлі була емпірично перевірена спочатку для моделювання торгівлі між США і Канадою, а потім – для деяких інших країн.

Економісти Маріанна Бакстер (Marianne Baxter) і Майкл Купарітас (Michael A. Kouparitsas) у науковій статті «Що визначає двосторонні торговельні потоки?» (What Determines Bilateral Trade Flows?, 2006) використали гравітаційну модель зовнішньої торгівлі як базис оцінювання обсягів зовнішньої торгівлі і спробували ідентифікувати фактори, що впливають на їхню величину. За незалежну змінну науковці використали величину сумарного торгового потоку між двома країнами. Дослідники дійшли висновку, що «...різниця у рівні розвитку розглянутих країн впливає на обсяги двосторонньої торгівлі між ними» [391].

Гравітаційні моделі міжнародної торгівлі широко застосовують і сьогодні.

Узагальнення та системний аналіз теоретико-методологічного базису дослідження міжнародної торгівлі дає підстави для таких висновків.

1. Розглянуто та систематизовано теорії міжнародної торгівлі з позиції пропозиції та позиції попиту. Виявлено, що порівняльні переваги, які визначають напрями зовнішньої торгівлі виникають через експорт надлишкових факторів та імпорт дефіцитних факторів виробництва. Теоретично описано теорію Гекшера–Оліна, у відповідності з якою країни будуть намагатися експортувати ті товари, які потребують для свого виробництва інтенсивного використання відносно

надлишкових і невеликих затрат дефіцитних факторів, в обмін на товари, які виробляються з використанням факторів в оберненій пропорції. Досліджено, що спроби пояснити «парадокс Леонтьєва» дали змогу розвинути та збагатити теорію Гекшера–Оліна завдяки врахуванню додаткових обставин, які впливають на міжнародну спеціалізацію. Встановлено, що підхід до технології як до фактора виробництва розширює рамки теорії Гекшера–Оліна. Обґрунтовано, що теорія Познера є особливим частковим випадком теорії Гекшера–Оліна з введенням у неї додатково технологічним фактором. Досліджено, що значна частка міжнародної торгівлі здійснюється між країнами з подібними характеристиками. Виявлено, що всі розглянуті традиційні теорії міжнародної торгівлі базувалися не на подібності країн, а навпаки, на їх відмінностях. Доведено, що всупереч теорії співвідношення факторів виробництва, не тільки відмінності, але й подібність між країнами може бути передумовою для торгівлі. Проаналізовано теорію подібності країн, яка стверджує, що, розробивши нову продукцію у відповідь на знайдену ринкову потребу на внутрішньому ринку, виробник потім звертається до ринків, котрі найподібніші до ринків його країни. Встановлено, що ця теорія пояснює міжнародну торгівлю переважно з боку попиту, а не пропозиції. Виявлено, що чим більше перетинаються структури попиту в країні-експортері та імпортері, підкріплені високим рівнем доходу, тим вищий рівень торгівлі між ними. Узагальнено, що теорії міжнародної торгівлі є основою при статистичному спостереженні торгівлі та дають змогу виявити ключові показники її вимірювання.

2. Встановлено, що однією із проблем вимірювання економічних процесів є їх динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків. Визначено поняття «вимірювання зовнішньої торгівлі» як упорядкування, зіставлення основних показників зовнішньої торгівлі, що характеризують ведення зовнішньоторговельної політики та її наслідки для економіки цієї країни. Виявлено, що визначальними серед систем основних показників зовнішньої торгівлі є обсяги експорту та імпорту, що складають основу для розрахунку інших показників розвитку зовнішньої торгівлі. Описано

інфраструктуру забезпечення вимірювань зовнішньої торгівлі, у відповідності з якою до статистики зовнішньої торгівлі надходять дані з двох основних підрозділів: статистики зовнішньої торгівлі товарами та статистики зовнішньої торгівлі послугами. Сформульовано важливе завдання міжнародної статистики, яке полягає в упорядкуванні інформації про різні аспекти міжнародних процесів для виявлення загальної картини та головних наслідків процесу, а також структури економіки, що досягається за допомогою класифікацій. Розглянуто класифікації як найважливіший і складний елемент, особливо при міжнародних зіставленнях даних. Встановлено, що важливе місце посідають митно-тарифні інструменти, які використовуються, при аналізі даних митної статистики зовнішньої торгівлі. Визначено, що необґрунтоване використання митно-тарифних регуляторів, які не враховують загальноекономічні інтереси держави, може привести до економічного спаду країни. Зазначено, що при вимірюванні зовнішньої політики країни беруться до уваги нетарифні обмеження, які є менш відкритими і тому уряд країни має більше влади при здійсненні зовнішньоторговельної політики. Виявлено, що через відмінності в базах розрахунків статистично сукупна вартість світового експорту завжди буде меншою ніж вартість світового імпорту на певну величину. Обґрунтовано, що це визначається взаємовідносинами між країнами, конкурентоспроможністю продукції цих країн на світовому ринку, обсягом та напрямками зовнішньоторговельних потоків. Узагальнено ряд проблем, які ускладнюють вимірювання зовнішньої торгівлі країни.

3. Розглянуто два основних напрями протікання міжнародної торгівлі: динамічний та структурний. Схематично зображено методологічні аспекти проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі. Узагальнено, що і для структурного, і для динамічного характеру протікання торгівлі можна провести компаративний аналіз основних показників на основі абсолютних, відносних величин або/і описових статистик. Виявлено ефективність їх застосування для дослідження міжнародної торгівлі. Встановлено, що абсолютні величини для проведення компаративного аналізу є не придатними; більш придатними є

використання відносних величин, оскільки на основі розрахованих відносних показників частково можна здійснити компаративний аналіз торгівлі країн або структурний компаративний аналіз; однак найбільш придатним є використання описових статистик із певними умовами.

4. Розраховано абсолютні, відносні та середні показники ряду певних статистичних даних, що характеризують міжнародну торгівлю Європейського Союзу із врахуванням динамічних та структурних змін даного процесу. На основі аналітичного апарату математичної статистики було обчислено основні числові характеристики для статистичного розподілу обсягів експорту та імпорту кожної країни Європейського Союзу протягом 2002–2015 рр. Розраховані абсолютні (середня арифметична, середнє арифметичне відхилення, середнє квадратичне відхилення, розмах варіації) та відносні (коефіцієнт варіації, коефіцієнт осциляції, відносне лінійне відхилення) показники оцінки експорту та імпорту для кожної країни.

5. Здійснено аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі. Досліджено, що основним теоретичним інструментом оцінювання міжнародної торгівлі є стандартна модель міжнародної торгівлі, яка базується на ідеях балансу попиту і пропозиції економістів-неокласиків. Проаналізовано модель загальної рівноваги Л. Вальраса та розглянуто переваги та недоліки подальших модифікацій моделі загальної економічної рівноваги. Виявлено, що, використовуючи математику для опису стану загальної рівноваги в економіці, велика кількість вчених ігнорували динамічну складову ринкових відносин. Обґрунтовано, що стандартна модель міжнародної торгівлі та її модифікації є базою для розрахунку основних параметрів торгівлі, а також пов'язаних із нею параметрів національної економіки. Встановлено відсутність універсального методу отримання потрібних результатів на основі прикладних моделей загальної рівноваги. Описано деякі модифікації цих моделей, що відрізняються між собою методами розрахунку. Емпіричні моделі обчислення загальної рівноваги розробляються із використанням економетричних методів, що приводять до розв'язування систем нелінійних рівнянь. В результаті такого

моделювання досягають рівновагу попиту і пропозиції на ринках товарів, послуг та факторів виробництва. Аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі складає базис для розробки інструментарію оцінювання і вимірювання обсягів основних показників зовнішньої торгівлі і ідентифікації факторів, що впливають на їхню величину.

РОЗДІЛ 2

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН

2.1. Розробка інструментарію вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн із використанням економіко-математичного моделювання

Для виявлення та визначення кількісної міри впливу великої кількості факторів на результативні показники міжнародної торгівлі в подальшому застосуємо статистичний і економіко-математичний аналіз. Метою такого підходу є не тільки класифікація факторів, а й вивчення їхніх взаємозв'язків і формування основних теоретичних узагальнень. Важливим завданням при формуванні інструментарію вимірювання та оцінювання міжнародної торгівлі є використання правильно підібраних методів аналізу цього процесу. Часто понятійні апарати статистики й економіко-математичного моделювання ототожнюють, а іноді приймають за один. Причиною такої асоціації є не лише залежність статистики від математики, а й те, що багато вчених, які здійснили внесок у заснування і розвиток статистики як окремої науки, першочергово були математиками. Проте статистика – це не математика, хоча математичний апарат є інструментом для розв'язування статистичних задач і вирішення проблем.

Розглянемо детальніше причини виникнення кожної із цих наук, а також виокремимо основні інструментарії економіко-математичних та статистичних методів аналізу.

Математика (грец. «наука, знання, вивчення») як наука виникла у VI–V ст. до н. е. за життєвими потребами людини у сфері просторових відношень (землеміряння – геометрії) і обчислень (арифметики), для практичних потреб рахувати, обчислювати, вимірювати, вивчати форми та рух фізичних тіл об'єктів за допомогою дедуктивних розмірковувань й абстракцій [200]. З ускладненням трудової діяльності у людства з'являлися нові потреби у вирішенні складніших практичних завдань. Таким чином, математика розвивалася і удосконалювалася

як наука і з часом виокремилася як багатогранне вчення про абстрактні кількісні та якісні співвідношення, форми і структури. Формулювання нових математичних висновків і доведення їхньої справедливості відбувається за допомогою вдало вибраних аксіом та означень. Математика займається вивченням уявних об'єктів і взаємозалежних зв'язків між ними за допомогою формальної мови. Проте всі ці об'єкти мають подібні до них прототипи у реальності. Відповідно популяризується поняття математичної моделі, що враховує не всі риси об'єкта вивчення, а лише ті, що найбільш потрібні для досягнення мети дослідження. Отже, основним завданням математики є абстракція та встановлення залежностей між об'єктами у більш загальному вигляді.

Розвиток математики та взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності людства зумовили появу нових математичних дисциплін, зокрема теорії ймовірності та математичної статистики.

Теорія ймовірностей – розділ математики, що вивчає закономірності випадкових явищ: випадкові події, випадкові величини, їхні функції, властивості й операції над ними [275]. Причиною виникнення теорії ймовірностей як науки стала поява потреби спрогнозувати виграш в азартних іграх у XVII ст. Основоположниками теорії ймовірностей вважаються французькі математики Блез Паскаль (Blaise Pascal) і П'єр Ферма (Pierre de Fermat) [399]. Вони першими з'ясували деякі ймовірнісні закономірності, що виникали при киданні грального кубика. Паралельно з ними тих самих висновків дійшов нідерландський учений Христіан Гюйгенс (Christiaan Huygens). У 1657 р. учений опублікував працю «Про розрахунки в азартній грі» [365], яка була першим викладенням основних понять теорії ймовірностей, що тоді зароджувалася. Після детального вивчення праці Х. Гюйгенса вагомий внесок у теорію ймовірностей здійснив швейцарський математик Якоб Бернуллі (Jakob Bernoulli). Його фундаментальний трактат «Мистецтва припущень» (1713) [21] є першою ґрунтовною науковою працею з теорії ймовірностей, в якій описано значну

частину теоретичних понять. Я. Бернуллі також сформулював закон великих чисел.

У XIX–XX ст. теорія ймовірностей широко застосовується в інших сферах людської діяльності, зокрема інструментарій теорії ймовірностей починають використовувати у промисловості, сільському господарстві, медицині тощо. Значним є внесок у розвиток теорії ймовірностей французьких математиків П'єра-Сімона Лапласа (Pierre-Simon Laplace) і Сімеона-Дені Пуассона, російських математиків Пафнутія Львовича Чебишева, Андрія Андрійовича Маркова та Олександра Михайловича Ляпунова. Проте до такого вигляду, який маємо сьогодні, теорію ймовірностей звів російський математик Андрій Миколайович Колмогоров за допомогою аксіоматизації, яку запропонував у праці «Основні поняття теорії імовірностей» (1936) [162].

Таким чином, теорія ймовірностей, пройшовши порівняно недовготривалий шлях становлення, виокремилася як один із розділів математики. Математичним інструментарієм теорії ймовірностей є комбінаторика і теорія міри, а предметом дослідження – особливі залежності, властиві результатам масових однорідних випробувань. При цьому у дослідженнях беруть участь випробування, яким властива статистична регулярність, незалежно від наслідків випробувань у кожному разі.

Як тільки виникла теорія ймовірностей, імовірнісні моделі почали використовувати при обробці статистичних даних.

Проте початком упорядкування статистичної інформації вважають період до виникнення держави (III – II тис. до н. е.). І статистикою тоді називали опис економічного й політичного багатства держави або його частин [271]. Згодом термін «статистика» набув ширшого використання. Основним завданням статистики було подання фактів у найбільш стислому вигляді.

У XVII ст. велике значення мали наукові трактати Б. Паскаля та Я. Бернуллі, зокрема присвячені закону великих чисел, оскільки це важливий аспект статистичної теорії. Загалом наукова діяльність англійського економіста В. Петті та праця «Політична арифметика» [400] зокрема, в якій проведений

аналіз економічної ситуації на основі наявної в той період статистичної інформації, також є вагомим внеском у розвиток статистики. В XVIII ст. закладені основи статистично-математичного опрацювання даних; складались статистичні таблиці з обліком народжуваності та смертності населення, здійснено спроби розрахувати індекс цін тощо. А в XIX ст. у багатьох країнах світу функціонували спеціальні організації, діяльність яких була спрямована на збір та обробку статистичних даних. Регулярно проводили перепис населення, а в 1885 р. створено Міжнародний статистичний інститут.

У розробці методологічного та наукового базису практичної статистики значним є внесок французьких математиків П. Лапласа та Адрієна-Марі Лежандра (Adrien-Marie Legendre), німецького математика Йоганна-Карла Фрідріха Гаусса (Johann Carolus Fridericus Gauss), російського математика П. Чебишева та інших учених, наукова діяльність яких спрямована на розробку теоретичних питань теорії ймовірностей щодо статистичних досліджень. Одним із засновників наукової статистики вважають також французького і бельгійського математика, соціолога Ламбера-Адольфа-Жака Кетле (Lambert-Adolph-Jacques Quetelet). У праці «Про людину і розвиток її здібностей, або Досвід соціальної фізики» (1835) [175] науковець використав статистичні методи для дослідження законів розвитку людства та сформулював основні методологічні положення статистики.

У XX ст. статистику розглядають як сукупність методів і принципів, згідно з якими проводиться збір, аналіз, порівняння, подання й інтерпретація числових даних. У 1954 р. український та російський математик Борис Володимирович Гнеденко у праці «Нарис з історії теорії ймовірностей» визначив статистику як науку, що складається з трьох розділів: збір статистичних відомостей, що характеризують окремі одиниці масових сукупностей; статистичне дослідження отриманих даних, що полягає у з'ясуванні закономірностей, що можуть бути встановлені на основі спостережних даних; розробка прийомів статистичного спостереження й аналізу статистичних даних. Останній розділ є математичною статистикою [55].

Отже, статистика – це наука, що вивчає методи кількісного охоплення та дослідження суспільних явищ і процесів. Статистика поділяється на математичну та прикладну [271].

Математична статистика – це розділ математики, що займається вивченням імовірнісних закономірностей масових явищ на основі статистичних даних, отриманих у результаті спостережень і експериментів [202]. Теоретичним базисом математичної статистики є теорія ймовірностей. Її методи використовуються для побудови математичних моделей. Без використання основних понять і законів теорії ймовірностей неможливо узагальнити висновки математичної статистики, а отже, використати їх для наукових і практичних завдань.

Основними завданнями математичної статистики є перетворення сукупності окремих дослідних даних у формалізовану систему, визначення основних числових характеристик випадкових вибірок (вибіркового середнього, вибіркової дисперсії, середнього квадратичного відхилення тощо), виявлення взаємозв'язків між змінними, статистична перевірка гіпотез, оцінювання точності, надійності та ефективності вибірових статистик.

Прикладна статистика – це наука про методи опрацювання довільних статистичних даних, отриманих у результаті досліджень. Математичною базою прикладної статистики та статистичних методів аналізу є теорія ймовірностей і математична статистика [242].

Статистичними даними є кількісні або якісні значення деякої ознаки, характерної для досліджуваних об'єктів. Залежно від характеру значень (числові та нечислові) прикладна статистика поділяється на дві частини – числову статистику і нечислову статистику.

Над числовими статистичними даними можна виконувати математичні операції, множити на коефіцієнти тощо. Відповідно математичним апаратом аналізу елементів вибірки числової статистики є закони великих чисел, центральні граничні теореми тощо.

Нечислові статистичні дані є елементами нечислових математичних просторів (множин). З огляду на це математичний апарат їхнього аналізу базується на використанні відстаней між елементами (а також мір близькості, показників різниці) у таких просторах, за допомогою яких можна визначити емпіричні та теоретичні середні, побудувати непараметричні оцінки щільності розподілу ймовірностей, розв'язати задачі діагностики й кластерного аналізу і т. ін. [117].

Основним завданням опрацювання статистичної інформації є виявлення причинно-наслідкових взаємозв'язків та інтерпретація результатів щодо впливу незалежних змінних на залежні. Розрізняють методи прикладної статистики, що застосовуються у різних сферах наукових досліджень та економічних галузях, а також визначають інші статистичні методи, що можуть використовуватись лише в обмежених сферах, наприклад, статистичне регулювання технологічних процесів, планування експериментів тощо.

Для отримання й обґрунтування певних міркувань про групу об'єктів чи суб'єктів із будь-якої сфери людської діяльності використовують статистичні методи аналізу даних.

Методологія статистики базується на методах, які умовно можна поділити на три групи: метод масових спостережень, метод угруповань, метод узагальнюючих показників. Застосовуючи метод масових спостережень, можна зібрати первинні статистичні дані з метою одержання даних, що характеризують кожну одиницю спостереження. За допомогою методів угруповань визначають однорідні сукупності, групують їх і поділяють на підгрупи, а результати зводять у статистичні таблиці. Таким чином, досягається мета, що полягає у переході від характеристик кожної спостережної одиниці до зведених характеристик сукупності загалом. На завершальному етапі, використавши метод узагальнюючих показників, отримані зведені дані аналізуються й описуються виявлені між ними взаємозв'язки, закономірності їхнього розвитку та здійснюється прогнозне оцінювання.

Математичні та статистичні методи і моделі використовує наука економетрика (економетрія) для вивчення кількісних та якісних взаємозв'язків в економіці [29]. Отже, основним завданням економетрики є використання статистики та математики для розвитку економічної теорії [295].

За допомогою економетрики можна розробити інструментарій для економічних вимірювань та описати методологію оцінювання параметрів економічних моделей, а також спрогнозувати економічні процеси.

Започаткування економетрики пов'язують із першими спробами кількісного оцінювання в економіці та датують XVII ст. Відомі англійські науковці В. Петті, Чарльз Давенант (Charles Davenant) і Грегорі Кінг (Gregory King) розвинули політичну арифметику, вивчаючи і використовуючи значний обсяг конкретних економічних даних, отриманих із різних джерел. Цим науковцям приписується першість у проведенні обчислень національного доходу населення, передумовою чого був розрахунок доходу, розходу і збережень на душу населення відповідно до соціальних класів тодішньої Англії. Ці наукові здобутки спонукали інших науковців до подальших досліджень у цьому напрямку.

Виникнення економетрики пов'язують також із діяльністю учених-статистів, зокрема англійських дослідників Френсіса Гальтона (Francis Galton), Карла Пірсона (Karl (Carl) Pearson) та ірландського економіста Френсіса-Ісідора Еджуорта (Francis Ysidro Edgeworth), які є розробниками теорії кореляції, критеріїв узгодженості тощо.

Американський економіст Генрі-Людвелл Мур (Henry Ludwell Moore) увійшов в історію як автор першої праці з економетрики «Закони заробітної плати: есе із статистичної економіки» (1911) [393]. У дослідженні Г. Мур проаналізував ринок праці та описав, як за допомогою математичного апарату та статистичних даних можна розробити основні аспекти соціальної політики. У 1919 р. у статті «Емпіричні закони попиту і пропозиції еластичності цін» [392] науковець уперше представив концепцію еластичності цін і здійснив кількісне оцінювання кривих попиту та пропозиції.

Значущою для розвитку економетрики є реалізація ідеї, що зміна певних показників сигналізує про зміни інших. Ця розробка одержала назву економічного барометра. Найбільш відомим із них був Гарвардський барометр (1903), проте проіснував він не довготривало до 1925 р. Надалі провідним у макроекономічному аналізі вважають метод побудови міжгалузевого балансу В. Леонтьєва [308].

У 1930 р. провідні економісти-дослідники (американець Ірвінг Фішер (Irving Fisher), норвежець Рагнар-Антон-Кіттілх Фріш (Ragnar Anton Killi Frisch), голландець Ян Тінберген (Jan Tinbergen), австрієць Йозеф-Алоїз Шумпетер (Joseph Alois Schumpeter), росіянин Оскар Миколайович Андерсон та інші) створили Міжнародне незалежне економетричне товариство економістів, зацікавлених у розвитку економіки із застосуванням статистичних і математичних інструментів для її дослідження [121], першим президентом якого був І. Фішер.

З появою комп'ютерів розширилися можливості економетрики як науки. Здійснено значний внесок у розвиток теорії часових рядів тощо.

Варто виокремити норвезького економіста Трюгве-Магнус Гаавельмо (Trygve Magnus Haavelmo), який отримав Нобелівську премію у 1989 р. «...за прояснення імовірнісних основ економетрики і аналіз одночасних економічних структур» [270]. Науковець описав доцільність використання методів математичної статистики для одержання висновків про складні економічні взаємозв'язки на основі випадкової вибірки емпіричних спостережень. Т. Гаавельмо у науковій діяльності керувався принципом, за яким економічна теорія мала право на існування лише після її перевірки за допомогою математичних і статистичних моделей. Він допоміг вирішити проблеми, пов'язані з оцінюванням точності економічних прогнозів, запропонувавши статистично-ймовірнісний підхід. Для економіки велике значення має відповідність побудованих економічних моделей з емпіричними спостережними даними.

Отже, економетрика сьогодні – це самостійна наука, що використовує множину теоретичних висновків, засобів, прийомів, методів і моделей, щоб на основі економічної теорії, економічної статистики та математико-статистичного інструментарію присвоювати конкретні кількісні значення загальним закономірностям, обґрунтованим економічною теорією [288].

Таким чином, економетрика має широке практичне значення в економічній діяльності.

Узагальнимо вищевикладене, схематично зобразивши взаємозалежності між методологічними аспектами розглянутих дисциплін (рис. 2.1).

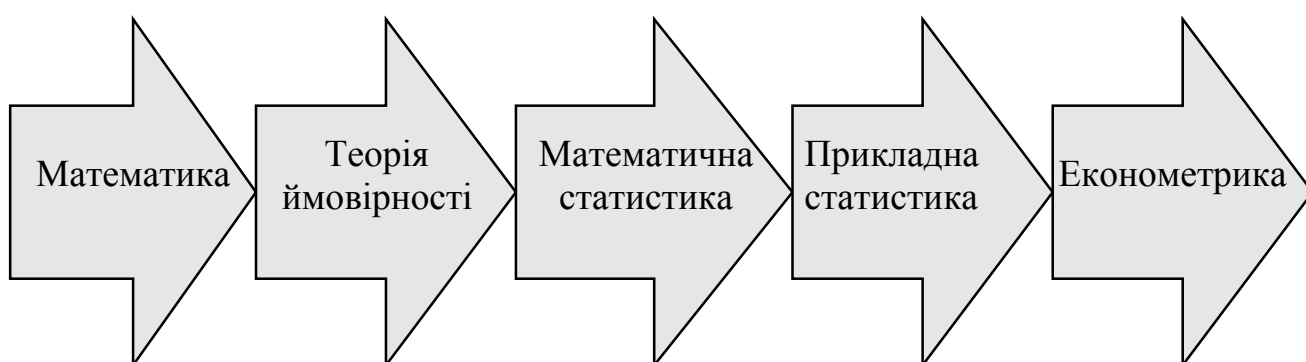


Рис. 2.1. Взаємозалежності між методологічними аспектами дисциплін

Джерело: розроблено автором

На нашу думку, першою у цій схемі має бути математика. У математиці вивчення об'єктів здійснюється на основі формул, означень, аксіом і теорем.

Похідною від математики є теорія ймовірностей, оскільки для опису випробувань (експерименти, спостереження, вимірювання) використовуються математичні моделі.

Наступною у цій схемі є математична статистика, що для побудови і перевірки математичних моделей використовує методи теорії ймовірностей.

Прикладну статистику доцільно розмістити після математичної, оскільки її математичною основою є теорія ймовірності і математична статистика.

І на останньому місці у цій схемі перебуває економетрика, яка для вивчення кількісних та якісних економічних взаємозв'язків використовує математичні й статистичні методи і моделі.

До якісних характеристик міжнародної торгівлі можна зарахувати ознаки, значення яких не мають числового вираження і відрізняються за суттю, а не за розміром (наприклад, товарна група, митно-тарифна політика, деякі географічні показники тощо). Це характеристики торгівлі, пов'язані із структурними змінами.

До кількісних належать ознаки, що мають кількісне, числове значення, наприклад, ціна, обсяг експорту та імпорту, сальдо тощо.

Оскільки кількісні ознаки виражаються числом, для їхнього аналізу і знаходження функціональних залежностей прийнято використовувати математичний апарат. Ще до нашої ери давньогрецький учений Арістотель Стагірит (Aristoteles Stageirites) першим намагався розглянути економічні закономірності та оцінити економічні процеси. В результаті пошуку можливих типів опису дійсності з'явилася фундаментальна праця Арістотеля «Категорії» [152], в якій він описує поділ всіх матеріальних речей світу на 10 категорій. У своїй системі категорій дослідник визначає категорію кількості, що є не лише числом, а тим, до чого додається число, або величина. Крім того, категорія кількості описується як предмет математики. За Арістотелем, математика вивчає абстрактні властивості реальних речей. Учений вказує, що математик оминає різницю у властивостях речей і розглядає тільки їхню кількісну сторону [11]. Ця думка Арістотеля дала змогу в майбутньому встановити категорію кількості нарівні з категорією сутності, а потім і визнати її більш пріоритетною. Ці положення заклали основу для розвитку математичних ідей у середньовічний період.

Подібну думку висловлював французький математик Рене Декарт (René Descartes). Він стверджував, що число – це всезагальна характеристика, якою наділені всі речі, що порівнюються між собою [82]. Згодом ця точка зору простежується у працях німецького філософа Іммануїла Канта (Immanuel Kant) [150]. Він здійснив спробу застосувати математику у психології, етиці, естетиці та вбачав суть діяльності математика у розгляді звичайних матеріальних предметів, виокремленні їхніх математичних властивостей і поверненні до

реальних предметів. І. Кант висловив думку, що математику можна застосувати до дослідження матеріального світу, та виступав за те, щоб вона мала практичне застосування.

На увагу заслуговує діяльність англійського економіста сера Вільяма Петті (William Petty), який у праці «Політична арифметика» (1662) [400] описав використання математичного та статистичного аналізу при дослідженні економічних процесів. В. Петті акцентував увагу на важливості обчислення таких показників, як національний дохід країни й обсяг національного багатства, що відіграють важливу роль у сучасній статистиці та економіці. Вчений вперше розробив підходи до кількісного пізнання та описав методи оцінювання деяких економічних явищ. Окрім того, В. Петті застосовував ці методи при дослідженні торгівлі, зокрема він встановив кількісну залежність величини вартості від продуктивності праці; науковець стверджував, що існує пропорція грошей для торгового обміну, тобто надмірна кількість грошей є причиною зростання цін, а недостатня їхня кількість спричиняє скорочення обсягу праці.

Надалі метод природничих наук В. Петті застосовував у своїх дослідженнях французький економіст Франсуа Кене (François Quesnay), відомий своєю працею «Економічна таблиця» (1758) [342], в якій він проаналізував процес суспільного відтворення продукту. У цьому фундаментальному дослідженні вчений застосовував математичне моделювання як метод аналізу макроекономічних процесів. «Економічна таблиця» Ф. Кене – це перша спроба кількісного аналізу відносин відтворення або перша кількісна модель руху товарних і грошових потоків. Науковець також описав можливість неперервного відтворення виробничих відносин у суспільстві тощо. Крім того, на основі багаторічних досліджень Ф. Кене дійшов висновку, що обмін або торгівля не є джерелом багатства. Проте, на його думку, багатство країни зростає завдяки потребам нації, тобто потреба у споживанні необхідної продукції збільшує обсяги її виготовлення і, як підсумок, зростає багатство цієї країни.

Більш ґрунтовно застосовував математичні методи в економіці французький математик-економіст Антуан-Огюст Курно (Antoine Augustin Cournot). У

дослідженнях А. Курно спробував пояснити економічні закони за допомогою математичних формул. Велике значення для розвитку математичної економіки має праця «Дослідження математичних принципів історії багатства» [409], в якій уперше використано кількісні методи для аналізу конкуренції між товарами у різних ринкових ситуаціях. А. Курно також досліджував питання розвитку торгівлі, зокрема він розглядав проблему взаємозалежності ціни і попиту (при збільшенні ціни зменшується попит, і навпаки), на основі чого вперше було визначено функцію попиту та поняття його еластичності, що дало змогу знайти оптимальну ціну товару за критерієм максимізації доходу.

Серед вітчизняних науковців слід виокремити українського і російського природознавця Володимира Івановича Вернадського, який відводив важливу роль математиці у наукових дослідженнях. Він вважав, що математика взаємопов'язана із людською діяльністю і має емпіричний характер [42]. На його думку, завдяки математиці можна оцінити реальність лише кількісно, не беручи до уваги якісну складову різноманіття світу. Тобто В. Вернадський стверджував, що якісний підхід до аналізу природних процесів не забезпечує потрібних результатів без застосування кількісних методів (математики). Саме математика, на його думку, більш точно здатна описати об'єктивні закономірності природних явищ. Математичний апарат є незамінним інструментом для наукового передбачення майбутньої поведінки об'єкта, а також дає змогу точно описати його поведінку в минулому. Дослідник вважав математику потужним засобом наукового пізнання, оскільки розвиток математичних методів безпосередньо впливає на прогрес науки загалом [219].

Російський економіст Володимир Карпович Дмитрієв теж використовував інструментарій математичних методів при дослідженні економічних процесів. Саме його великий внесок у дослідження торгівлі визнаний серед світової спільноти, а розробки науковця набули подальшого розвитку завдяки лауреату Нобелівської премії В. Леонт'єву та іншим американським і європейським економістам. Основні аспекти своєї діяльності він окреслив у праці «Економічні

нариса» (1904) [113]. В. Дмитрієв здійснив спробу пояснити ціну витрат у теорії Д. Рікардо і запропонував спосіб обчислення повних витрат на випуск продукції.

Відомий український економіст-математик Євген Євгенович Слуцький також активно пропагував використання математичних методів в економічних дослідженнях. Внесок науковця у розвиток математико-статистичних досліджень неоціненний. Його основна праця «Теорія кореляції і елементи вчення про криві розподілу» (1912) [262] користувалася популярністю і використовувалася як посібник з математичної статистики. Фундаментальними були розробки Є. Слуцького при дослідженні проблем попиту, зокрема знаходження взаємозв'язку між функцією корисності, рухом цін і грошових доходів населення. На основі результатів досліджень опублікована стаття «До теорії збалансованого бюджету споживача» (1915) [261], в якій вперше математично обґрунтовано принцип рівноваги попиту споживача на основі поєднання граничних суб'єктивних оцінок вартості з коливанням цін і грошових доходів споживача.

В теорії міжнародної торгівлі діють певні стійкі кількісні закономірності, що піддаються формалізованому математичному опису. Таким чином, кількісний аспект оцінювання міжнародної торгівлі базується на використанні математичного інструментарію кількісних методів. Отже, кількісні методи математики є найкращим допоміжним апаратом для розробки інструментарію для оцінювання міжнародної торгівлі. Це дасть змогу на основі вхідних даних і співвідношень за методами дедукції та за допомогою математики описати основні положення, зробити висновки за певними припущеннями та отримати нові дані про об'єкт дослідження.

Провідні країни світу впродовж кількох десятиліть в аналітичній діяльності та в підготовці фахівців-міжнародників використовують спеціалізовані бази даних, методи математичної статистики, теорії ігор і навіть складні комп'ютерні імітаційні моделі, що дає змогу прогнозувати основні показники торгівлі.

Математика сьогодні щораз глибше проникає у різні галузі знань і дедалі більше використовуються математичні методи та моделі при дослідженні економічних процесів. Логічний і обчислювальний апарат сучасної математики є незамінним інструментом при дослідженні міжнародної торгівлі.

Математичні методи і моделі широко почали застосовувати при дослідженні економічних процесів у XIX ст. У 1826 р. була опублікована відома праця німецького економіста Йоганна-Генріха фон Тюнена «Ізольована держава» (1826, Johann Heinrich von Thünen) [282]. Модель експлуатації сільськогосподарських угідь Й. Тюнена описувала економічні зв'язки і закономірності математичною мовою.

Математичні моделі в економіці застосовував також французький економіст Л. Вальрас. У дослідженнях Л. Вальраса подальшого розвитку набула модель рівноваги Курно. Науковець уперше ввів найбільш загальні критерії ринкової рівноваги – «попит дорівнює пропозиції», які сформулював у праці «Елементи чистої політичної економії» (1874) [341]. Л. Вальрас позиціонував використання математичних методів як обов'язкового елемента економічної науки. Його вважають попередником сучасної математичної економіки.

Математична економіка – це «...сфера теоретичної і прикладної наукової діяльності, метою якої є математично формалізований опис економічних об'єктів, процесів і явищ» [201]. Основною методологічною особливістю математичної економіки є те, що вона вивчає не економічні об'єкти та явища, а їхні математичні моделі. Якщо розглядати математичну економіку як один із напрямів математики, її можна прирівняти до тих розділів прикладної математики, що пов'язані з оптимізацією і завданнями прийняття рішень.

Більшість лауреатів Нобелівської премії з економіки з 1969 р. використовували у дослідженнях математичні методи і моделі. При цьому більшої популярності набуває використання кількісного інструментарію сучасної математики та комп'ютерного програмного забезпечення. А в зарубіжних виданнях переважають публікації із застосуванням математичного апарату при дослідженні соціально-економічних процесів. Висока ефективність

застосування кількісних методів при розв'язанні задач різних напрямків економічного розвитку підтверджується у міжнародній практиці, в тому числі при оцінюванні міжнародної торгівлі.

Великий внесок у розвиток сучасного математичного апарату кількісних методів в економічних дослідженнях здійснили радянський економіст, академік Леонід Віталійович Канторович та голландський і американський економіст Тьяллінг-Чарльз Купманс (Tjalling Charles Koopmans). Науковці отримали у 1975 р. Нобелівську премію, за вагомий внесок у теорію оптимального розподілу ресурсів.

Хоча математичний апарат кількісних методів не дає однозначної відповіді та рекомендацій щодо розробки інструментарію оцінювання міжнародної торгівлі, проте на його основі можна одержати кількісну оцінку ефективності розвитку міжнародної торгівлі та виробити конкретні пропозиції щодо покращення її основних показників.

Отже, при оцінюванні міжнародної торгівлі використання кількісних методів передбачає:

- аналіз основних показників міжнародної торгівлі, враховуючи динамічні та структурні зміни цього процесу;
- визначення кількісної міри впливу множини факторів на результативні показниками міжнародної торгівлі;
- оптимальний вибір множини ідентифікаторів, що можуть бути застосовані в моделюванні міжнародної торгівлі;
- побудову комплексу економіко-математичних моделей для розробки рекомендацій щодо дослідження міжнародної торгівлі.

Загальновідомо, що для дослідження міжнародної торгівлі існує велика кількість способів, методів, теорій оцінювання тощо. Проте, враховуючи динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків торгівлі, вимірювання та оцінювання цього процесу залишається проблематичним. Саме тому важливим є застосування правильно підібраних методів для одержання коректних висновків. А оскільки для вивчення кількісних і якісних показників

будь-якого явища, а отже, і торгівлі, застосовують статистичні та економіко-математичні методи і моделі, визначення їхньої методології та понятійних апаратів є базисом для розробки інструментарію вимірювання й оцінювання міжнародної торгівлі та дає змогу виявити основні показники для подальшого дослідження. На нашу думку, саме історія розвитку, причини виникнення, їхній взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності, а також відмінності між понятійними апаратами статистичних і економіко-математичних методів дослідження дають змогу простежити процес та охарактеризувати формування інструментарію економічних вимірювань і оцінок.

2.2. Багатофакторні економетричні методи вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн

При дослідженні міжнародної торгівлі важливим є кількісне оцінювання конкурентоспроможності країни на світовому ринку. Найпоширенішим серед інструментів, що дають змогу провести кількісне оцінювання конкурентоспроможності досліджуваного об'єкта, є кластерний аналіз. Саме за допомогою методів кластеризації поділимо країни ЄС на групи за обсягами їхніх експортних операцій і визначимо найпотужніших серед них.

Використовуючи методи кластеризації, поділимо країни ЄС на групи, які характеризуються однаковою інтенсивністю експорту [101;94]. Таким чином, виявимо серед них країни-лідери, країни середнього рівня та країни-аутсайтери щодо обсягів експортних операцій (млн. дол.). Основним завданням кластерного аналізу є об'єднання досліджуваних об'єктів у кластери таким чином, щоб в один кластер потрапляли максимально подібні об'єкти, а об'єкти різних кластерів максимально відрізнялися один від одного. Кількісний показник подібності розрахований на основі обсягів експортних операцій країн ЄС протягом 2002–2015 рр. (див. дод. Б) Для цього були використані статистичні дані Eurostat [345].

Міра близькості, яка визначається Евклідовою відстанню, є геометричною відстанню в n -вимірному просторі та обчислюється за формулою:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}. \quad (2.1)$$

Для визначення кількості кластерів побудуємо поверхню значень обсягів експорту (млн. дол.) країн ЄС протягом досліджуваного періоду (рис. 2.2).

На основі побудованої поверхні значень обсягів експорту (млн. дол.) країни ЄС можна поділити на 5 кластерів за інтенсивністю експортних операцій.

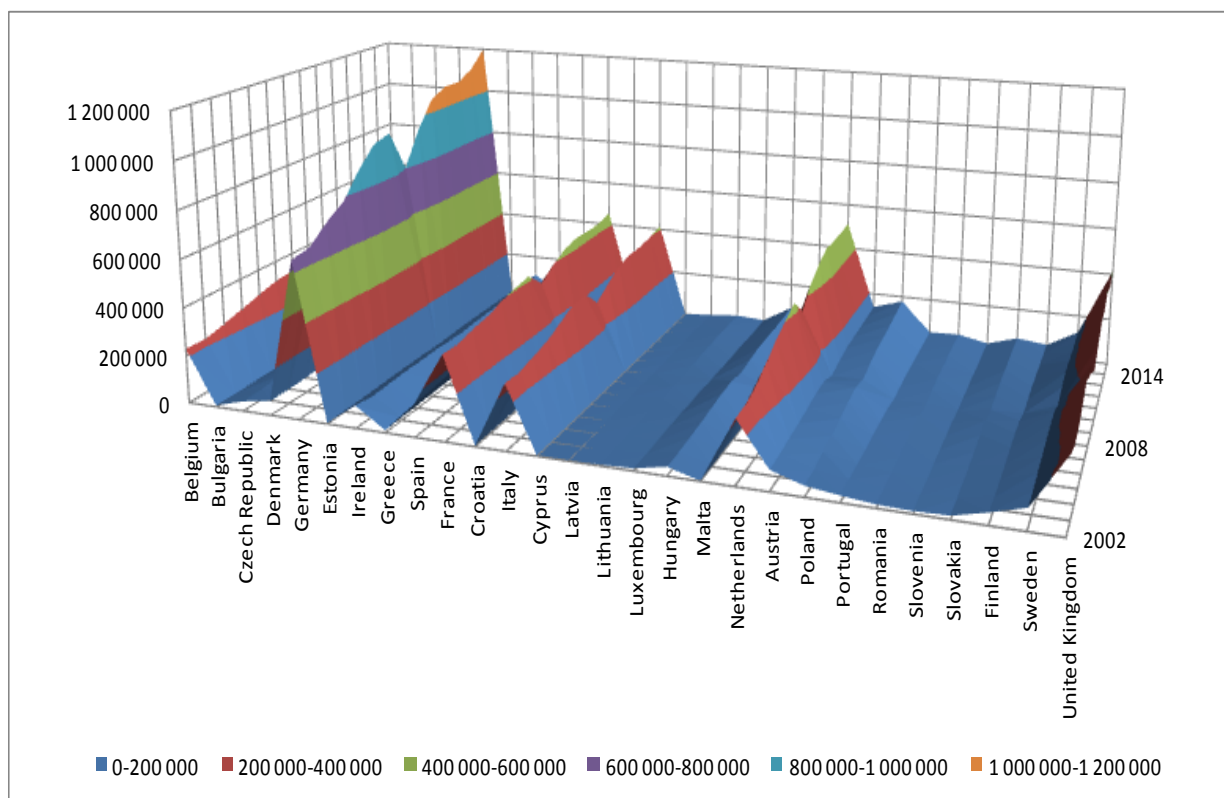


**Рис. 2.2. Поверхня значень обсягів експорту країн ЄС
протягом 2002–2015 рр.**

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Ще одним способом визначення кількості кластерів при проведенні кластерного аналізу є побудова дендрограми, яка графічно демонструє послідовність об'єднання кластерів. Використовуючи ті самі статистичні дані Eurostat [345] і програмний продукт STATISTICA 10, нами була побудовано дендрограму країн ЄС за обсягами експорту протягом 2002–2015 рр. (рис. 2.3).

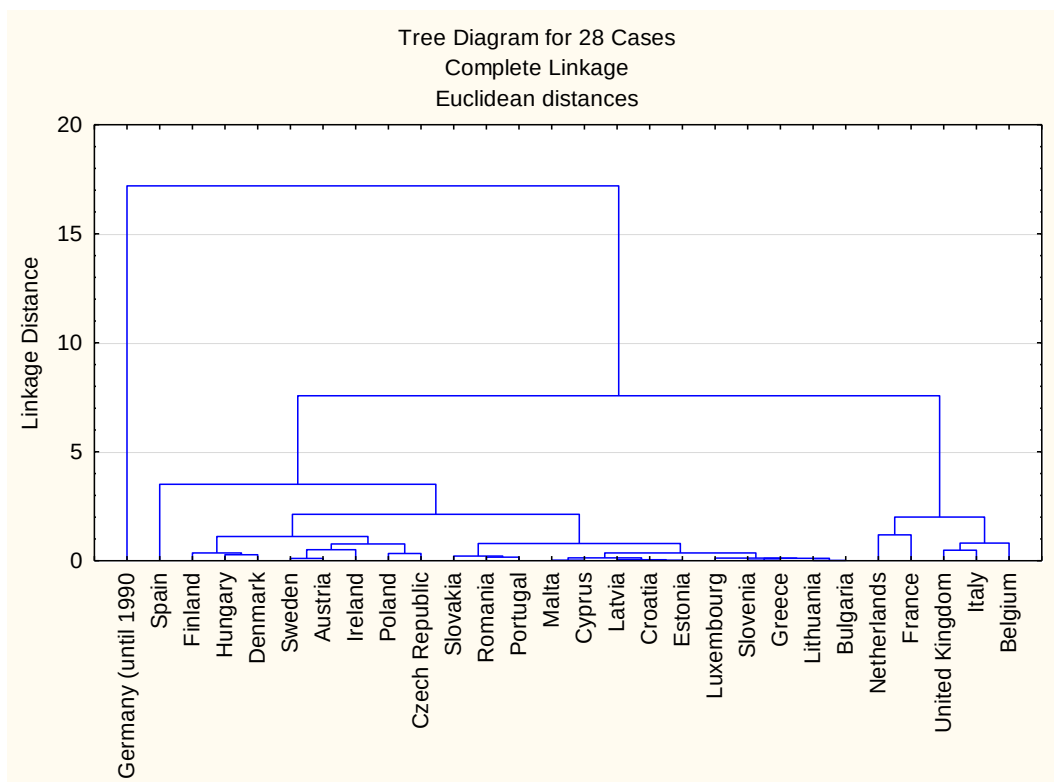


**Рис. 2.3. Дендрограма країн ЄС за обсягами експорту
протягом 2002–2015 рр.**

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Як підтверджують дані рис. 2.3, на основі дендрограми країни ЄС умовно можна поділити також на 5 кластерів.

Дендрограма починається у верхній частині кожної країни у відповідному кластері. Коли рухатися вниз, країни, які ближчі одна до одної, об'єднуються і утворюють кластери. Кожен вузол дендрограми, наведеної на рис. 2.3, є об'єднанням двох або більше кластерів. Окрім того, розташування вузлів на вертикальній осі визначає відстань, на якій були об'єднані відповідні кластери.

За отриманими результатами можна припустити, що країни ЄС утворюють 5 кластерів. Перевіримо це припущення, розбивши вихідні дані методом *k-means* на 5 кластерів, і порівняємо відмінності між отриманими групами. Для проведення кластерного аналізу використаємо засоби пакета програми STATISTICA 10. Змінними групування обрано обсяги експортних операцій протягом 2002–2015 рр. (14 змінних групування), а мірою відстані об'єктів у

кластерах – Евклідову відстань. Значення середніх змінних групування подано на рис. 2.4.

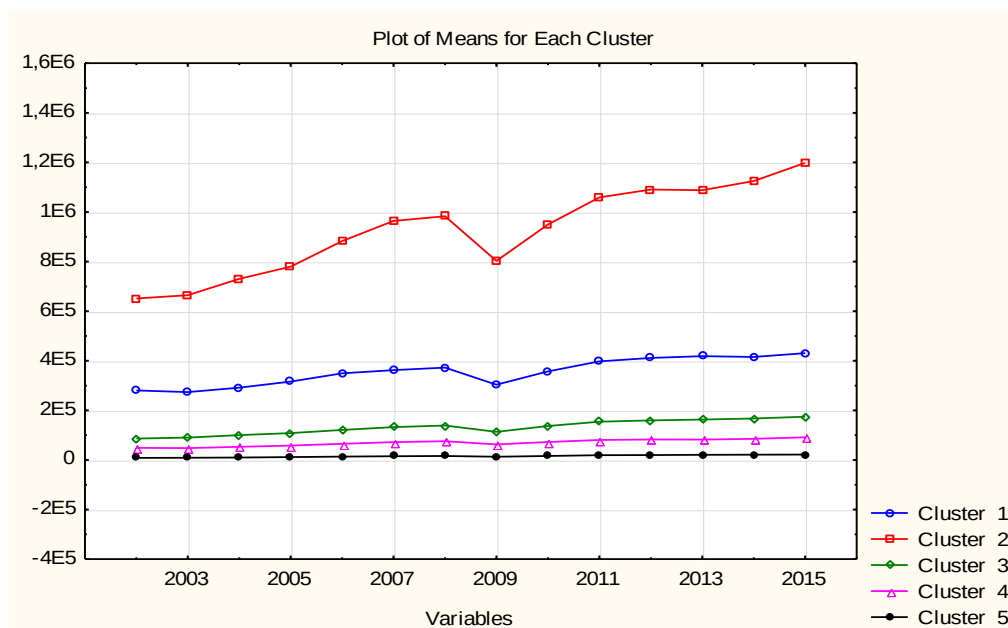


Рис. 2.4. Середні значення змінних групування у кластерах

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Геометричну інтерпретацію відмінностей між країнами ЄС за Евклідовою відстанню відображає рис. 2.5.

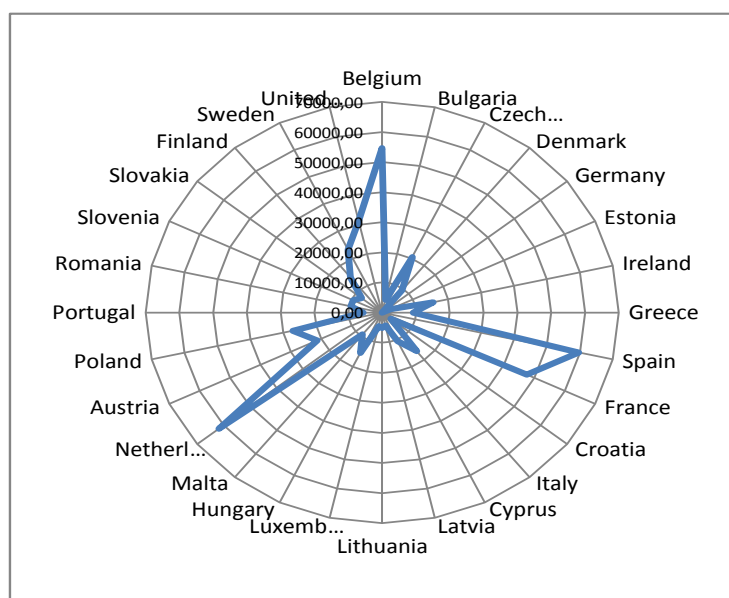


Рис. 2.5. Геометрична інтерпретація відмінності країн ЄС між собою на основі Евклідової відстані

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Відмінності між отриманими кластерами за Евклідовою відстанню зображено на рис. 2.6.

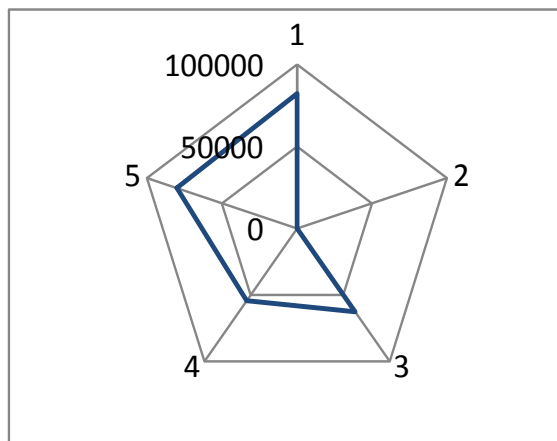


Рис. 2.7. Геометрична інтерпретація відмінностей кластерів між собою (відстань від центроїдів кластерів на основі Евклідової відстані)

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

До кластера 1 належать п'ять країн: Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди та Великобританія. Як свідчать дані рис. 3.23, у цьому кластері вищий рівень за експортними операціями, ніж у кластерах 3, 4 та 5, проте нижчий, ніж у кластері 2.

Кластер 2 визначається найвищим рівнем експорту. До цього кластера належить Німеччина.

Кластер 3 характеризується нижчим рівнем експорту, ніж у країнах, що належать до кластерів 1 і 2, проте вищим, ніж у 4 і 5. Отже, можна стверджувати, що країни, які формують цей кластер, характеризуються середнім рівнем експорту між усіма країнами ЄС. Цей кластер становлять такі країни: Іспанія, Австрія, Польща, Швеція.

Кластер 4 – Чехія, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія – характеризується дещо вищим рівнем експорту порівняно із кластером 5, але загалом він є нижчим від інших кластерів.

Кластер 5 формують 12 країн ЄС, де обсяги експортних операцій протягом досліджуваного періоду найнижчі. До кластера 5 належать: Болгарія, Естонія,

Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія.

Отже, отримано географічні сегменти за інтенсивністю експортних операцій. Так, із 28 країн ЄС 12 характеризуються найнижчим рівнем експорту і лише 6 (належать до кластерів 1 і 2) мають високу інтенсивність експорту. До експортерів-лідерів можна зарахувати Німеччину, Бельгію, Францію, Італію, Нідерланди та Великобританію. Країнами-експортерами середнього рівня є такі: Іспанія, Австрія, Польща, Швеція, Чехія, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія. І як свідчить кластерний аналіз, аутсайдерами серед країн ЄС за обсягом експортних операцій є Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія.

Проведений аналіз кожного кластера зокрема дав змогу виявити варіацію досліджуваних даних. Таким чином, країни, що належать до кластера 5, можна також поділити на окремі кластери. Оскільки коефіцієнт варіації для цього кластера набуває значення від 0,07 (Ірландія) до 0,46 (Латвія), маємо надто велику різницю між статистичними розподілами обсягів експорту країн з точки зору їхньої розмірності відносно середньої вибіркової.

Окрім того, методом кластерного аналізу *k-means* засобами пакета програми STATISTICA 10 проведено кластерний аналіз країн Європейського Союзу за інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 р.

Змінними групування обрано:

- харчові продукти, напої та тютюнові вироби (x1);
- сировина (x2);
- мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали (x3);
- хімічні речовини та пов'язані з ними продукти (x4);
- інші промислові товари (x5);
- техніка та транспортне обладнання (x6);
- товари та операції, не класифіковані в SITC (x7).

Мірою відстані об'єктів у кластерах є Евклідова відстань.

На основі поверхні значень змінних групування країни ЄС поділено на 5 кластерів, що відрізняються між собою інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 р. (значення середніх змінних групування подано на рис. 2.8).

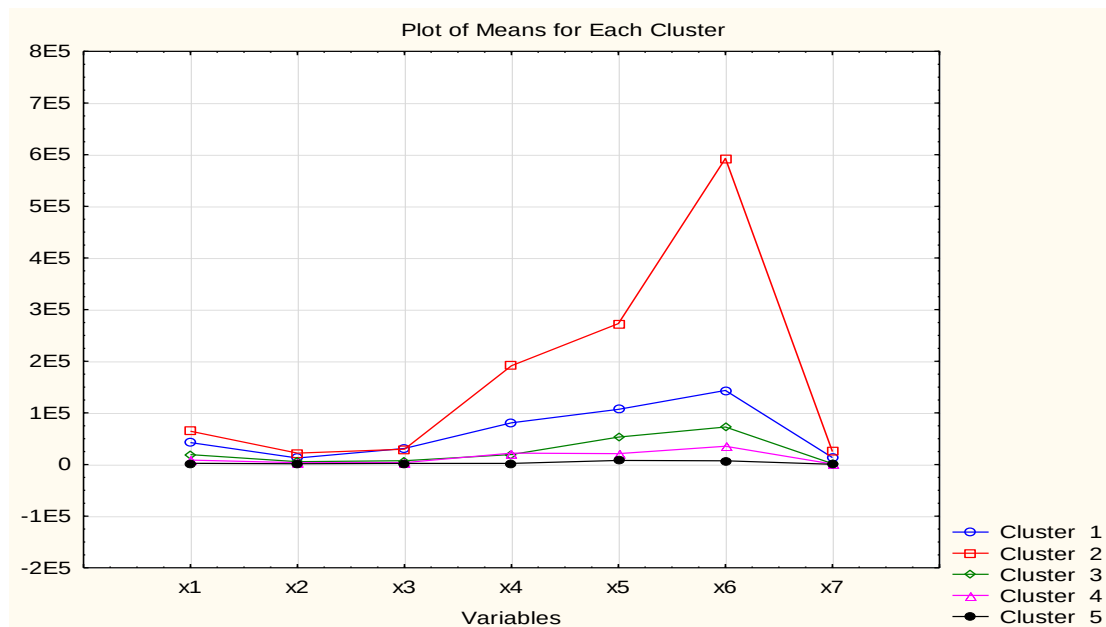


Рис. 2.8. Середні значення змінних групування у кластерах

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

До кластера 1 увійшли Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди та Великобританія. Цей кластер є другим за всіма змінними групування. Згідно з даними для країн цього кластера характерний високий рівень експорту таких товарних груп: хімічні речовини та пов'язані з ними продукти; інші промислові товари; техніка та транспортне обладнання.

До кластеру 2 належить лише одна країна – Німеччина. Як свідчать дані рис. 2.8, у цьому кластері найвищі рівні за всіма змінними групування, зокрема за експортом техніки та транспортного обладнання.

Кластер 3 формує 4 країни: Чехія, Іспанія, Австрія та Польща. Він характеризується вищим рівнем експорту інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання, ніж у країнах, що належать до кластерів 4 і 5, проте нижчим, ніж у 1 і 2. Окрім цього, у країнах, що належать до кластера 2 спостерігається доволі низький рівень експорту в інших товарних групах.

Кластер 4 становлять 5 країн: Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Швеція. Для них характерний дещо вищий рівень експорту в усіх товарних групах порівняно з кластером 5, але загалом він є нижчим від інших кластерів.

До кластера 5 належать 13 країн ЄС (Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія, Фінляндія). Він характеризується найнижчим рівнем за всіма показниками.

Як підтверджують дані кластерного аналізу, отримано майже однакового складу кластери за загальним обсягом експорту країн ЄС і за обсягом експорту у товарних групах країн ЄС. Відмінності виявлено за загальним обсягом експорту (Фінляндія належить до кластера 4) та за обсягом експорту у товарних групах (країна представляє кластер 5).

Отже, при проведенні кластерного аналізу за обсягами експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. визначено країни (Німеччина, Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди та Великобританія), що є найпотужнішими експортерами в Європейському Союзі, країни з середнім рівнем експорту (Іспанія, Австрія, Польща, Швеція, Чехія, Данія, Ірландія, Угорщина, Словаччина та Фінляндія) та країни з найнижчим рівнем експорту (Болгарія, Естонія, Греція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Португалія, Румунія, Словенія). Проте на основі описового аналізу кожного з отриманих кластерів зроблено висновок, що останній сегмент, який складається з країн-експортерів із кластера 5, варто досліджувати окремо і також поділити на групи.

Проведений кластерний аналіз обсягів експорту товарної структури країн ЄС за 2015 р. дав змогу виявити, що країни-лідери є найпотужнішими експортерами трьох товарних груп: хімічних речовин та пов'язаних з ними продуктів, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання. Для Німеччини обсяг експорту техніки та транспортного обладнання особливо високий. Для всіх країн загалом характерний низький рівень експорту сировини та мінерального палива, змащувальних і супутніх матеріалів. Щодо харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів зауважимо, що обсяги їхнього експорту відрізняються мінімально.

Отже, серед країн ЄС найпотужнішими експортерами хімічних речовин та пов'язаних з ними продуктів, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання є Німеччина, Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди, Великобританія.

На основі проведеного дослідження у першому наближенні зроблено припущення про доцільність застосування кластерного аналізу для вимірювання міжнародної торгівлі.

Відомо, що міжнародна торгівля як соціально-економічний процес зазнає певних динамічних та структурних змін, що залежать від багатьох факторів. При проведенні аналізу міжнародної торгівлі важливим заданням є дослідження впливу множини факторів впливу на результативні показники цього процесу. Одним із методів вирішення цього завдання є канонічний кореляційний аналіз.

Канонічний кореляційний аналіз широко застосовується для дослідження залежностей між множинними соціально-економічними процесами. Однією із переваг цього методу є можливість визначення впливу множини факторів не на один показник, що характеризує досліджуване явище, а відразу на декілька. За допомогою канонічного кореляційного аналізу можна одночасно дослідити взаємозв'язки між показниками двох множин та визначити найщільніші, тобто із найбільшим коефіцієнтом кореляції. На основі одержаних результатів можна виокремити головні та другорядні фактори впливу і, якщо останні мають слабкі зв'язки між канонічними величинами, їх можна відкинути. Таким чином дослідження економічного процесу не буде перевантажуватися зайвими факторами.

Застосуємо канонічний кореляційний аналіз для дослідження міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу [101;95;100;105]. Використовуючи статистичні дані Eurostat за 2009–2015 рр. [345] (дод. В), визначимо, який вплив на обсяги експортно-імпортних операцій мають географічні характеристики країн, зокрема площа та чисельність населення.

Для цього оберемо множину залежних змінних Y :

Y_1 – обсяг експорту країн ЄС, млн. євро;

Y_2 – обсяг імпорту країн ЄС, млн. євро)

Множину незалежних змінних X визначимо як:

X_1 – площа країн ЄС, км²;

X_2 – чисельність населення країн ЄС.

Враховуючи великий обсяг статистичних даних, табл. 2.1 містить лише показники за 2015 р.

Таблиця 2.1

**Показники міжнародної торгівлі та географічні характеристики
країн ЄС за 2015 р.**

Країна	Y_1 Експорт, млн. євро	Y_2 Імпорт, млн. євро	X_1 Площа, км ²	X_2 Чисельність населення
1	2	3	4	5
Бельгія	359 565	338 750	30 510	11 208 986
Болгарія	23 161	26 408	110 910	7 202 198
Чехія	142 822	126 805	78 866	10 538 275
Данія	85 864	76 957	43 094	5 659 715
Німеччина	1 198 306	946 454	357 050	81 197 537
Естонія	11 627	13 074	45 226	1 313 271
Ірландія	110 479	66 530	70 280	4 628 949
Греція	25 793	43 639	131 940	10 858 018
Іспанія	255 441	281 298	505 992	46 449 565
Франція	455 990	515 938	547 030	66 415 161
Хорватія	11 671	18 558	56 542	4 225 316
Італія	413 881	368 715	301 318	60 795 612
Кіпр	1 648	5 016	9 251	847 008
Латвія	10 865	12 900	64 589	1 986 096
Литва	22 984	25 397	65 200	2 921 262
Люксембург	15 556	20 878	2 586	562 958
Угорщина	88 934	83 487	93 030	9 855 571
Мальта	2 325	5 220	316	429 344
Нідерланди	511 333	456 370	41 526	16 900 726
Австрія	137 755	140 132	83 858	8 576 261
Польща	178 671	174 990	312 685	38 005 614
Португалія	49 858	60 162	91 568	10 374 822
Румунія	54 609	62 976	238 392	19 870 647
Словенія	28 820	26 789	20 273	2 062 874
Словаччина	67 998	66 289	48 845	5 421 349
Фінляндія	53 900	54 251	338 145	5 471 753
Швеція	126 338	124 467	449 964	9 747 355
Великобританія	414 761	564 190	244 820	64 875 165

Джерело: [345]

Математична задача полягає у знаходженні таких нормованих лінійних комбінацій

$$U = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2$$

та

$$V = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2,$$

щоб кореляція між U та V була максимальною.

Величини U та V , а також їхні коефіцієнти називаються канонічними. Щільність зв'язку між канонічними величинами визначається канонічним коефіцієнтом кореляції R .

Канонічний кореляційний аналіз виконано засобами програмного продукту STATISTICA 10 (рис. 2.9).

За результатами канонічного кореляційного аналізу отримано два корені з канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R = 0,91$, що є доволі великим і високо значущим ($p < 0,001$). Ця величина вказує на щільність зв'язку між канонічними змінними в першій і другій множинах.

Canonical Analysis Summary (Spreadsheet)			
Canonical R: ,91031 Chi(4)=346,47 p=0,0000			
N=196		Left Set	Right Set
No. of variables	2	2	2
Variance extracted	100,000%	100,000%	100,000%
Total redundancy	73,8486%	58,1149%	58,1149%
Variables:	1	Y1, expor	X1, square
	2	Y2, impor	X2, population

Рис. 2.9. Результати канонічного аналізу

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі та 100% множини географічних характеристик. Використовуючи значення показників міжнародної торгівлі та отриманих канонічних коренів, можна пояснити, в середньому, 73,85% дисперсії змінних у лівій множині та

58,11% мінливості в правій множині. Ці результати вказують на доволі велику залежність між змінними двох множин.

Значущість канонічних коренів перевірено за допомогою коефіцієнта кореляції та виконанням умови ($p < 0,001$) (рис. 2.10).

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed					
	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,91031	0,82867	346,474	4	0,00000	0,1653
1	0,18725	0,03506	6,871	1	0,00876	0,9649

Рис. 2.10. Перевірка значущості канонічних коренів

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За даними рис. 2.10, найбільше значення $R = 0,91$ і воно є найбільш значущим ($p < 0,001$). Отже, значущим є лише перший канонічний корінь. Другий канонічний корінь не є значущим, оскільки p -рівень=0,009.

Для опису кореляції між змінними кожної з множин розглянуто їхні факторні структури. Спочатку розглянемо факторну структуру лівої множини (рис. 2.11).

Root Variable	Factor Structure, left set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
Y1, export	-0,90626	-0,42272
Y2, import	-0,97540	-0,22042

Рис. 2.11. Факторна структура лівої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Враховуючи значущість лише першого канонічного кореня (див. рис. 2.11), можемо стверджувати, що змінні лівої множини значно корелюють із першим канонічним фактором. Як міру надмірності відображено середнє значення дисперсії, яку пояснює перший корінь (рис. 2.12).

Root Factor	Variance Extracted (Proportions), left set (Spreadsheet)	
	Variance extracted	Reddncy.
Root 1	0,88636	0,73450
Root 2	0,11364	0,00398

Рис. 2.12. Частки витягнутої дисперсії для лівої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Як підтверджують дані рис. 2.12 перший канонічний корінь визначає в середньому близько 89% дисперсії на основі змінних, що відповідають показникам міжнародної торгівлі. А задаючи значення змінних у множині географічних характеристик, можна пояснити близько 73% дисперсії в змінних, що пов'язані з торгівлею, враховуючи значення першого канонічного кореня.

Аналогічно розглянемо факторну структуру правої множини (рис. 2.13).

Root Variable	Factor Structure, right set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
X1,square	-0,62827	0,77799
X2,population	-0,99069	0,13606

Рис. 2.13. Факторна структура правої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Навантаження за змінними, що відповідають площі країни, набагато менше, ніж за змінними, що відображають чисельність населення країн ЄС. Отже, можна зробити висновок, що значуща кореляція між змінними в двох множинах (на основі значення першого кореня) ймовірно є підсумком значної залежності між показниками міжнародної торгівлі та чисельністю населення країни і менш значною залежністю від її площі.

Root Variable	Variance Extracted (Proportions), right set (Spreadsheet)	
	Variance extracted	Reddncy.
Root 1	0,68810	0,57021
Root 2	0,31189	0,01093

Рис. 2.14. Частки витягнутої дисперсії для правої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За середнім значенням дисперсії для правої множини, яку пояснює перший канонічний корінь (рис. 2.14), можна з'ясувати, що він характеризує в середньому близько 69% дисперсії на основі змінних, що відповідають географічні характеристики країни. А задаючи значення змінних у множині показників міжнародної торгівлі, можна пояснити близько 57% дисперсії в змінних, що пов'язані з правою множиною.

Для розрахунку значень канонічних змінних використовують канонічні ваги відповідно лівої (рис. 2.15) та правої (рис. 2.16) множин.

Variable	Canonical Weights, left set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
Y1, export	1,0370	-4,5888
Y2, import	-1,9887	4,2635

Рис. 2.15. Канонічні ваги лівої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Variable	Canonical Weights, right set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
X1, square	0,1985	1,4457
X2, population	-1,1353	-0,9168

Рис. 2.16. Канонічні ваги правої множини

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За даними рис. 2.15 і 2.16 можна скласти рівняння канонічної моделі для змінних U та V ($R = 0,91$):

$$U = 1,04Y_1 - 1,99Y_2;$$

$$V = 0,2X_1 - 1,14X_2.$$

Оскільки коефіцієнт кореляції наближений до 1, це означає, що існує доволі щільний зв'язок між лінійними комбінаціями вихідних змінних, тобто показники міжнародної торгівлі взаємопов'язані із досліджуваними факторами.

Залежність між значеннями канонічних змінних із правої і лівої множин подано графічно (рис. 2.17).

На зображеному графіку немає різко виражених відхилень від регресійної лінії. Отже, можна зробити висновок, що основні припущення канонічного аналізу підтверджуються. Проте іншою цікавою особливістю цього графіка є видиме розбиття спостережних даних на групи. Виникнення таких груп зумовлене неоднорідністю досліджуваної вибірки, тобто дуже велика відмінність між числовими показниками для різних країн ЄС. І це одна із проблем оцінювання міжнародної торгівлі країн за абсолютними показниками.

Зрозуміло, що розмір країни, кількість її населення буде прямо впливати на розмір обсягів торговельних потоків.

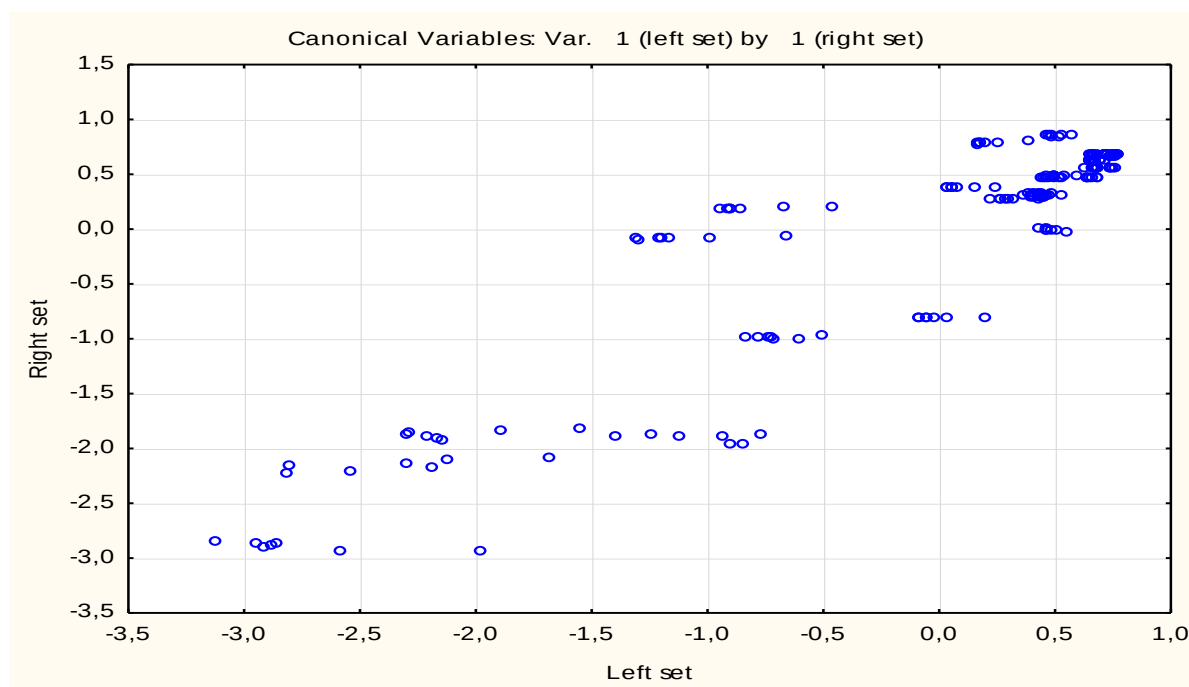


Рис. 2.17. Діаграма розсіювання канонічних змінних

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Проведений канонічний кореляційний аналіз міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу підтверджує гіпотезу про наявний щільний зв'язок між показниками експортно-імпортних операцій країн ЄС та окремими географічними характеристиками цих країн (площа і чисельність населення). При цьому встановлено, що основний вплив на міжнародну торгівлю має чисельність населення країни і значно менше впливають розміри цієї країни.

Виокремлюючи головні та другорядні фактори впливу на міжнародну торгівлю країни, у ході подальших досліджень за допомогою методу канонічних кореляцій можна не брати до уваги такий фактор впливу, як розмір території країни. Доцільно проводити подальший канонічний кореляційний аналіз міжнародної торгівлі, розглядаючи множину інших імовірних факторів впливу на основні показники експортно-імпортних операцій. У результаті це дасть змогу виявити основні сценарії розвитку міжнародної торгівлі країни, що є перспективним напрямом подальших наукових досліджень.

Важливим етапом проведення такого аналізу міжнародної торгівлі є графічне зображення залежності між значеннями канонічних змінних показників експортно-імпортних операцій і географічними характеристиками країн. На графіку (рис. 2.17) відображено розбиття спостережних даних щонайменше на три групи.

Для подальшого дослідження доцільним є поділ країн ЄС на групи з однорідними вибірками, а потім провести канонічний кореляційний аналіз для кожної із цих груп [101;105]. Це дасть змогу отримати точніший результат щодо залежності основних показників міжнародної торгівлі від досліджуваних факторів.

Таким чином, країни ЄС згруповано за величиною площі та чисельністю населення. Для групування застосовано метод кластерного аналізу *k-means* засобами пакета програми STATISTICA 10 із використанням статистичних даних Eurostat за 2016 р. [345] (дод. В). Змінними групування обрано площу країни та чисельність населення, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідову відстань.

За поверхнею значень змінних групування (рис. 2.18) країни ЄС поділено на 5 кластерів.

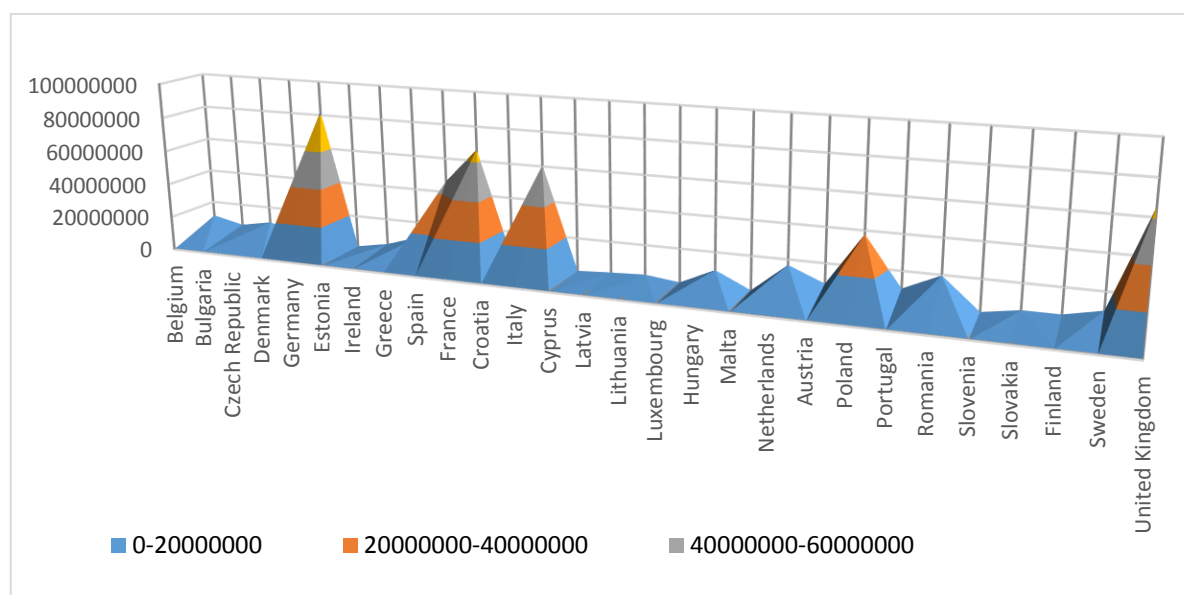


Рис. 2.18. Поверхня значень за показниками площі та чисельності населення країн ЄС (2016 р.)

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

За результатами кластерного моделювання отримано 5 груп країн ЄС, що відрізняються між собою площею та чисельністю населення (евклідова відстань між кластерами та значення середніх змінних групування представлено на рис. 2.19, 2.20).

Cluster Number	Euclidean Distances between Clusters (Spreadsheet1)				
	Distances below diagonal				
	Squared distances above diagonal				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
No. 1	0	1,126596E+1	1,441523E+1	1,631143E+1	1,746226E+1
No. 2	3356480	0,000000E-0	1,938286E+1	4,654895E+1	6,762110E+1
No. 3	3796740	4,402597E+0	0,000000E-0	5,857556E+1	1,459862E+1
No. 4	4038742	6,822679E+0	2,420239E+0	0,000000E-0	1,961611E+1
No. 5	4178788	8,223205E+0	3,820814E+0	1,400575E+0	0,000000E-0

Рис. 2.19. Евклідова відстань між кластерами

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

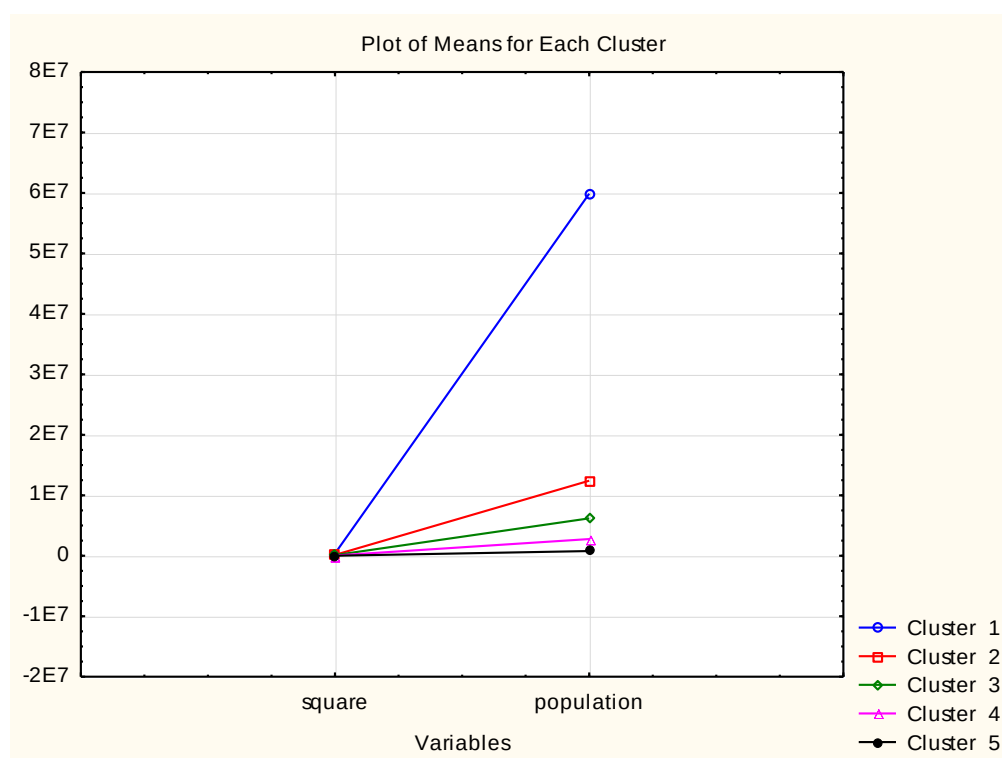


Рис. 2.20. Середні значення змінних групування у кластерах

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Країни ЄС, що увійшли до складу кожного з п'яти кластерів із розмірами площі та чисельністю населення подано у табл. 2.2.

Поділ країн ЄС на 5 кластерів за величиною площі та чисельністю населення

Країна	Площа, км²	Чисельність населення
1	2	3
Кластер 1		
Німеччина	357050	82 175 684
Іспанія	505992	46 445 828
Франція	547030	66 759 950
Італія	301318	60 665 551
Польща	312685	37 967 209
Великобританія	244820	65 382 556
Кластер 2		
Бельгія	30510	11 311 117
Чехія	78866	10 553 843
Греція	131940	10 783 748
Угорщина	93030	9 830 485
Нідерланди	41526	16 979 120
Португалія	91568	10 341 330
Румунія	238392	19 760 314
Швеція	449964	9 851 017
Кластер 3		
Болгарія	110910	7 153 784
Данія	43094	5 707 251
Ірландія	70280	4 724 720
Австрія	83858	8 690 076
Словаччина	48845	5 426 252
Фінляндія	338145	5 487 308
Кластер 4		
Хорватія	56542	4 190 669
Латвія	64589	1 968 957
Литва	65200	2 888 558
Словенія	20273	2 064 188
Кластер 5		
Естонія	45226	1 315 944
Кіпр	9251	848 319
Люксембург	2586	576 249
Мальта	316	434 403

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10 на основі [345]

Оскільки поділ країн на кластери здійснено за їхніми географічними характеристиками, основними факторами, що можуть впливати на обсяги експортно-імпортних операцій обрано такі економічні показники як ВВП на душу населення країн і середній дохід населення. Оцінювання впливу цих

факторів на обсяги експорту й імпорту країн ЄС здійснено із врахуванням поділу країн на групи. Застосовано канонічний кореляційний аналіз для дослідження міжнародної торгівлі країн ЄС у кожному кластері, використовуючи статистичні дані Eurostat за 2009–2015 рр. [345] (дод. В).

Для цього обрано множину залежних змінних Y :

Y_1 – обсяг експорту країн ЄС (млн. євро);

Y_2 – обсяг імпорту країн ЄС (млн. євро)).

І множину незалежних змінних X :

X_1 – ВВП на душу населення (євро);

X_2 – середній дохід населення (євро)).

Математична задача полягає у знаходженні таких величини U та V для кожного кластера ($U = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2$; $V = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$) із максимальною кореляцією між ними.

Для кластера 1 країн ЄС одержимо наступні результати (рис. 2.21):

Canonical Analysis Summary (Spreadsheet)			
Canonical R: ,90554 Chi(4)=82,111 p=0,0000			
N=42		Left Set	Right Set
No. of variables		2	2
Variance extracted		100,000%	100,000%
Total redundancy		70,2549%	79,9621%
Variables:	1	Y1, Export	X1, GDP per capit
	2	Y2, Import	X2, Median inco

Рис. 2.21. Результати канонічного аналізу країн-членів кластера 1

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За результатами рис. 2.21, отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,901$, що є доволі значущим ($p < 0,001$). Ця величина вказує на щільність зв'язку між канонічними змінними в першій і другій множинах. Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі та 100% дисперсії множини економічних показників країн. Використовуючи значення показників міжнародної торгівлі та отриманих канонічних коренів, можна пояснити в середньому 70,3% дисперсії змінних в

лівій множині та 80% мінливості в правій множині. Ці результати вказують на доволі значну залежність між змінними двох множин.

Значущість канонічних коренів перевіряється за допомогою коефіцієнта кореляції та виконанням умови ($p < 0,001$) (рис. 2.22).

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed					
	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,90554	0,82000	82,1114	4	0,00000	0,1185
1	0,58446	0,34159	16,0905	1	0,00006	0,6584

Рис. 2.22. Перевірка значущості канонічних коренів країн-членів кластера 1

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За результатами рис. 2.22, найбільше значення $R=0,901$ є також найбільш значущим ($p < 0,001$).

Для розрахунку значень канонічних змінних використано канонічні ваги відповідно лівої (рис. 2.23) та правої (рис. 2.24) множин.

Variable	Canonical Weights, left set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
Y1, Export	1,2492	-3,2992
Y2, Import	-2,1332	2,8098

Рис. 2.23. Канонічні ваги лівої множини країн-членів кластера 1

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Variable	Canonical Weights, right set (Spreadsheet)	
	Root 1	Root 2
X1, GDP per capita	-1,5457	-5,4151
X2, Median income	0,5596	5,6035

Рис. 2.24. Канонічні ваги правої множини країн-членів кластера 1

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За рис. 2.23 і 2.24, рівняння канонічної моделі для змінних U та V ($R=0,901$) має вигляд:

$$U = 1,25Y_1 - 2,13Y_2;$$

$$V = -1,55X_1 + 0,56X_2.$$

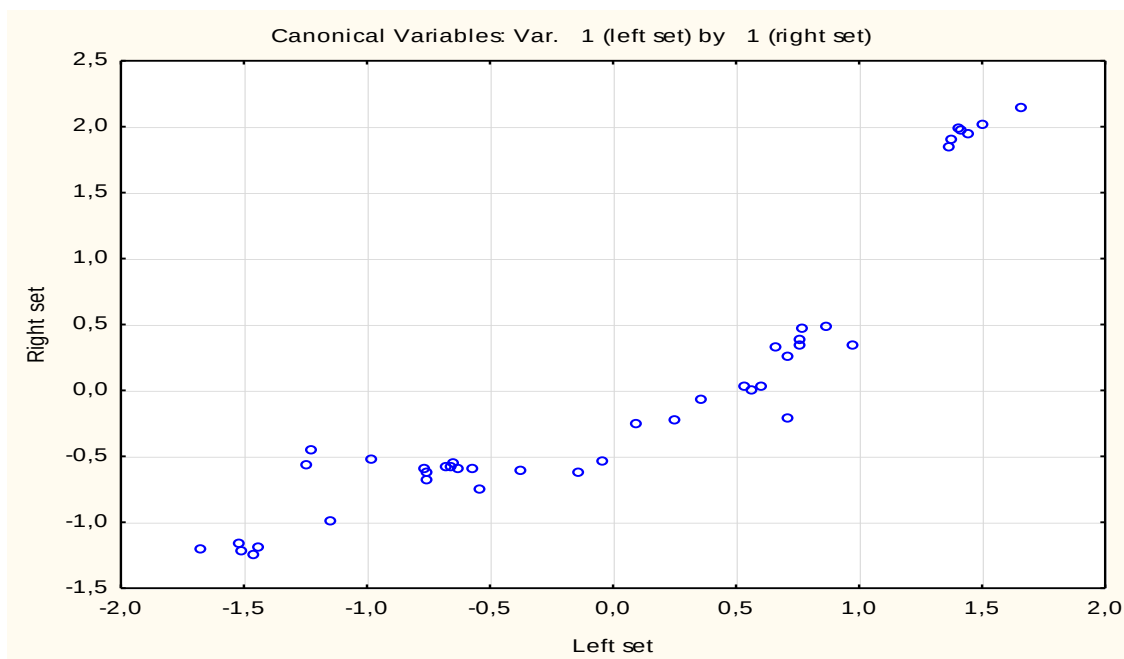


Рис. 2.25. Діаграма розсіювання канонічних змінних країн-членів кластера 1

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Залежність між значеннями канонічних змінних із правої та лівої множин зображено на рис. 2.25.

Аналогічно проведено канонічний кореляційний аналіз для країн із інших кластерів. Так, для країн-членів кластера 2 отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,75$, що є недостатньо високим, проте значущим ($p < 0,001$) (рис. 2.26). Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі та 100% дисперсії множини економічних показників країн, а також пояснюють в середньому 55,5% дисперсії змінних в лівій множині та 51% мінливості в правій множині.

		Canonical Analysis Summary (Spread)	
		Canonical R: ,74584 Chi(4)=50,071 p=0,0000	
N=56		Left Set	Right Set
No. of variables		2	2
Variance extracted		100,000%	100,000%
Total redundancy		55,5076%	50,9098%
Variables:	1	Y1, Expor	X1, GDP per capit
	2	Y2, Impor	X2, Median incom

Рис. 2.26. Результати канонічного аналізу країн-членів кластера 2

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Із двох отриманих коренів значущим є лише перший (рис. 2.27).

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed					
	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,74583	0,55627	50,0714	4	0,00000	0,3852
1	0,36288	0,13168	7,4128	1	0,00647	0,8683

Рис. 2.27. Перевірка значущості канонічних коренів країн-членів кластера 2

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Рівняння канонічної моделі для змінних U та V ($R=0,75$) має вигляд:

$$U = -0,02Y_1 - 0,98Y_2;$$

$$V = -2,6X_1 + 1,66X_2.$$

Оскільки коефіцієнт кореляції $R=0,75$, зв'язок між показниками міжнародної торгівлі та економічними показниками країн-членів кластера 2 є недостатньо щільним. Це також підтверджується графічним поданням цієї залежності (рис. 2.28). На діаграмі чітко видно деякі відхилення від регресійної лінії.

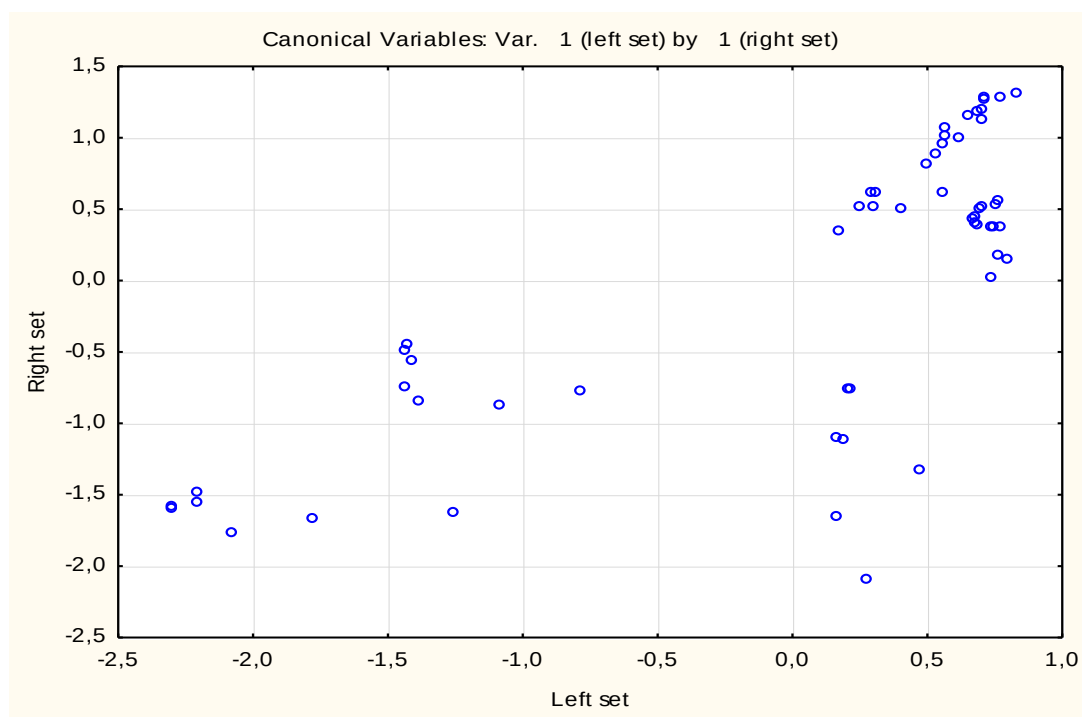


Рис. 2.28. Діаграма розсіювання канонічних змінних країн-членів кластера 2

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Щодо країн-членів кластера 3, отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,84$, що є високим і високозначущим ($p < 0,001$) (рис. 2.29).

Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі і 100% дисперсії множини економічних показників країн та пояснюють в середньому 40,46% дисперсії змінних в лівій множині та 50,64% мінливості в правій множині.

Canonical Analysis Summary (Spreadsheet)			
Canonical R: ,84008 Chi(4)=55,516 p=0,0000			
N=42		Left Set	Right Set
No. of variables	2	2	2
Variance extracted	100,000%	100,000%	100,000%
Total redundancy	40,4552%	50,6409%	50,6409%
Variables:	1	Y1, Export	X1, GDP per capita
	2	Y2, Import	X2, Median income

Рис. 2.29. Результати канонічного аналізу країн-членів кластера 3

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Із двох отриманих коренів значущим є лише перший (рис. 2.30).

Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet)						
Root Removed	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,84008	0,70573	55,5164	4	0,00000	0,23645
1	0,44322	0,19644	8,4203	1	0,00371	0,80355

Рис. 2.30. Перевірка значущості канонічних коренів країн-членів кластера 3

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Рівняння канонічної моделі для змінних U та V ($R=0,84$) має вигляд:

$$U = -2,01Y_1 + 1,36Y_2;$$

$$V = -2,97X_1 + 2,18X_2.$$

Значення коефіцієнта кореляції $R=0,84$ вказує на щільний зв'язок між показниками міжнародної торгівлі та економічними показниками країн-членів кластера 3.

Графічно ця залежність подана на рис. 2.31. На діаграмі відхилення від регресійної лінії є незначними.

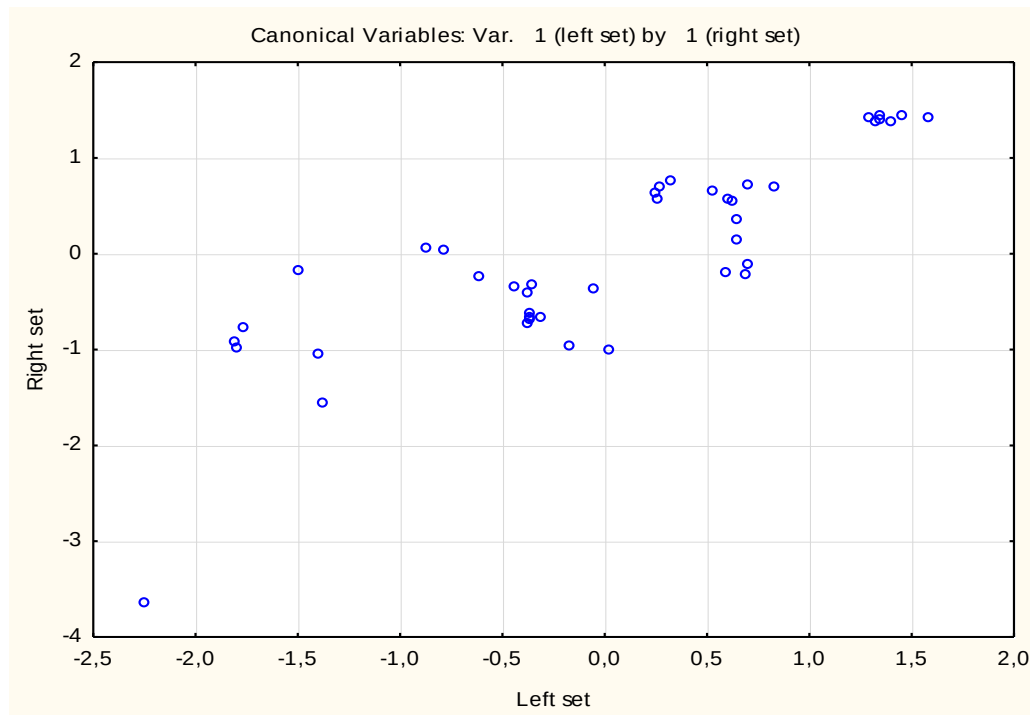


Рис. 2.31. Діаграма розсіювання канонічних змінних країн-членів кластера 3

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

За результатами канонічного кореляційного аналізу щодо країн-членів кластера 4, отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,9$, що є доволі високим і високозначущим ($p < 0,001$) (рис. 2.32).

Canonical Analysis Summary (Spread)			
Canonical R: ,89723			
Chil(4)=44,570 p=0,0000			
N=28		Left Set	Right Set
No. of variables	2		2
Variance extracted	100,000%		100,000%
Total redundancy	78,4818%		49,2870%
Variables:	1	Y1, Export	X1, GDP per capit
	2	Y2, Import	X2, Median incon

Рис. 2.32. Результати канонічного аналізу країн-членів кластера 4

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі і 100% дисперсії множини економічних показників країн та пояснюють

в середньому 78,48% дисперсії змінних в лівій множині та 49,29% мінливості в правій множині.

Із двох отриманих коренів значущим є лише перший (рис. 2.33).

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet)					
	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,89723	0,80502	44,5704	4	0,00000	0,16215
1	0,41028	0,16833	4,5159	1	0,03358	0,83166

Рис. 2.33. Перевірка значущості канонічних коренів країн-членів кластера 4

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Рівняння канонічної моделі для змінних U та V ($R=0,9$) має вигляд:

$$U = -0,36Y_1 - 0,65Y_2;$$

$$V = -3,72X_1 + 3X_2.$$

Значення коефіцієнта кореляції $R=0,9$ є високим і вказує на доволі щільний зв'язок між показниками міжнародної торгівлі та економічними показниками країн-членів кластера 4. Графічно ця залежність подана на рис. 2.34.

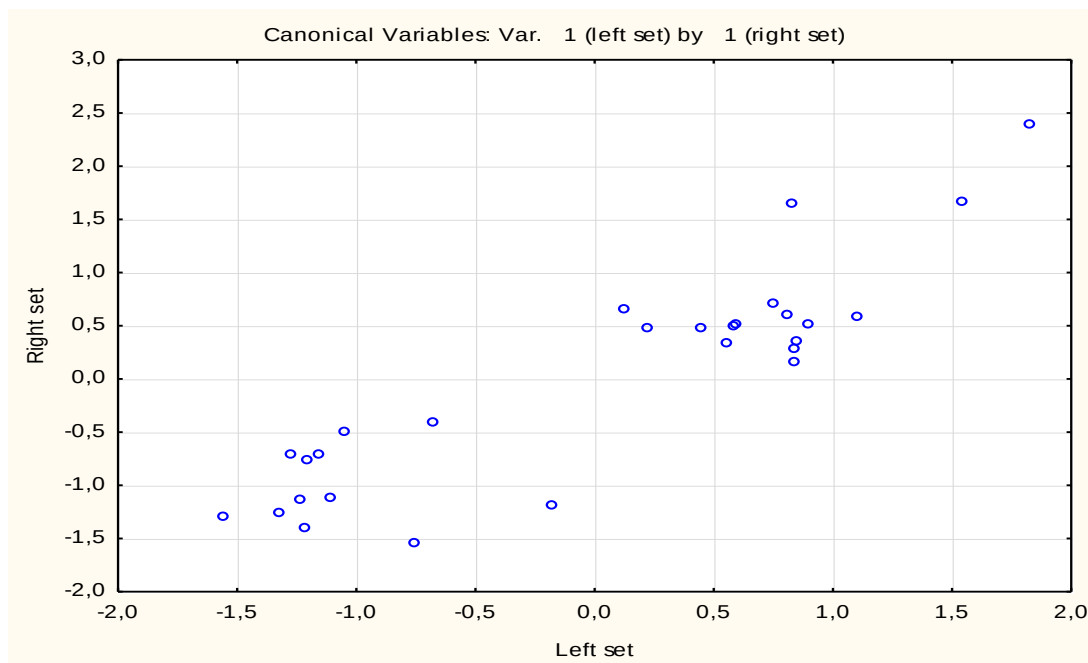


Рис. 2.34. Діаграма розсіювання канонічних змінних країн-членів кластера 4

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

За результатами діаграми робимо висновок, що спостережні дані поділені принаймні на дві групи, тобто попри розбиття країн на кластери, існує неоднорідність між числовими показниками для цих країн ЄС.

Щодо країн-членів кластера 5 отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,95$, що є доволі високим та високозначущим, так як ($p < 0,001$) (рис. 2.35). Два корені описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі та 100% дисперсії множини економічних показників країн, а також пояснюють, в середньому, 88,4% дисперсії змінних в лівій множині та 82,3% мінливості в правій множині.

		Canonical Analysis Summary (Spread: Canonical R: ,94863 Chi(4)=96,563 p=0,0000	
N=28		Left Set	Right Set
No. of variables		2	2
Variance extracted		100,000%	100,000%
Total redundancy		88,4207%	82,2928%
Variables:	1	Y1, Expor	X1, GDP per capit
	2	Y2, Impor	X2, Median incon

Рис. 2.35. Результати канонічного аналізу для країн-членів кластера 5

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Із двох отриманих коренів обидва є значущими (рис. 2.36).

Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet)						
Root Removed	Canonical R	Canonical R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,94863	0,89990	96,5627	4	0,00000	0,01942
1	0,89775	0,80597	40,1738	1	0,00000	0,19402

Рис. 2.36. Перевірка значимості канонічних коренів для країн-членів кластера 5

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Рівняння канонічної моделі для змінних U та V для:

- першого кореня ($R=0,95$)

$$U = -1,79Y_1 + 0,86Y_2;$$

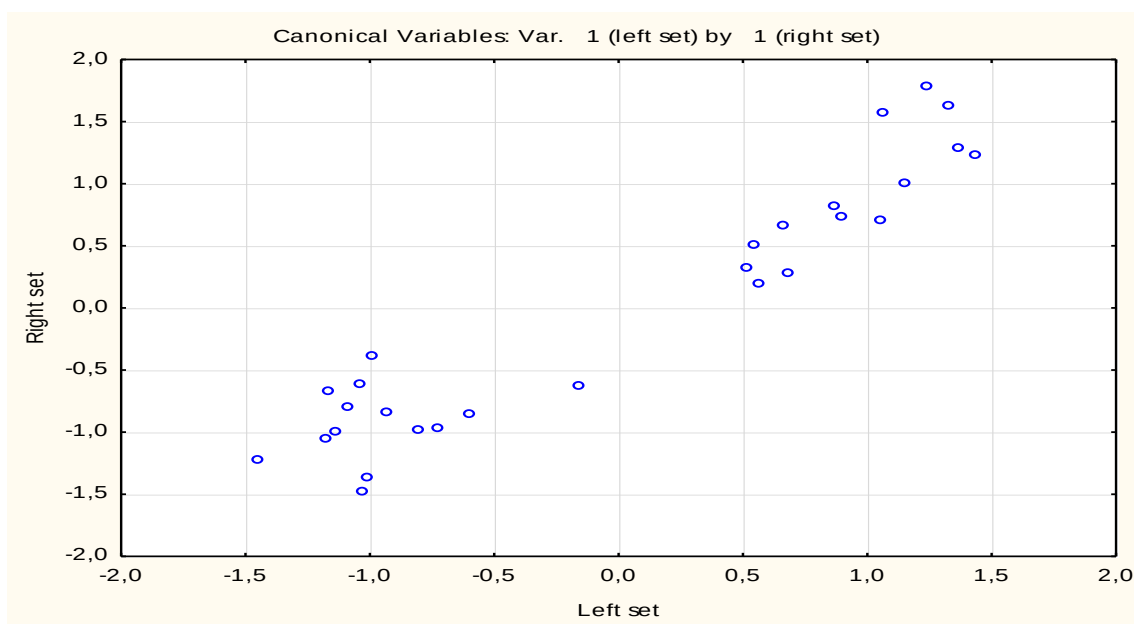
$$V = -4,36X_1 + 3,94X_2.$$

- другого кореня ($R=0,9$)

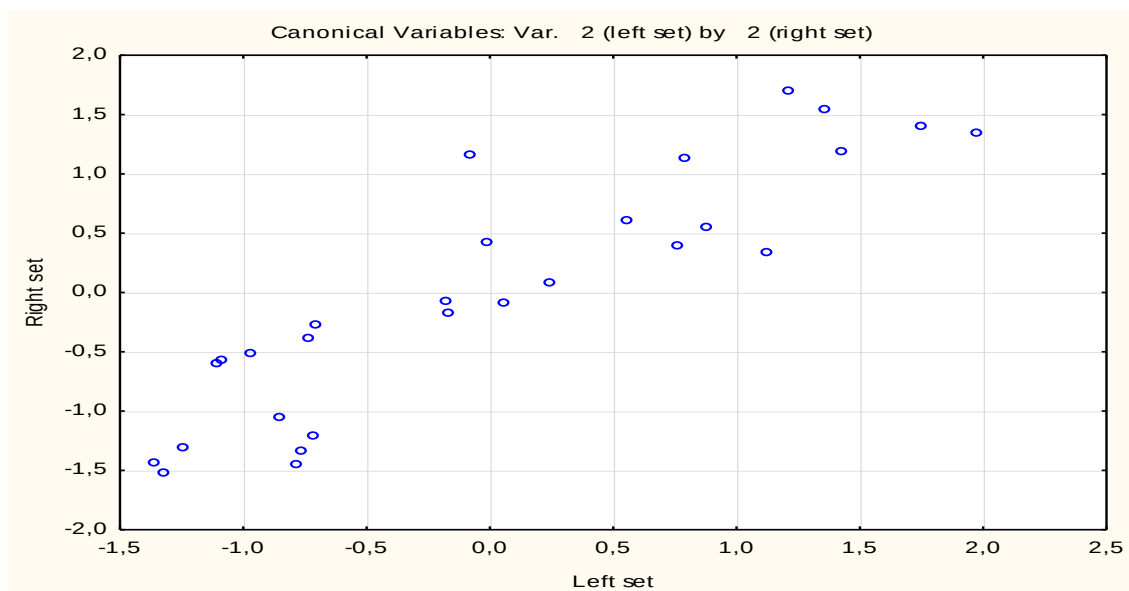
$$U = -2,93Y_1 + 3,3Y_2;$$

$$V = -1,44X_1 + 2,35X_2.$$

Значення коефіцієнтів кореляції $R=0,95$ та $R=0,9$ для двох коренів вказують на достатньо щільний зв'язок між показниками міжнародної торгівлі та економічними показниками країн-членів кластера 5.



a)



б)

Рис. 2.37. Діаграма розсіювання канонічних змінних для країн-членів кластера 5: а) для першого кореня; б) для другого кореня

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

За даними рис. 2.37 підтверджено щільність зв'язку між змінними, тобто для двох коренів відхилень від регресійної лінії майже не спостерігається.

Отже, цей підхід дав змогу розглянути більш однорідні вибірки даних і виявити взаємозв'язки між показниками міжнародної торгівлі та факторами, що впливають на ці показники, застосувавши канонічний кореляційний аналіз. За результатами аналізу робимо висновок про те, що значна кореляція між змінними в двох множинах є наслідком сильної залежності між показниками міжнародної торгівлі та досліджуваними факторами, тобто обсяги експортно-імпортних операцій залежать від розміру ВВП на душу населення та середнього доходу населення.

Однак, аналізуючи дані діаграм розсіювання, при великій варіації даних у кластері все ще спостерігаємо розсіювання канонічних змінних. Тому для подальших досліджень доцільно розглянути іншу сукупність економічних факторів.

Міжнародна торгівля як найпоширеніша сфера міжнародних економічних є засобом розвитку економік країн, сприяє підвищенню продуктивності праці та ефективному використанню їхніх ресурсів. Проте місце країни у міжнародній торгівлі залежить не лише від її ресурсів і виробничих можливостей. Існують певні фактори економічного середовища, що впливають на розвиток зовнішньої торгівлі країни, а отже, на її конкурентоспроможність на світовому ринку. Виявити залежність результативних показників міжнародної торгівлі від певних факторів впливу можна за допомогою економетричних методів. Ще одним із таких методів є дисперсійний аналіз.

Дисперсійний аналіз здебільшого застосовують при вивченні соціально-економічних явищ і процесів. Його основним завданням є визначення та оцінювання певних факторів впливу на досліджувану випадкову величину. Перевагою цього методу є те, що при розгляді невеликої чисельності вибірових сукупностей даних можна одержати обґрунтовані висновки.

Проте з огляду на численність факторів впливу при обробці соціально-економічних даних складно об'єктивно оцінити ступінь впливу кожного з них на

досліджуваний показник. Саме тому важливим завданням є максимальне наближення до отримання однорідних вибірок даних у досліджуваних сукупностях.

Враховуючи, що в міжнародній економіці часто використовують поняття великої та малої країн, проаналізуємо, як великі країни з позиції їхніх географічних характеристик впливають на міжнародну торгівлю [101;104].

Отже, перед застосуванням дисперсійного аналізу для дослідження міжнародної торгівлі країн ЄС визначимо спочатку географічно подібні країни. Для цього згрупуємо їх за величиною площі та чисельністю населення. Зазначимо, що велика відмінність між розмірами країн може призвести до хибних висновків.

Для групування застосуємо метод кластерного аналізу *k-means* засобами пакета програм STATISTICA 10, використовуючи статистичні дані Eurostat за 2016 р. [345]. Змінними групування було обрано площу країни та чисельність населення, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідову відстань (дод. В).

Країни ЄС за розміром площі та чисельності населення (2016 р.) поділено на 5 кластерів (табл. 2.2).

Таким чином, залежно від площі та чисельності населення країни у кластерах розподілилися у порядку зменшення цих показників, тобто до кластера 1 зараховано країни ЄС із найбільшими показниками площі та чисельності населення і відповідно до останнього кластера 5 – із найменшими.

За результативні показники, що характеризують міжнародну торгівлю країн ЄС, оберемо обсяги експортно-імпортних операцій, а фактором впливу, крім географічних характеристик, – ВВП на душу населення. Для аналізу використаємо статистичні дані Eurostat за 2016 р. [345]. На основі статистичних даних зроблено висновок, що якщо країна велика за площею, то це не означає, що в неї великий розмір ВВП на душу населення. Оцінімо вплив цього фактора на обсяги експорту та імпорту країн ЄС, враховуючи поділ країн на кластери.

Окрім поділу країн ЄС на кластери для проведення дисперсійного аналізу, здійснимо їхній розподіл на групи за розміром ВВП на душу населення. В результаті отримаємо таких п'ять груп:

- 1 група: до 10 тис. євро;
- 2 група: від 10 до 20 тис. євро;
- 3 група: від 20 до 30 тис. євро;
- 4 група: від 30 до 40 тис. євро;
- 5 група: від 40 тис. євро.

Отже, для проведення дисперсійного аналізу сформуємо таблицю даних, де країни будуть погруповані за певними показниками (табл. 2.3):

- номер кластера, до якого увійшла країна за площею країни та чисельністю населення;
- номер групи за розміром ВВП на душу населення;
- вартісний обсяг експорту;
- вартісний обсяг імпорту.

Таблиця 2.3

Сортування країн ЄС залежно від поділу на групи за даними показниками для проведення дисперсійного аналізу 2016 р.

Країна	Кластер	ВВП на душу населення, євро	Експорт, млн. євро	Імпорт, млн. євро
1	2	3	4	5
Польща	кластер 1	2: від 10 до 20 тис. євро	178 671	174 990
Іспанія	кластер 1	3: від 20 до 30 тис. євро	255 441	281 298
Італія	кластер 1	3: від 20 до 30 тис. євро	413 881	368 715
Франція	кластер 1	4: від 30 до 40 тис. євро	455 990	515 938
Німеччина	кластер 1	4: від 30 до 40 тис. євро	1 198 306	946 454
Великобританія	кластер 1	4: від 30 до 40 тис. євро	414 761	564 190
Румунія	кластер 2	1: до 10 тис. євро	54 609	62 976
Греція	кластер 2	2: від 10 до 20 тис. євро	25 793	43 639
Угорщина	кластер 2	2: від 10 до 20 тис. євро	88 934	83 487
Португалія	кластер 2	2: від 10 до 20 тис. євро	49 858	60 162
Чехія	кластер 2	2: від 10 до 20 тис. євро	142 822	126 805
Бельгія	кластер 2	4: від 30 до 40 тис. євро	359 565	338 750

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
Нідерланди	кластер 2	5: від 40 тис. євро	511 333	456 370
Швеція	кластер 2	5: від 40 тис. євро	126 338	124 467
Болгарія	кластер 3	1: до 10 тис. євро	23 161	26 408
Словаччина	кластер 3	2: від 10 до 20 тис. євро	67 998	66 289
Австрія	кластер 3	4: від 30 до 40 тис. євро	137 755	140 132
Фінляндія	кластер 3	4: від 30 до 40 тис. євро	53 900	54 251
Данія	кластер 3	5: від 40 тис. євро	85 864	76 957
Хорватія	кластер 4	2: від 10 до 20 тис. євро	11 671	18 558
Литва	кластер 4	2: від 10 до 20 тис. євро	22 984	25 397
Ірландія	кластер 4	5: від 40 тис. євро	110 479	66 530
Латвія	кластер 5	2: від 10 до 20 тис. євро	10 865	12 900
Естонія	кластер 5	2: від 10 до 20 тис. євро	11 627	13 074
Словенія	кластер 5	2: від 10 до 20 тис. євро	28 820	26 789
Мальта	кластер 5	3: від 20 до 30 тис. євро	2 325	5 220
Кіпр	кластер 5	3: від 20 до 30 тис. євро	1 648	5 016
Люксембург	кластер 5	5: від 40 тис. євро	15 556	20 878

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10 на основі [345]

На основі засобів програмного продукту STATISTICA 10 та масиву даних (рис. 2.38) виконаємо дисперсійний аналіз (ANOVA – Analysis of Variation), за допомогою якого виконується порівняння дисперсій у різних групах з метою перевірки значущості відмінностей між їхніми середніми.

Effect	Multivariate Tests of Significance (Spreadsheet1 Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	1,000000		0		
GDP per capita	Wilks	1,000000		0		
Klaster	Wilks	1,000000		0		
GDP per capitaKlaster	Wilks	0,172431	2,21280	14	22	0,04619

Рис. 2.38. Таблиця всіх ефектів

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Таблиця всіх ефектів дисперсійного аналізу (див. рис. 2.39) дає змогу визначити основні результати. Відповідно підтверджується значущість ефекту

ВВП на душу населення і номер кластера, до якого належить країна, оскільки $p < 0,5$.

За результатами проведеного аналізу можна зобразити графіки залежності експортно-імпортних операцій від номера кластера (рис. 2.39) та від ВВП на душу населення країни (рис. 2.40).

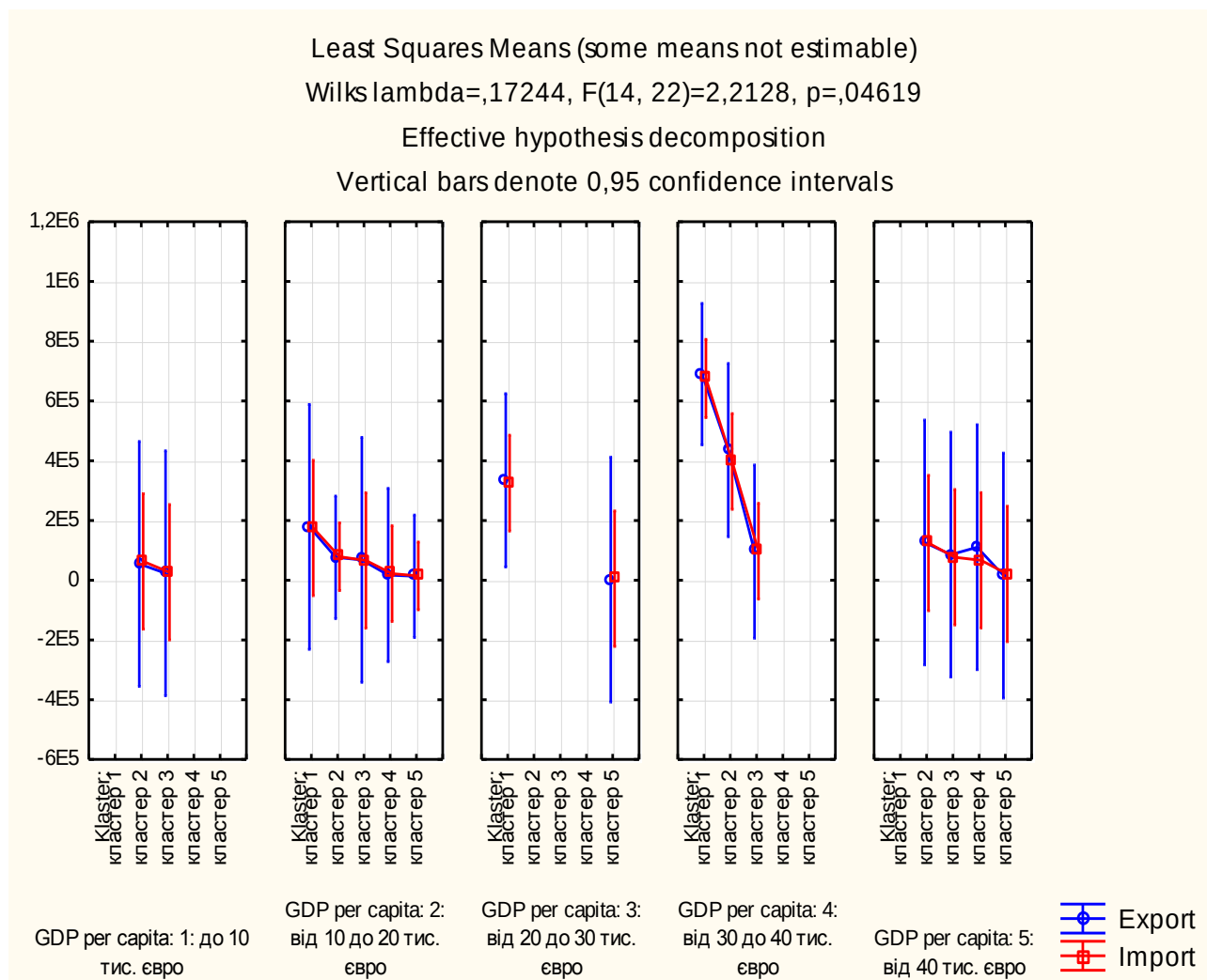


Рис. 2.39. Графік залежності торговельних операцій від номера кластера у кожній групі поділу за розміром ВВП на душу населення

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Як підтверджують дані рис. 2.39, майже в усіх групах поділу за розміром ВВП на душу населення залежність обсягів експортно-імпортних операцій від кластера, до якого належить та чи інша країна, обернено пропорційна. Особливо великою є відмінність в обсягах експорту та імпорту між кластерами для груп країн, в яких розмір ВВП на душу населення коливається в межах 20–30 тис. євро

та 30–40 тис. євро. Отже, географічні фактори самі собою не є визначальними для обсягів експортно-імпортних операцій, оскільки також важливе значення має розмір ВВП на душу населення.

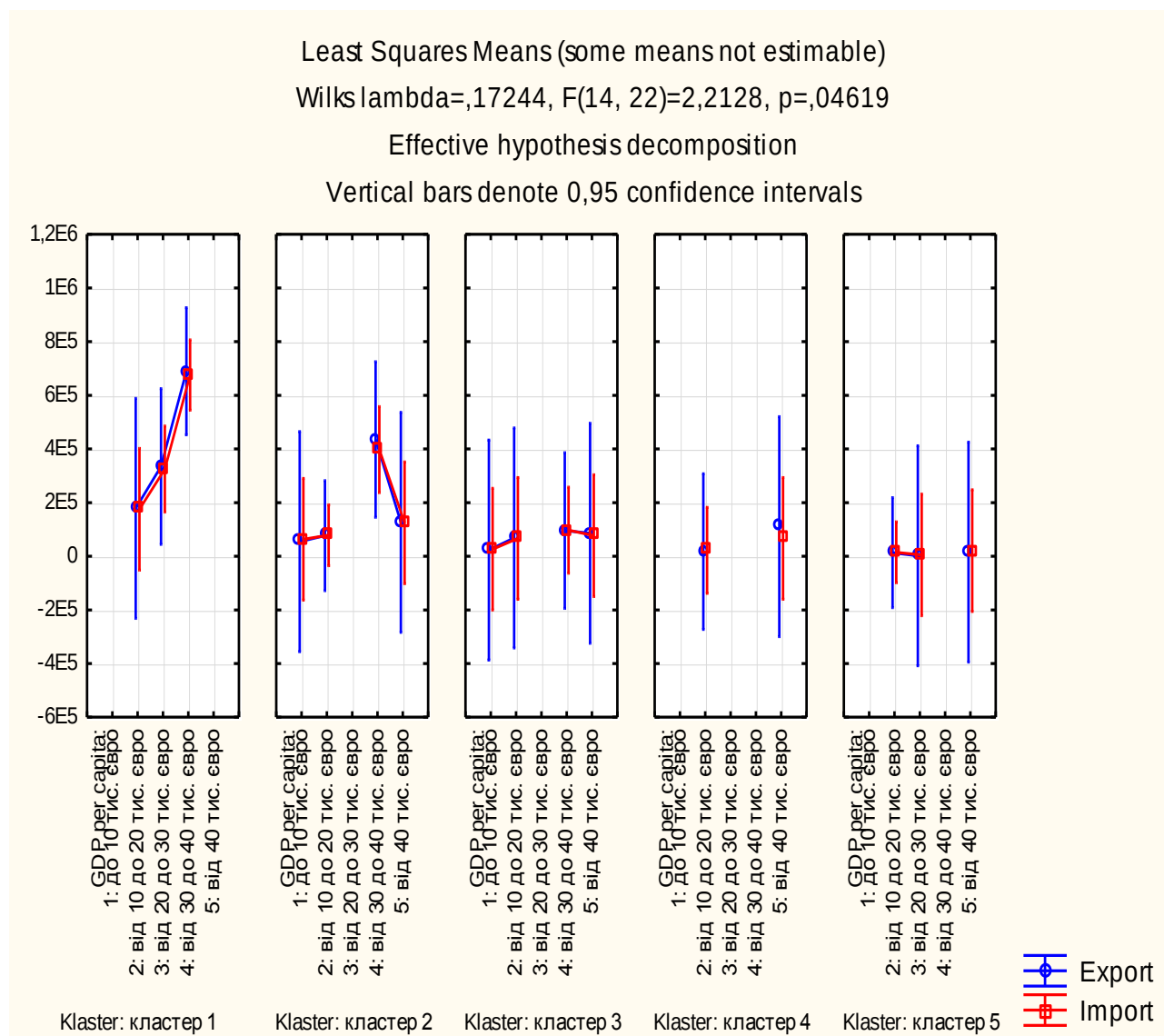


Рис. 2.40. Графік залежності торговельних операцій від ВВП на душу населення країни у кожному із кластерів

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Однак ситуація із залежністю обсягів експортно-імпортних операцій від розміру ВВП на душу населення для кожного кластера (рис. 2.40) є абсолютно протилежною. Так, спостерігаємо збільшення обсягів експорту та імпорту при зростанні ВВП на душу населення для країн кластера 1, тобто для так званих великих країн. Отже, доходимо висновку, що залежність є, проте вона різна, що потребує визначення додаткових факторів впливу.

Окрім графічної інтерпретації результатів аналізу, з'ясуємо, яку частку мінливості пояснюють ці фактори впливу та їхня взаємодія (рис. 2.41).

Dependent Variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual (Spreadsheet1)										
	Multiple R	Multiple RI	Adjusted RI	SS Model	df Model	MS Model	SS Residual	df Residual	MS Residual	F	p
Export	0,86863	0,75451	0,44766	1,305498E+1	15	8,703320E+1	4,247438E+1	12	3,539532E+1	2,45889	0,06154
Import	0,95055	0,90354	0,78298	1,216562E+1	15	8,110413E+1	1,298668E+1	12	1,082223E+1	7,49421	0,00058

Рис. 2.41. Таблиця SS-моделі та SS-залишків

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Передусім звертаємо увагу на R^2 множинного коефіцієнта кореляції, що відображає, яку частку мінливості пояснює побудована модель. Для експорту вона становить 0,75 та для імпорту – 0,9. Отже, результат доволі високий (особливо для обсягів імпорتنих операцій), що вказує на високу якість моделі.

Слід наголосити, що для оцінювання впливу факторів на показники міжнародної торгівлі велике значення має групування статистичних даних у більш однорідні вибірки. Саме це завдання реалізовано, використовуючи кластерний аналіз. Таким чином, за результатами проведеного дисперсійного аналізу можна зробити висновок, що розмір обсягів експортно-імпорتنих операцій залежить певним чином і від географічних характеристик, і від ВВП на душу населення. Зокрема, для великих країн визначено, що чим вищий ВВП на душу населення, тим більші обсяги експорту та імпорту.

Застосування дисперсійного аналізу є дієвим інструментом для дослідження міжнародної торгівлі країн з метою виявлення залежності основних характеристик торгівлі від різних факторів впливу. Зокрема, розглянуто лише географічні показники та ВВП на душу населення, проте є значно більше факторів, від яких залежать результуючі показники міжнародної торгівлі.

Доцільним є дослідження впливу інших факторів на розмір обсягів експортно-імпорتنих операцій. Це дасть змогу виявити серед сукупності факторів такі, що мають найбільший вплив на міжнародну торгівлю країн, і в підсумку регулювати економічну політику кожної країни з метою підвищення її конкурентоздатності країни на світовому ринку.

Для визначення ступеня розвитку економіки країни використовують певні показники, найважливішими серед яких є ВВП, експорт, імпорт, зовнішньоторговельний обіг, інфляція, рівень безробіття та ін. Оскільки за одним із методів обчислення (метод кінцевого споживання) ВВП є сумою витрат кінцевого споживання товарів і послуг, валового формування капіталу і сальдо експорту та імпорту товарів і послуг [101;339], доцільно розглянути показники, що характеризують витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. Загально відомо, що економічне зростання частково залежить від демографічної ситуації в країні, тому для аналізу застосуємо такий демографічний показник, як чисельність населення країни, а також міграційні показники. Крім експорту та імпорту, врахуємо показники відкритості економіки, що характеризують активність країни у сфері міжнародної торгівлі [188;339].

Отже, для проведення факторного аналізу [339] обрано такі змінні:

X_1 – ВВП за ринковими цінами (млн. євро);

X_2 – витрати кінцевого споживання (млн. євро);

X_3 – валове формування капіталу (млн. євро);

X_4 – експорт товарів і послуг (млн. євро);

X_5 – імпорт товарів і послуг (млн. євро);

X_6 – чисельність населення;

X_7 – сальдо (млн. євро);

X_8 – зовнішньоторговельний обіг (млн. євро);

X_9 – експортна квота (%);

X_{10} – імпортна квота (%);

X_{11} – зовнішньоторговельна квота (%);

X_{12} – еміграція населення;

X_{13} – імміграція населення.

Завданням визначено об'єднання великої кількості показників, що характеризують економічний розвиток країни за допомогою факторного аналізу, в меншу кількість штучно побудованих на їхній основі факторів, щоб отримана

в результаті система індикаторів (що описуватиме відповідні вибіркові дані, як і вихідна) була більш зручною з точки зору змістової інтерпретації.

Для проведення факторного аналізу використано статистичні дані Eurostat 28 країн Європейського Союзу [345]. Факторний аналіз здійснено за допомогою програмного продукту STATISTICA 10, модуль Factor analysis.

При проведенні факторного аналізу отримуємо кореляційну матрицю (рис. 2.42).

Variable	Correlations (Spreadsheet1) Casewise deletion of MD N=28												
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	1,00	1,00	0,99	0,93	0,96	0,96	0,46	0,94	-0,39	-0,43	-0,41	0,89	0,95
X2	1,00	1,00	0,98	0,90	0,94	0,96	0,40	0,92	-0,41	-0,44	-0,42	0,88	0,93
X3	0,99	0,98	1,00	0,93	0,96	0,94	0,45	0,95	-0,38	-0,41	-0,39	0,89	0,93
X4	0,93	0,90	0,93	1,00	0,99	0,85	0,70	1,00	-0,23	-0,28	-0,25	0,86	0,94
X5	0,96	0,94	0,96	0,99	1,00	0,88	0,60	1,00	-0,27	-0,31	-0,29	0,87	0,94
X6	0,96	0,96	0,94	0,85	0,88	1,00	0,39	0,87	-0,46	-0,50	-0,48	0,93	0,91
X7	0,46	0,40	0,45	0,70	0,60	0,39	1,00	0,65	0,03	-0,03	0,00	0,48	0,62
X8	0,94	0,92	0,95	1,00	1,00	0,87	0,65	1,00	-0,25	-0,29	-0,27	0,86	0,94
X9	-0,39	-0,41	-0,38	-0,23	-0,27	-0,46	0,03	-0,25	1,00	0,99	1,00	-0,43	-0,36
X10	-0,43	-0,44	-0,41	-0,28	-0,31	-0,50	-0,03	-0,29	0,99	1,00	1,00	-0,46	-0,40
X11	-0,41	-0,42	-0,39	-0,25	-0,29	-0,48	0,00	-0,27	1,00	1,00	1,00	-0,44	-0,38
X12	0,89	0,88	0,89	0,86	0,87	0,93	0,48	0,86	-0,43	-0,46	-0,44	1,00	0,95
X13	0,95	0,93	0,93	0,94	0,94	0,91	0,62	0,94	-0,36	-0,40	-0,38	0,95	1,00

Рис. 2.42. Кореляційна матриця

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Згідно з кореляційною матрицею змінні

- X_1 (ВВП за ринковими цінами (млн. євро));
- X_2 (витрати кінцевого споживання (млн. євро));
- X_3 (валове формування капіталу (млн. євро));
- X_4 (експорт товарів і послуг (млн. євро));
- X_5 (імпорт товарів і послуг (млн. євро));
- X_6 (чисельність населення);
- X_8 (зовнішньоторговельний обіг (млн. євро));
- X_{12} (еміграція населення);
- X_{13} (імміграція населення)

здебільшого корелюють між собою.

Хоча, якщо окремо розглянути змінні

- X_9 (експортна квота (%));
- X_{10} (імпортна квота (%));
- X_{11} (зовнішньоторговельна квота (%)),

вони також між собою корелюють.

Отже, на основі кореляційної матриці можна визначити два відносно незалежних фактори:

- 1) такі кількісні характеристики країн ЄС, як чисельність населення, враховуючи його еміграцію та імміграцію, ВВП, витрати кінцевого споживання, валове формування капіталу, обсяг експортних та імпортних потоків товарів і послуг і відповідно зовнішньоторговельний обіг;
- 2) відносні показники країн ЄС, а саме експортна, імпортна та зовнішньоторговельна квота.

Аналізуючи основні компоненти, отримуємо таблицю з факторними навантаженнями, тобто матрицю кореляцій між змінними і цими двома факторами (рис. 2.43).

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000))	
	Factor 1	Factor 2
X1	-0,97763	-0,08030
X2	-0,96645	-0,04618
X3	-0,97011	-0,09000
X4	-0,94523	-0,27964
X5	-0,95809	-0,23381
X6	-0,95333	0,02917
X7	-0,54657	-0,42611
X8	-0,95345	-0,25863
X9	0,48533	-0,86603
X10	0,52528	-0,83743
X11	0,50434	-0,85428
X12	-0,93439	-0,01703
X13	-0,96989	-0,12852
Expl.Var	9,33864	2,59679
Prp.Totl	0,71835	0,19975

Рис. 2.43. Факторні навантаження

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Як підтверджують дані рис. 2.43, перший фактор більше корелює із змінними, ніж другий.

Окрім цього, факторні навантаження доцільно розглянути за діаграмою розсіювання (рис. 2.44), де кожна змінна зображена точкою.

Для правильної інтерпретації отриманих результатів варто застосувати поворот осей з метою отримання простої структури, за якої більшість спостережень розташовано поблизу координатних осей.

Отже, після повороту отримаємо матрицю навантажень на кожен фактор таким чином, щоб вони відрізнялися максимально можливо (рис. 2.45).

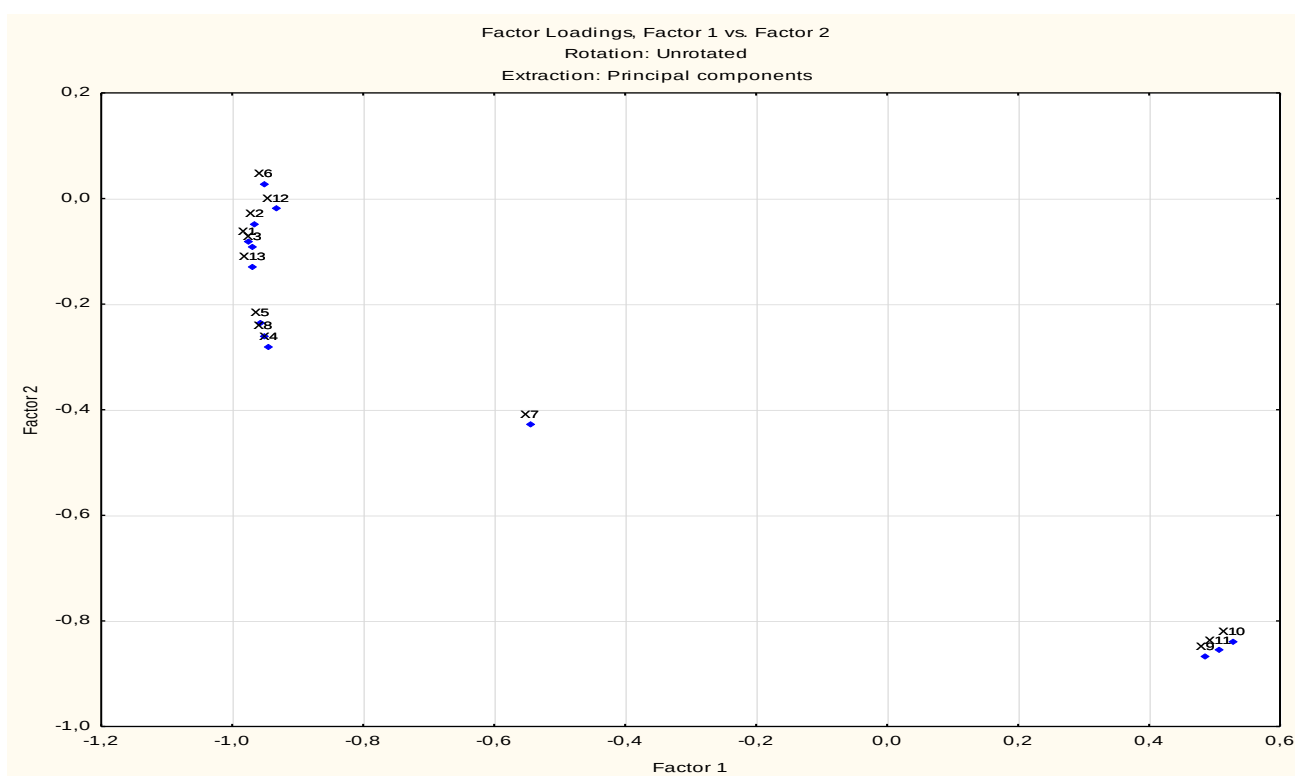


Рис. 2.44. Діаграма розсіювання

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Одержаний результат можна чітко інтерпретувати. Отже, перший фактор найщільніше пов'язаний із змінними X_4 , X_5 та X_8 , дещо менше із змінними X_1 , X_2 , X_3 і X_{13} , та не значно – із змінними X_6 і X_{12} , а другий фактор щільно пов'язаний із змінними X_9 , X_{10} та X_{11} . Таким чином, здійснено поділ змінних на дві групи.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000))	
	Factor 1	Factor 2
X1	0,94073	0,27791
X2	0,91799	0,30570
X3	0,93721	0,26615
X4	0,98245	0,08031
X5	0,97791	0,12770
X6	0,87856	0,37124
X7	0,66351	-0,20015
X8	0,98253	0,10287
X9	-0,14009	-0,98282
X10	-0,18767	-0,97056
X11	-0,16206	-0,97872
X12	0,87757	0,32131
X13	0,95092	0,23015
Expl.Var	8,46063	3,47480
Prp.Totl	0,65081	0,26729

Рис. 2.45. Факторні навантаження після повороту осей

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Після повороту осей знову розглянемо на діаграму розсіювання (рис. 2.46).

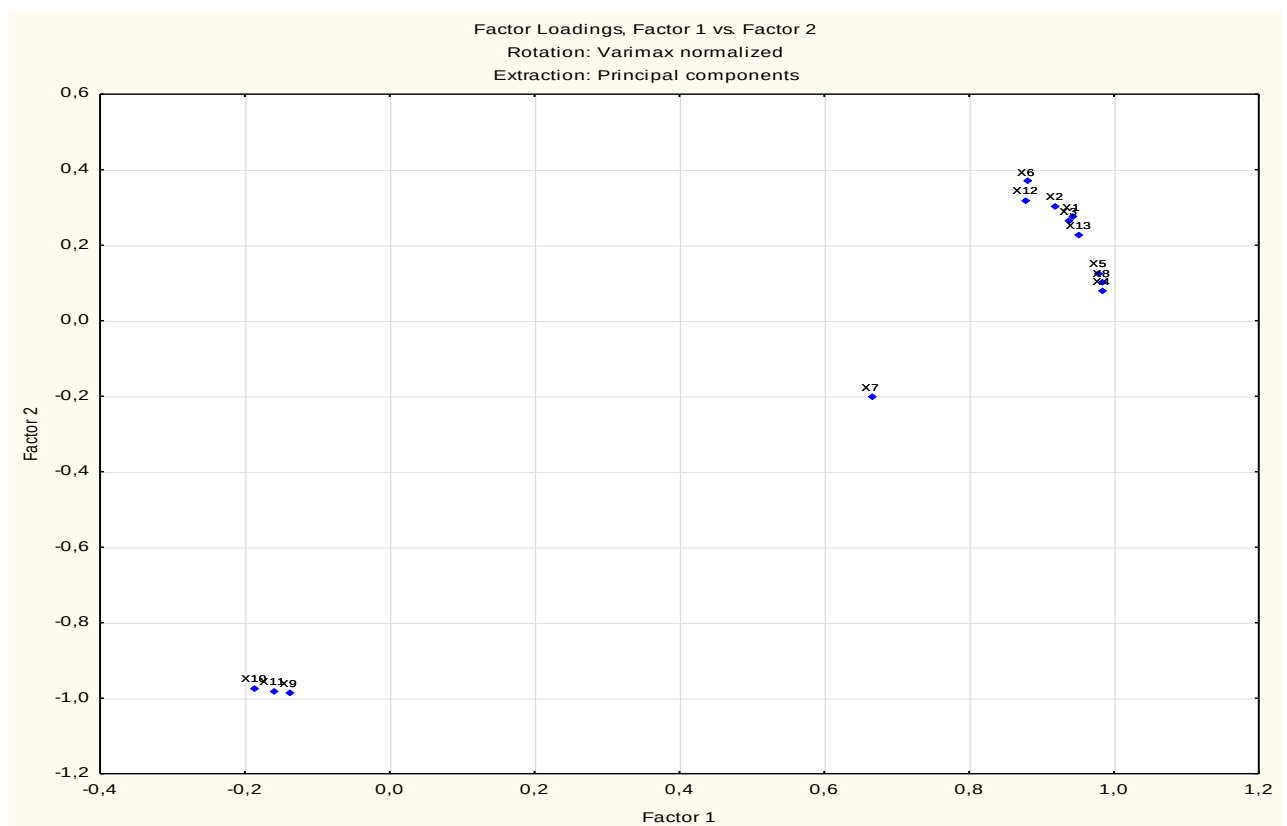


Рис. 2.46. Діаграма розсіювання після повороту осей

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Щоби переконатися, чи правильну кількість факторів отримано, розглянемо графік власних значень (рис. 2.47). На графіку потрібно знайти таке місце, де зниження власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Згідно з даними рис. 2.47, при проведенні цього аналізу можна залишити чотири або п'ять факторів.

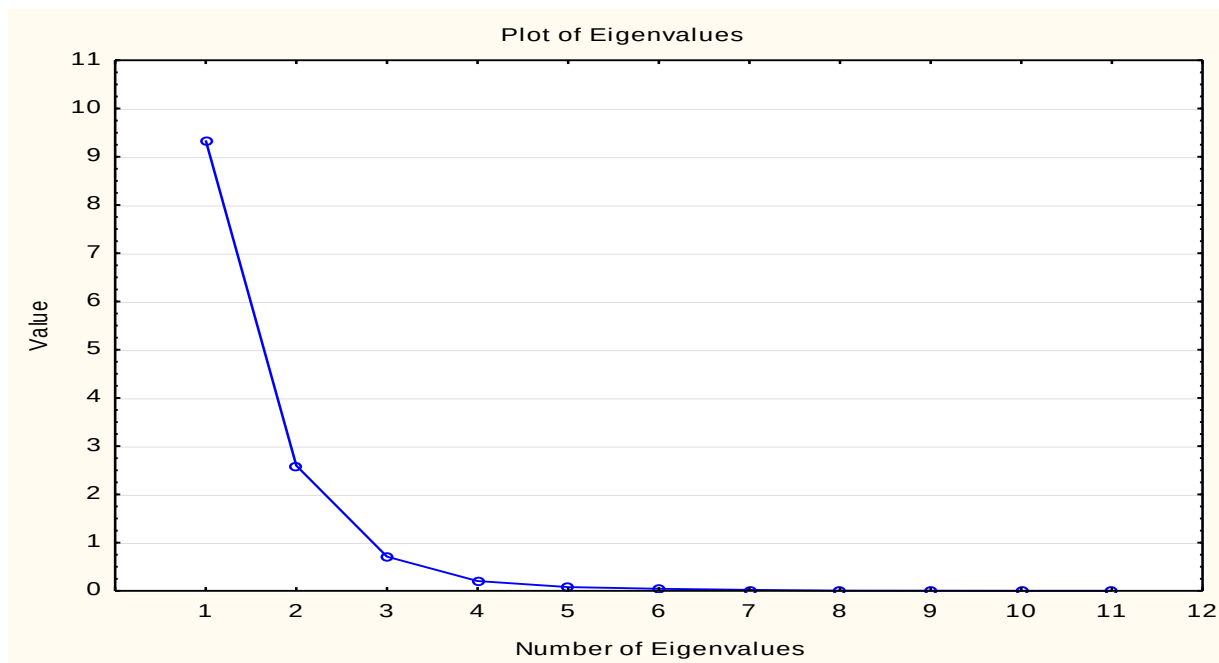


Рис. 2.47. Графік власних значень

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Отже, при проведенні факторного аналізу обрано показники, що характеризують економічний розвиток, демографічну ситуацію та інтенсивність міжнародної торгівлі. За результатами аналізу визначені показники можна поділити на дві групи: 1) абсолютні показники, такі як чисельність населення, враховуючи еміграцію та імміграцію населення, ВВП, витрати кінцевого споживання, валове формування капіталу, обсяг експортних та імпорتنих потоків товарів і послуг і відповідно зовнішньоторговельний обіг; 2) відносні показники відкритості економіки, що характеризують активність країни у сфері міжнародної торгівлі.

За результатами факторного аналізу можна зробити висновок, що дуже багато різних показників належать до фактора 1. Розглянемо детальніше ідентифікатори цієї групи. Застосуємо такий метод класифікації, як

дискримінантний аналіз, з метою визначення специфіки впливу вище аналізованих показників (виокремлених у результаті аналізу), що становлять фактор 1.

Оскільки вважається, що ВВП є одним із найважливіших показників розвитку економіки, а витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу – це його складові (за методом кінцевого споживання), перед проведенням дискримінантного аналізу поділимо країни ЄС на кластери за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу за 2016 р. (табл. 2.4). Для кластеризації застосуємо засоби програмного продукту STATISTICA 10.

Таблиця 2.4

Поділ країн ЄС на кластери залежно від ВВП, витрат кінцевого споживання та валового формування капіталу 2016 р.

Країна	ВВП по ринкових цінах	Витрати кінцевого споживання	Валове формування капіталу	Кластер
1	2	3	4	5
Бельгія	423 048,4	316 287,8	101 135,4	high
Болгарія	48 128,6	36 838,8	9 213,8	low
Чехія	176 564,3	116 844,6	46 506,6	medium
Данія	277 489,1	202 091,3	58 210,0	high
Німеччина	3 144 050,0	2 289 840,0	603 591,0	high
Естонія	21 098,3	15 503,4	5 114,8	medium
Ірландія	275 567,1	124 967,7	90 045,1	high
Греція	174 199,3	156 975,4	18 482,3	medium
Іспанія	1 118 522,0	855 613,0	229 161,0	medium
Франція	2 228 857,0	1 759 625,0	512 647,0	high
Хорватія	46 382,1	35 727,2	9 347,6	low
Італія	1 680 948,1	1 338 925,5	287 357,7	medium
Кіпр	18 122,5	15 302,7	2 961,3	medium
Латвія	24 926,7	19 821,9	4 881,3	low
Литва	38 668,3	31 500,2	6 668,2	low
Люксембург	53 004,8	24 885,8	9 511,9	high
Угорщина	113 730,8	79 772,7	22 492,9	low
Мальта	9 926,6	6 482,1	2 330,1	medium
Нідерланди	702 641,0	484 374,0	140 919,0	high
Австрія	353 296,9	256 867,3	85 208,7	high
Польща	425 980,2	325 259,9	83 479,6	low
Португалія	185 494,0	154 697,8	28 718,1	medium
Румунія	169 771,5	130 606,2	40 692,6	low

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5
Словенія	40 418,1	29 159,1	7 558,4	medium
Словаччина	81 154,0	59 995,1	18 316,8	low
Фінляндія	215 773,0	170 772,0	47 249,0	high
Швеція	465 186,2	327 545,8	115 130,9	high
Великобританія	2 395 801,0	2 028 163,0	406 533,4	high

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10 на основі [345]

На основі кластерного моделювання отримано 3 групи країн ЄС, що відрізняються між собою показниками ВВП, витратами кінцевого споживання та валовим формування капіталу (значення середніх змінних групування подано на рис. 2.48).

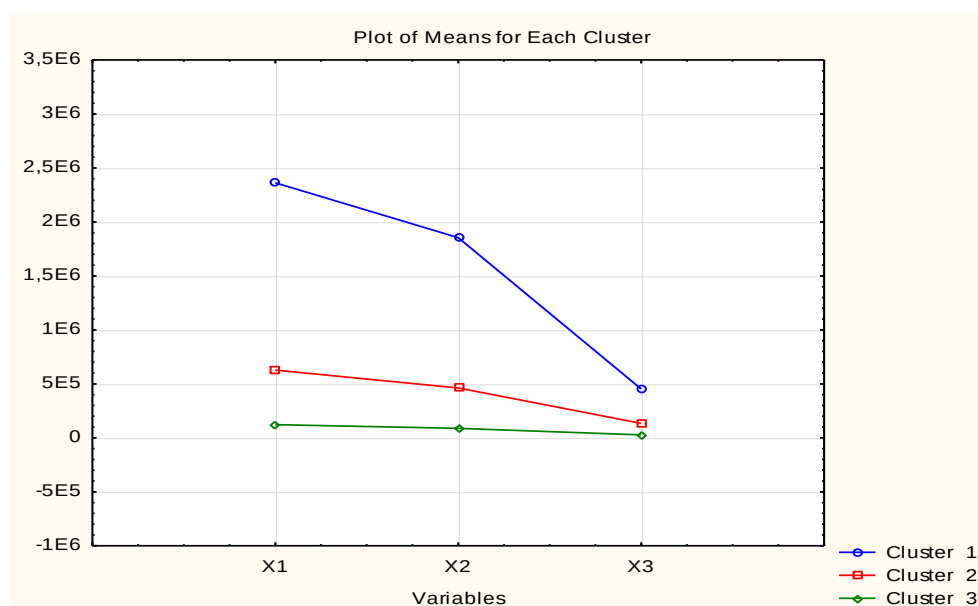


Рис. 2.48. Середні значення змінних групування у кластерах

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Члени кожного із кластерів разом із відстанню до відповідного кластера зображено на рис. 2.49–2.51.

Members of Cluster Number 1 (Spreadsheet1 and Distances from Respective Cluster Center. Cluster contains 4 cases)	
	Distance
Germany	523962,1
France	100638,1
Italy	502368,1
United Kingdom	105696,1

Рис. 2.49. Країни ЄС – члени кластера 1

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Members of Cluster Number 2 (Spreadsheet1 and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 5 cases	
	Distance
Belgium	145926,1
Spain	367721,1
Netherlands	45706,9
Poland	143336,1
Sweden	121917,1

Рис. 2.50. Країни ЄС – члени кластера 2

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Members of Cluster Number 3 (Spreadsheet1 and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 19 cases	
	Distance
Bulgaria	52975,4
Czech Republic	37263,9
Denmark	112710,1
Estonia	72923,6
Ireland	98049,1
Greece	50157,4
Croatia	54133,0
Cyprus	74594,0
Latvia	69755,0
Lithuania	59391,8
Luxembourg	54987,8
Hungary	7279,1
Malta	81354,0
Austria	168638,8
Portugal	53126,4
Romania	37726,4
Slovenia	59234,9
Slovakia	29119,9
Finland	73086,1

Рис. 2.51. Країни ЄС – члени кластера 3

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Для подальшого проведення дискримінантного аналізу обрано змінні, що також належать до фактора 1, окрім тих, які визначено змінними групування країн у кластери:

- X_4 – експорт товарів і послуг (млн. євро);
- X_5 – імпорт товарів і послуг (млн. євро);
- X_6 – чисельність населення;
- X_{12} – еміграція населення;
- X_{13} – імміграція населення.

Змінна X_8 не застосовується в дискримінантному аналізі, оскільки вона характеризує сумарний обсяг експорту та імпорту товарів і послуг, тобто (X_4+X_5) . Однак враховується поділ країн ЄС на три кластери (high, medium, low).

Завдання полягає в тому, щоб на основі аналогічних показників класифікувати країни.

За результатами дискримінантного аналізу отримано класифікаційну матрицю (рис. 2.52), на основі якої можна зробити висновок, що побудована модель правильно визначає експертну оцінку з точністю 96,43%. При цьому точніше вона визначає оцінку для груп країн із високими і низькими показниками (100%), менш точно – для середніх показників (80%).

Group	Classification Matrix (Spreadsheet1) Rows: Observed classifications Columns: Predicted classifications			
	Percent Correct	low p=,67857	high p=,14286	medium p=,17857
low	100,000%	19	0	0
high	100,000%	0	4	0
medium	80,000%	1	0	4
Total	96,4286%	20	4	4

Рис. 2.52. Класифікаційна матриця

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Неправильно зараховані до відповідних груп країни можна визначити за класифікацією випадків (рис. 2.53). У таблиці класифікації випадків некоректно віднесені об'єкти позначаються зірочкою (*). Таким чином, завдання отримання коректних вибірок полягає в тому, щоб вилючити ті об'єкти, які за показниками не відповідають їхній більшості, що утворює однорідну групу.

За даними рис. 2.53, у таблиці класифікації випадків є лише один об'єкт, позначений зірочкою, – Швеція, яку за результатами кластерного аналізу (проведеного на основі показників ВВП, витрат кінцевого споживання та валового формування капіталу) зараховано до середньої групи (medium), хоча, враховуючи інші фактори, такі як чисельність, еміграція та імміграція населення,

обсяг експортних та імпортних потоків товарів і послуг, має бути в третій групі з нижчими показниками (low).

Case	Classification of Cases (Spreadsheet1) Incorrect classifications are marked with *			
	Observed Classif.	1 p=,67857	2 p=,14286	3 p=,17857
Belgium	mediun	mediun	low	high
Bulgaria	low	low	mediun	high
Czech Republic	low	low	mediun	high
Denmark	low	low	mediun	high
Germany	high	high	mediun	low
Estonia	low	low	mediun	high
Ireland	low	low	mediun	high
Greece	low	low	mediun	high
Spain	mediun	mediun	low	high
France	high	high	mediun	low
Croatia	low	low	mediun	high
Italy	high	high	mediun	low
Cyprus	low	low	mediun	high
Latvia	low	low	mediun	high
Lithuania	low	low	mediun	high
Luxembourg	low	low	mediun	high
Hungary	low	low	mediun	high
Malta	low	low	mediun	high
Netherlands	mediun	mediun	low	high
Austria	low	low	mediun	high
Poland	mediun	mediun	low	high
Portugal	low	low	mediun	high
Romania	low	low	mediun	high
Slovenia	low	low	mediun	high
Slovakia	low	low	mediun	high
Finland	low	low	mediun	high
*Sweden	mediun	low	mediun	high
United Kingdom	high	high	low	mediun

Рис. 2.53. Класифікація випадків

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Решта країн відповідно до обраних факторів класифіковані правильно.

Щоб з'ясувати, як змінні поділяють дві сукупності, обчислюють дискримінантні функції (рис. 2.54).

Effect	Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients (Spreadsheet Sigma-restricted parameterization)	
	Function 1	Function 2
Intercept	0,000000	0,000000
X4	3,103950	1,281450
X5	-3,575800	-0,165160
X6	-2,214320	-0,580310
X12	2,756740	2,309990
X13	-0,842930	-2,088260
Eigenvalue	31,51467	0,14253
Cum. Prop.	0,99549	1,00000

Рис. 2.54. Вихідні коефіцієнти дискримінантних функцій

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Значущість одержаних у результаті аналізу функцій перевіряємо за допомогою критерію χ -квадрат (рис. 2.55).

Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet Sigma-restricted parameterization)					
	Eigenvalue	Canonical R	Wilks Lambda	Chi-Sqr.	df	p-value
0	31,51467	0,98450	0,02691	83,1436	10,0000	0,00000
1	0,14253	0,35320	0,87524	3,0647	4,0000	0,54705

Рис. 2.55. Перевірка статистичної значущості дискримінантних функцій

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Перша дискримінантна функція є статистично значущою (власне значення дорівнює 31,51467) та найбільш навантаженою за величинами X_4 (3,10), X_{12} (2,76), а також за величинами X_5 (–3,58) і X_6 (–2,21), але з протилежними знаками. Друга дискримінантна функція, хоча вона малозначуща, добре відмічена величинами X_{12} (2,31), X_{13} (–2,09).

Отже, такі фактори, як експорт та імпорт товарів і послуг, чисельність й еміграція населення, безпосередньо здійснюють суттєвий вплив на економічний розвиток країни, а саме на ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу.

Результати дискримінантного аналізу зобразимо графічно (рис. 2.56). Ця діаграма розсіювання відображає кореляцію між змінними всередині сукупностей.

Таким чином, запропонований науковий підхід до дослідження міжнародної торгівлі на основі поєднання кластерного, факторного та дискримінантного аналізів і комплексу показників, що характеризують економічний розвиток, демографічну ситуацію та зовнішню торгівлю країн і їхній взаємозв'язок, дав змогу визначити специфіку впливу обраних факторів на обсяги експортно-імпортних операцій та запропонувати множину ідентифікаторів, що можуть бути застосовані в моделюванні цих процесів.

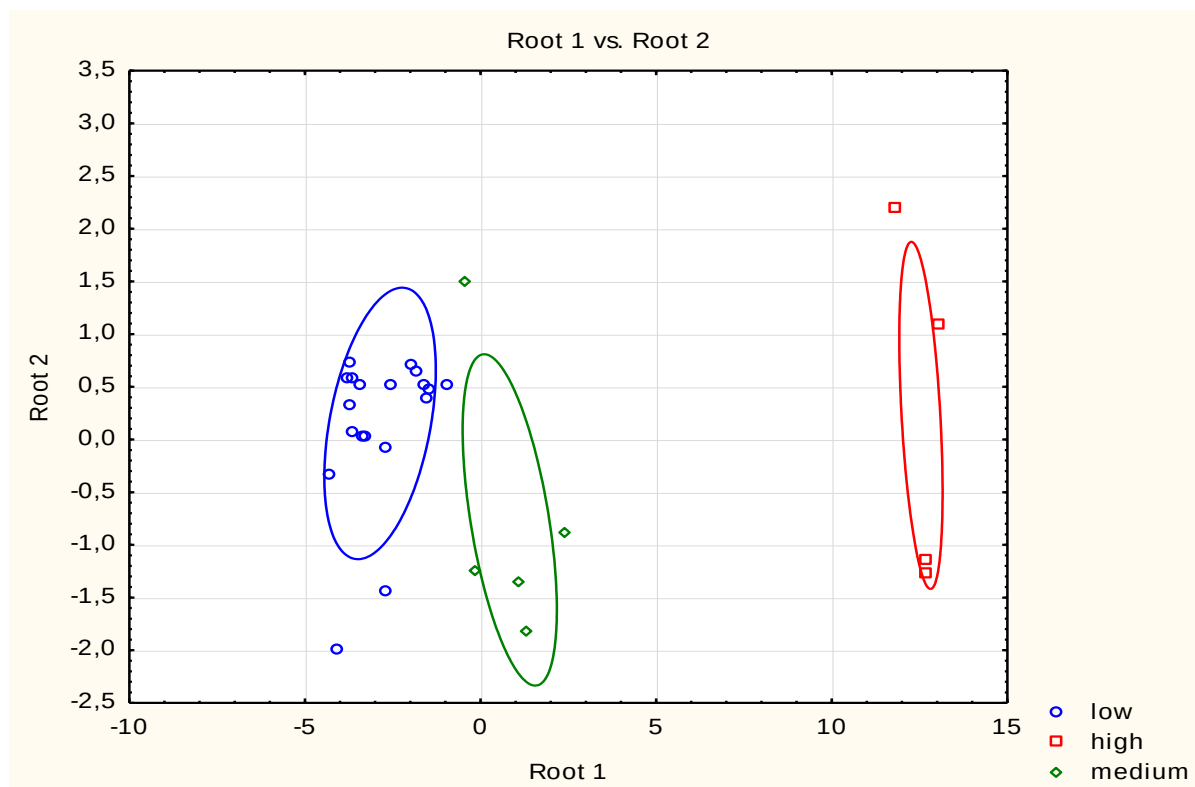


Рис. 2.56. Діаграма розсіювання канонічних значень для пар значень дискримінантних функцій 1 і 2

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

На основі результатів факторного аналізу було згруповано показники за напрямом їхнього впливу. За допомогою кластерного моделювання країни ЄС були поділені на групи за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. Дискримінантний аналіз дав змогу інтерпретувати результати за значущістю обраних факторів, підтвердивши, що для аналізу міжнародної торгівлі треба застосовувати якнайбільшу кількість статистичних індикаторів.

При моделюванні міжнародної торгівлі, як і при моделюванні будь-якого соціально-економічного процесу, важливим є вибір математичного методу вирішення задачі. Саме правильно проведені дослідження торгівлі із виявленням можливих закономірностей між показниками вплине на цей вибір. Отже, на першому кроці при оцінюванні міжнародної торгівлі потрібно здійснити пошук можливих прихованих правил та зв'язків між показниками міжнародної торгівлі.

Передумовою успішного прийняття рішень у сфері торгівлі є використання статистичних та економетричних методів дослідження і прогнозування подальшого розвитку цього процесу. В умовах міжнародної нестабільності використання лише статистичного аналізу є недостатнім. З огляду на це більш популярним є застосування математичного апарату економетричного аналізу, що дає змогу сформувати інструментарій вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі. Для оцінювання поточного стану, тенденцій і перспектив розвитку міжнародної торгівлі застосовують різні методи та підходи.

Очевидно, що основні показники торгівлі взаємопов'язані з деякими економічними та географічними характеристиками країни. Для виявлення і класифікації факторів впливу на основні показники торгівлі (обсяги експорту та імпорту) використані такі методи економетричного аналізу, як канонічний кореляційний аналіз, дисперсійний аналіз, факторний аналіз, дискримінантний аналіз тощо (табл. 2.5).

Опишемо сутність кожного з цих методів, а також їх практичне застосування до міжнародної торгівлі.

Методи економетричного аналізу для дослідження міжнародної торгівлі

Метод	Сутність	Застосування до міжнародної торгівлі
1	2	3
Класстерний аналіз	Розбиття заданої вибірки об'єктів на групи (кластери) таким чином, щоб кожен кластер складався із подібних об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися.	Поділ країн на групи, які будуть характеризуватися однаковою інтенсивністю певного показника, дає змогу виявити лідерів та аутсайдерів щодо основних показників торгівлі.
Канонічний кореляційний аналіз	Дає змогу визначити вплив множини факторів не на один показник, що характеризує досліджуване явище, а відразу на декілька. Можна одночасно дослідити взаємозв'язки між показниками обох множин і визначити найтісніші з найбільшим коефіцієнтом кореляції та виокремити головні й другорядні фактори впливу.	Дає змогу виокремити головні та другорядні фактори впливу на торгівлю країни, а також визначити фактори, що мають слабкий вплив і ними можна знехтувати.
Дисперсійний аналіз	Визначення та оцінювання певних факторів впливу на досліджувану випадкову величину. При розгляді невеликої чисельності вибірових сукупностей даних можна одержати найбільш точні висновки.	Інструмент для дослідження міжнародної торгівлі країн з метою виявлення залежності основних характеристик торгівлі від різних факторів впливу.
Факторний аналіз	Використовується для комплексного аналізу соціально-економічного процесу з метою пошуку і класифікації факторів, що впливають на це явище.	Корисний тим, що дає змогу згрупувати показники за напрямом впливу.
Дискримі- нантний аналіз	Використовується для прийняття рішення про те, які змінні «дискримінують» певні групи даних.	Дає змогу інтерпретувати результати за значущістю обраних факторів.

Джерело: розроблено автором

За результатами проведеного канонічного кореляційного аналізу міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу виявлено існування доволі щільного зв'язку між показниками експортно-імпортних операцій країн ЄС та окремими їхніми географічними характеристиками, такими як площа країни і чисельність населення. Встановлено, що основний вплив на міжнародну торгівлю має чисельність населення країни і значно менший – розмір цієї країни. Виокремивши головні та другорядні фактори впливу на міжнародну торгівлю країни, для здійснення подальших досліджень за методом канонічних кореляцій можна знехтувати таким фактором впливу, як розмір території цієї країни.

Проведення дисперсійного аналізу дало змогу виявити залежність обсягів експортно-імпортних операцій від географічних характеристик і ВВП на душу населення. Попередньо країни ЄС було згруповано за географічними показниками. Дисперсійний аналіз підтвердив, що для великих країн зі зростанням ВВП на душу населення підвищуються обсяги експорту та імпорту. Проте ця тенденція не підтвердилася для малих країн. З огляду на це загального висновку лише на основі дисперсійного аналізу не отримано.

За результатами факторного аналізу згруповано фактори за напрямом їхнього впливу на основні показники торгівлі таким чином, щоб отримана в підсумку система індикаторів (що належно описуватиме вибіркові дані, як і вихідна) була більш зручною з точки зору змістової інтерпретації.

Дискримінантний аналіз дав змогу інтерпретувати результати за значущістю обраних факторів і підтвердив, що для аналізу міжнародної торгівлі варто застосовувати якнайбільше статистичних індикаторів.

Окрім того, доволі дієвим методом, що неодноразово застосований нами у ході дослідження міжнародної торгівлі, є кластерний аналіз. Проведений кластерний аналіз обсягів експорту товарної структури країн ЄС за певний період дав змогу виявити, що країни-лідери є найпотужнішими експортерами трьох товарних груп: хімічних речовин та пов'язаних з ними продуктів, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання. Серед країн ЄС

найпотужнішими експортерами цих товарних груп є Німеччина, Бельгія, Франція, Італія, Нідерланди, Великобританія.

На основі проведеного дослідження у першому наближенні зроблено припущення про доцільність застосування кластерного аналізу для вимірювання міжнародної торгівлі.

2.3. Використання технологій Data Mining при вимірюванні і оцінюванні міжнародної торгівлі країн

Так як міжнародна торгівля країн загалом має значний вплив на національну економіку кожної з них, для забезпечення економічного зростання та національного добробуту країни насамперед потрібно вести врегульовану ефективну політику у сфері міжнародної торгівлі. Нині, коли комп'ютерні інформаційні технології стрімко розвиваються, щораз більшої популярності набуває інтелектуальний аналіз даних як один з інструментів дослідження та моделювання міжнародної торгівлі. Для проведення ефективного аналізу даних, пошуку кореляційних зв'язків і тенденцій використовують технології Data Mining, основним завданням яких є пошук закономірностей між об'єктами баз даних. Інтелектуальний аналіз даних в основному призначений для пошуку прихованих, об'єктивних закономірностей, що можуть бути корисними для практичного застосування у великих інформаційних масивах даних. Одним із методів інтелектуального аналізу даних (Data Mining) є багатовимірний адаптивний регресійний аналіз.

Уперше новий метод гнучкого регресійного моделювання масивів багатовимірних даних запропонував американський статистик Джером Фрідман (Jerome Harold Friedman) у праці «Багатовимірні адаптивні регресійні сплайни» (1991) [348], де описав процедуру розв'язування регресійних задач і задач класифікації, в яких потрібно оцінити взаємозв'язок між наборами залежних і незалежних змінних. Ця процедура умотивована рекурсивним підходом до

регресії та більш потужна і гнучка для моделювання взаємозалежностей між наборами змінних.

Перевагою застосування багатовимірною адаптивного регресійного аналізу є те, що він дає змогу оцінити динаміку ступеня факторного впливу на залежну величину, а також його простота і висока ефективність при розв'язуванні задач із масивами даних великої розмірності.

Застосуємо цей метод для оцінювання міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Використаємо статистичні дані Eurostat [345] за 2008-2016 рр. (див. дод. Г). Залежними змінними визначимо:

Y_1 – обсяг експорту товарів і послуг країни (млн. євро);

Y_2 – обсяг імпорту товарів і послуг країни (млн. євро).

Оцінимо залежність основних показників торгівлі від таких факторів як:

X_1 – середній дохід населення (євро);

X_2 – загальна національна концепція зайнятості;

X_3 – чисельність населення;

X_4 – еміграція населення;

X_5 – імміграція населення;

X_6 – онлайн-купівля продукції (%);

X_7 – експорт високотехнологічної продукції (%);

X_8 – експорт вторинної сировини (тис. євро);

X_9 – імпорт вторинної сировини (тис. євро);

X_{10} – індекс сприйняття корупції;

X_{11} – податок на виробництво та імпорт (млн. євро);

X_{12} – податок на продукцію (млн. євро).

Використовуючи модуль Data Mining/MAR Splines Analysis програмного продукту STATISTICA 10, одержимо результати аналізу (рис. 2.57) та матрицю коефіцієнтів моделі (рис. 2.58).

Model Summary (Spreadsheet)	
Model specifications	Value
Independents	10
Dependents	2
Number of terms	14
Number of basis functions	13
Order of interactions	1
Penalty	2.000000
Threshold	0.000500
GCV error	2191912
Prune	Yes

Рис. 2.57. Результати MAR Splines Analysis

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Model coefficients (Spreadsheet1)												
NOTE: Highlighted cells indicate basis functions of type max(0, independent-knot), otherwise max(0, knot-independent)												
Coefficients, knots and basis functions	Coefficients Export, Y1	Coefficients Import, Y2	Knots Median equivalised net income, X1	Knots Total employment national concept, X2	Knots Population, X3	Knots Last online purchase, X6	Knots Imports Total waste, X8	Knots Exports of high technology products, X7	Knots Exports Total waste, X9	Knots Index Corruption, X10	Knots Taxes on production and imports, X11	Knots Taxes on products, X12
Intercept	173187,0	164264,0										
Term.1	3,8	3,6										798,2000
Term.2	0,0	0,0					349137,0					
Term.3	-0,0	-0,0					349137,0					
Term.4	-0,0	-0,0							414085,0			
Term.5	-20592,0	-15728,0						20,8000				
Term.6	-1908,0	-993,0						20,8000				
Term.7	-2,1	-1,7									71193,0	
Term.8	1,7	1,5									279142,0	
Term.9	0,0	0,0			6400719							
Term.10	0,0	0,0			6400719							
Term.11	17184,0	13404,0						17,6000				
Term.12	-2239,0	-3308,0								77,0000		
Term.13	1,3	1,7	11449,0									

Рис. 2.58. Матриця коефіцієнтів моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Оскільки обрано дві залежні змінні для аналізу, на основі одержаних результатів отримуємо два рівняння мультифакторної регресії. Побудовані MAR Splines моделі для обсягів експорту та імпорту країн ЄС дають змогу виявити певні важливі залежності.

- для експорту:

$$Y_1 = 173187,13 + 3,818 \cdot \max(0; X_{12} - 798,2) + 0,044 \cdot \max(0; X_8 - 3491371) - \\ - 0,026 \cdot \max(0; 3491371 - X_8) - 0,0363 \cdot \max(0; 4140858 - X_9) - \\ - 20592,47 \cdot \max(0; X_7 - 20,8) - 1908,8 \cdot \max(0; 20,8 - X_7) - \\ - 2,078 \cdot \max(0; X_{11} - 71193) + 1,695 \cdot \max(0; X_{11} - 279142) + \\ + 0,012 \cdot \max(0; X_3 - 64007193) + 0,0013 \cdot \max(0; 64007193 - X_3) + \\ + 17184,84 \cdot \max(0; X_7 - 17,6) - 2239,42 \cdot \max(0; X_{10} - 77) + \\ + 1,26 \cdot \max(0; X_1 - 11449);$$

- для імпорту:

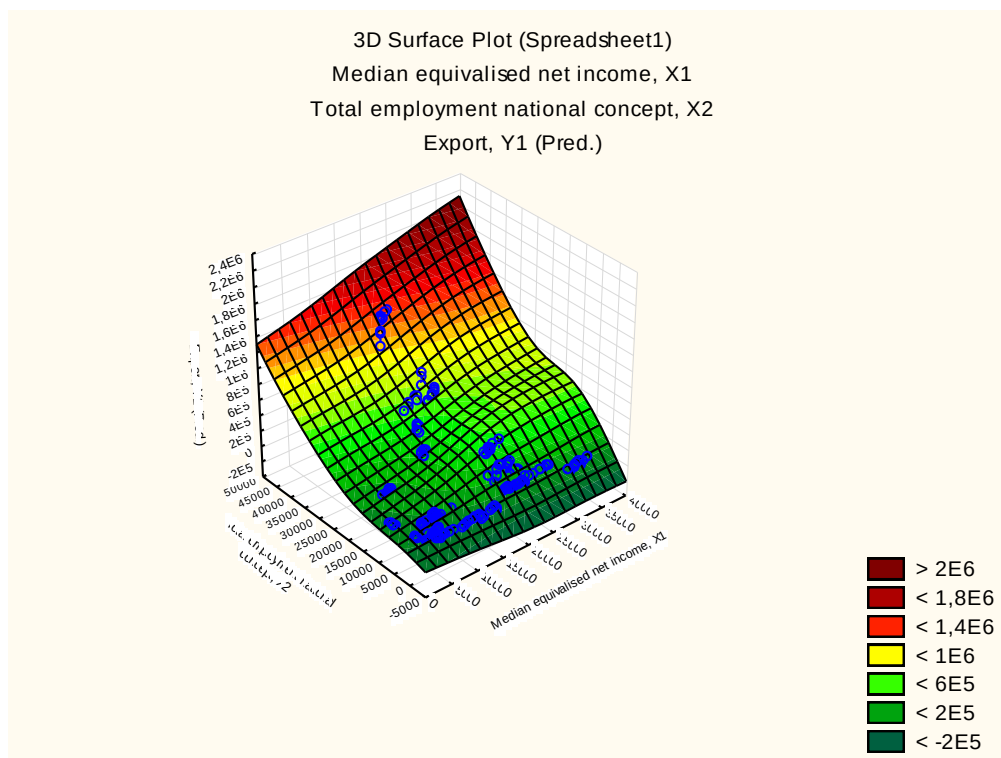
$$Y_2 = 164264,82 + 3,56 \cdot \max(0; X_{12} - 798,2) + 0,037 \cdot \max(0; X_8 - 3491371) - \\ - 0,0162 \cdot \max(0; 3491371 - X_8) - 0,04 \cdot \max(0; 4140858 - X_9) - \\ - 15728,64 \cdot \max(0; X_7 - 20,8) - 993,29 \cdot \max(0; 20,8 - X_7) - \\ - 1,73 \cdot \max(0; X_{11} - 71193) + 1,53 \cdot \max(0; X_{11} - 279142) + \\ + 0,0039 \cdot \max(0; X_3 - 64007193) + 0,001 \cdot \max(0; 64007193 - X_3) + \\ + 13404,16 \cdot \max(0; X_7 - 17,6) - 3308,44 \cdot \max(0; X_{10} - 77) + \\ + 1,75 \cdot \max(0; X_1 - 11449).$$

Наочно залежність ілюструється за допомогою сплайнових регресійних поверхонь, побудованих для невідомих Y_1 , X_1 , X_2 (рис. 2.59) та для Y_2 , X_1 , X_2 (рис. 2.60).

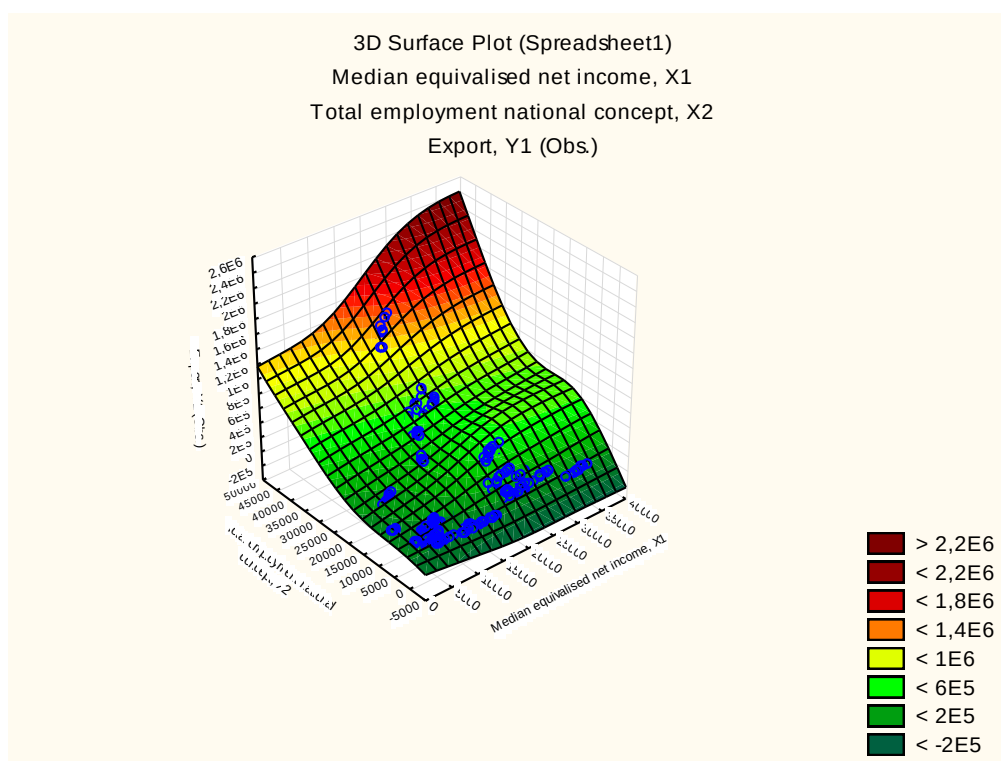
За результатами аналізу доходимо висновку, що високі значення показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг країни будуть досягнуті за максимальних значень середнього доходу населення і загальної національної концепція зайнятості населення. Ця залежність підтверджується як для обсягів експорту, так і для імпорту.

Так, чим більше буде робочих місць та чим вищим буде дохід населення певної країни, тим вищими будуть значення основних показників торгівлі і тим вигідніше положення буде займати країна на міжнародній арені.

Розглянемо залежність значень показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг від значень загальної національної концепція зайнятості населення та експорту високотехнологічної продукції (Y_1 , X_2 , X_7) (рис. 2.61) і (Y_2 , X_2 , X_7) (рис. 2.62).



a)

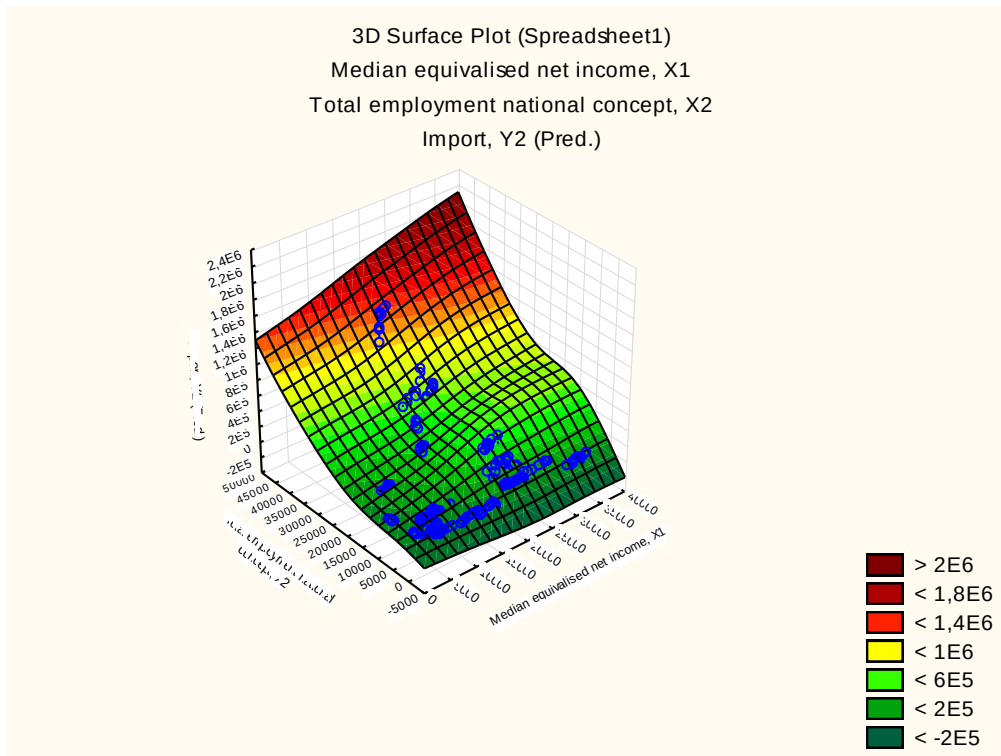


б)

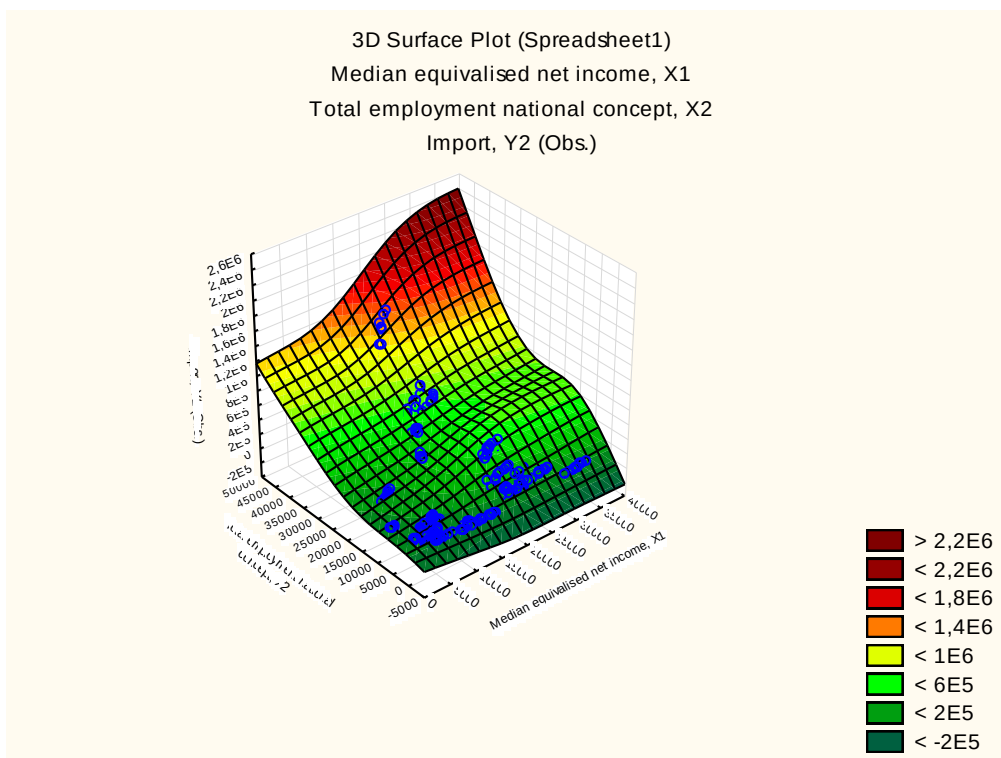
Рис. 2.59. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, середній дохід населення, загальна національна концепція зайнятості населення):

а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)

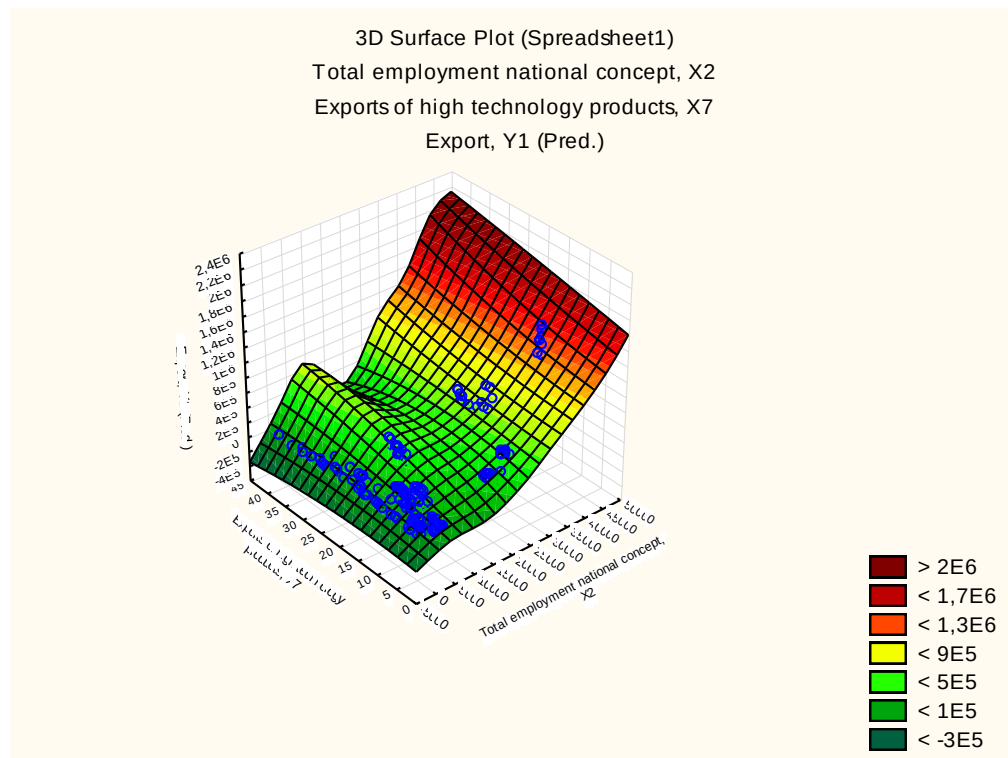


б)

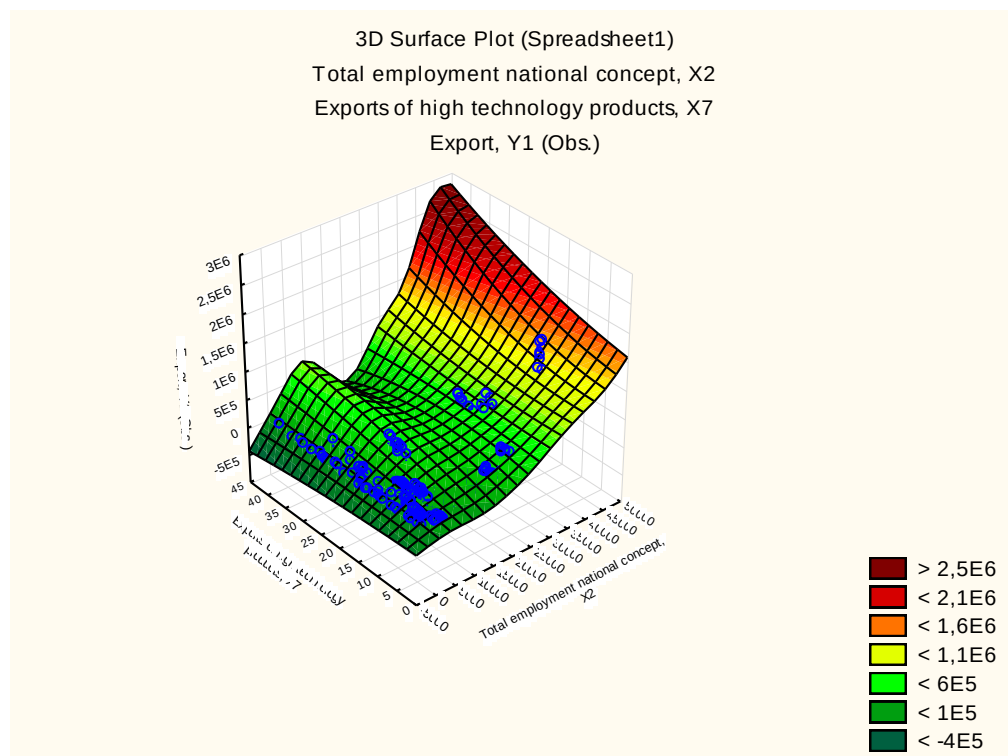
Рис. 2.60. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, середній дохід населення, загальна національна концепція зайнятості населення):

а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



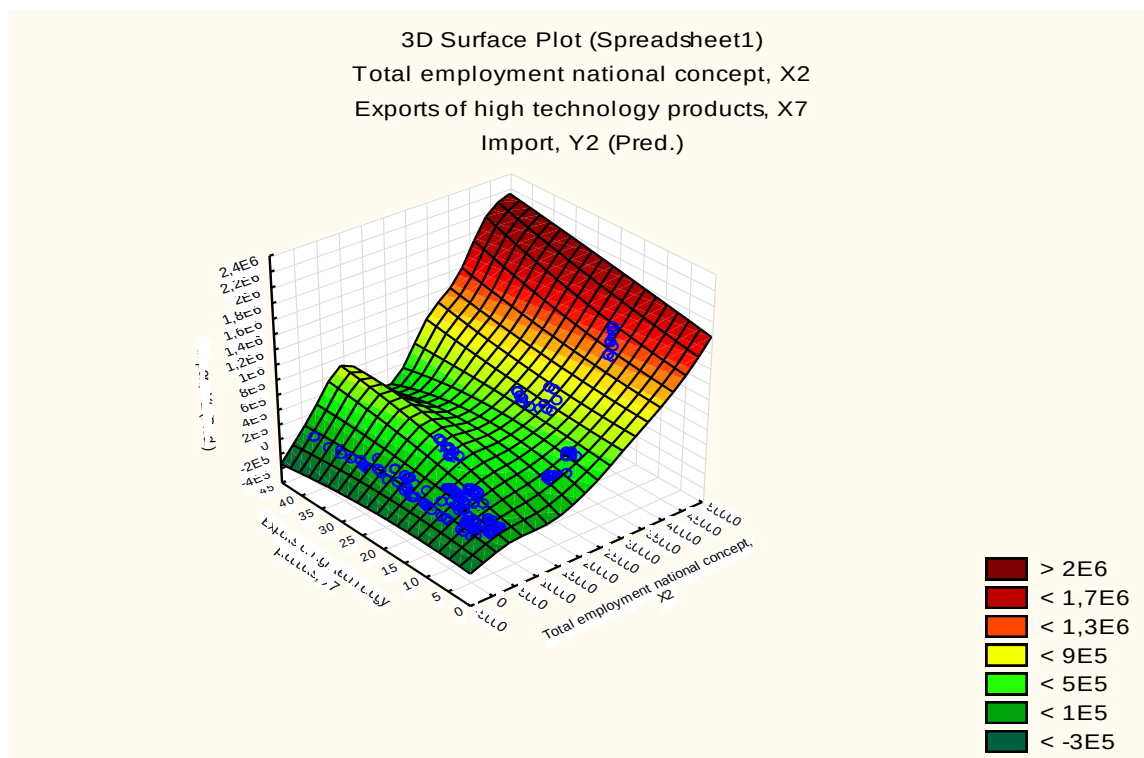
a)



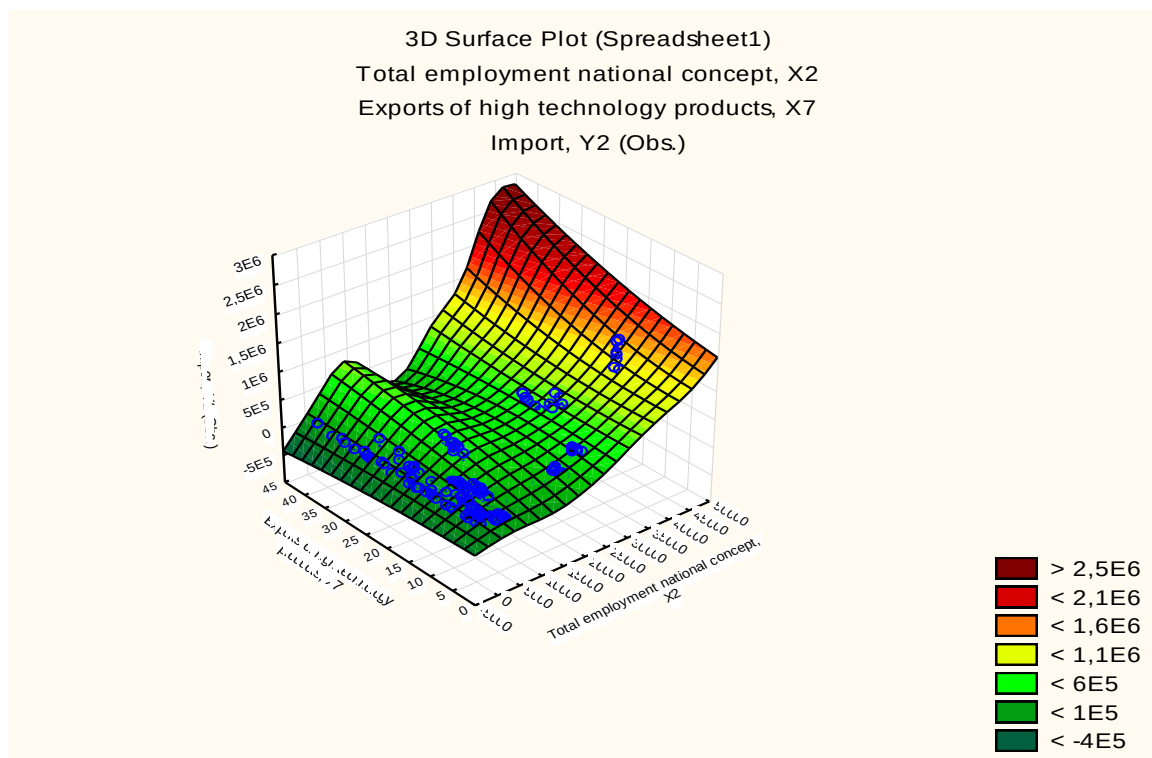
б)

Рис. 2.61. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, експорт високотехнологічної продукції): а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)



б)

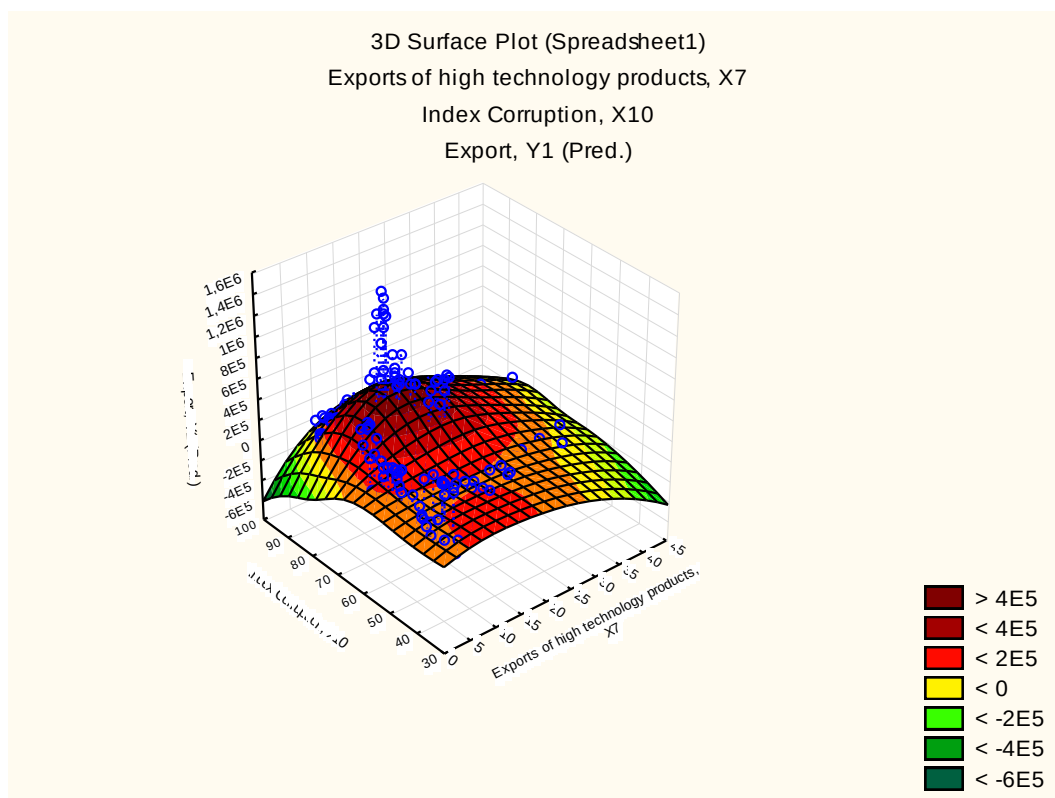
Рис. 2.62. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, експорт високотехнологічної продукції): а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

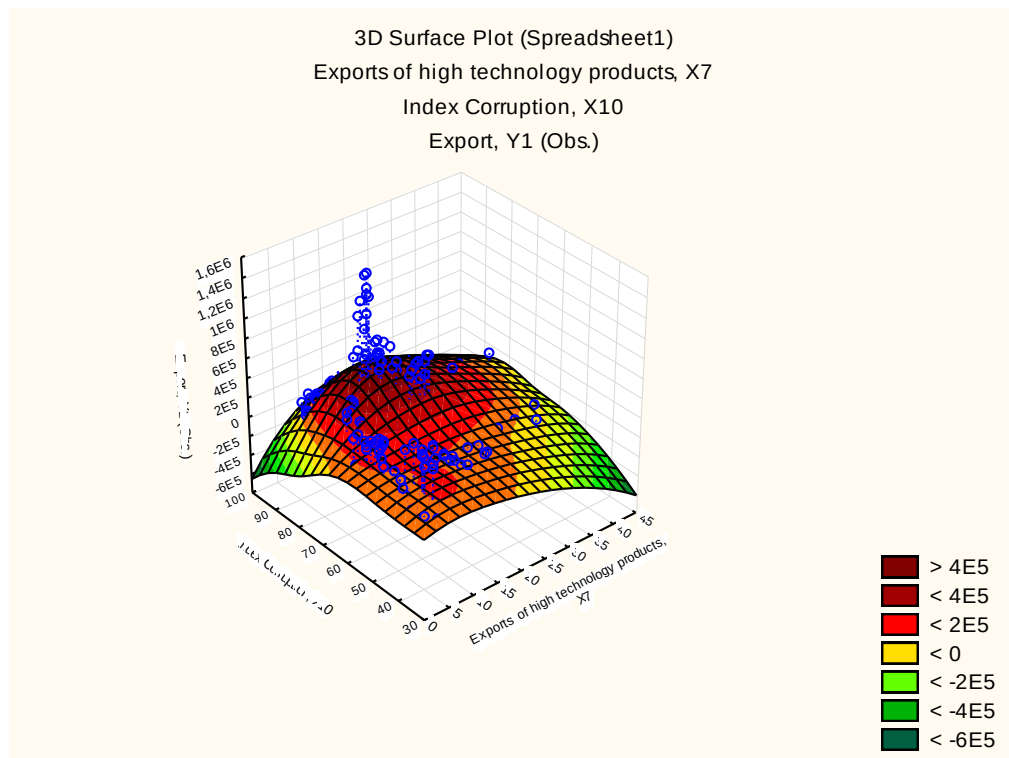
Також дослідження підтвердило, що суттєвими будуть значення показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг за максимальних значень загальної національної концепція зайнятості населення та експорту високотехнологічної продукції. Отже, знову ж таки, чим краща ситуація на ринку праці у країні та чим більше країна виробляє високотехнологічної продукції, тим більш значущі показники торгівлі вона демонструє.

Крім того, варта уваги також залежність обсягів експорту й імпорту від індексу сприйняття корупції.

Підтвердження цієї залежності бачимо за допомогою сплайнових регресійних поверхней, побудовані для показників експорту товарів і послуг (Y_1 , X_7 , X_{10}) (рис. 2.63) і для показників імпорту товарів і послуг (Y_2 , X_7 , X_{10}) (рис. 2.64).



a)

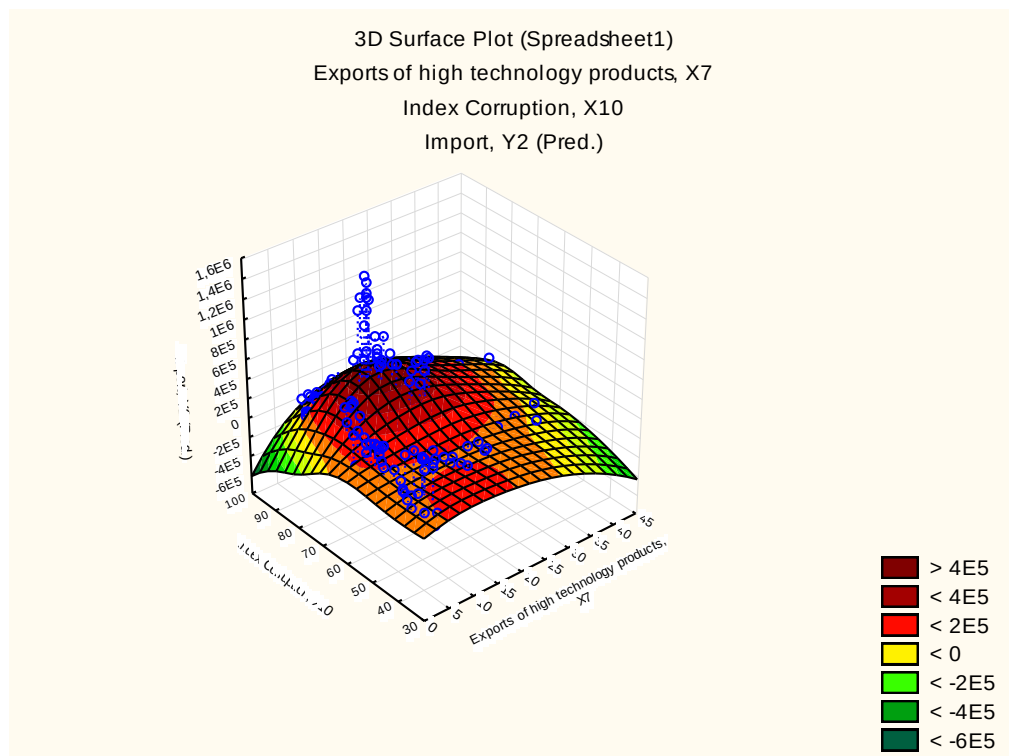


б)

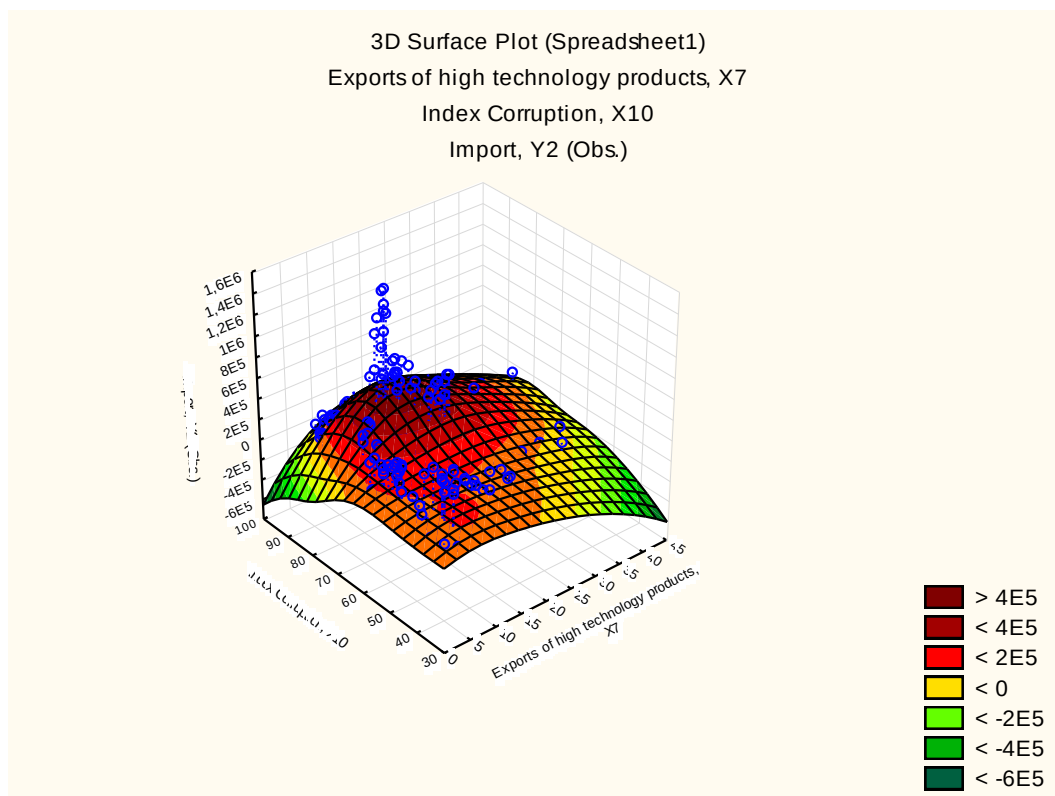
Рис. 2.63. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, експорт високотехнологічної продукції, індекс сприйняття корупції):

а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



а)



б)

Рис. 2.64. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, експорт високотехнологічної продукції, індекс сприйняття корупції):

а) теоретична; б) емпірична

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Бачимо, що найвищі значення показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг будуть досягнуті за максимальних значень індексу сприйняття корупції. Сьогодні корупція є дуже великою проблемою для багатьох країн світу. Поки уряд країни буде думати про власне збагачення, економіка такої держави буде занепадати. Основні показники торгівлі теж будуть низькими, оскільки корупція призводить до підвищення нестабільності та зростання ризиків на ринках. Отже, для процвітання економіки країни, зокрема у сфері торгівлі, урядовцям потрібно докласти максимальних зусиль для боротьби із корупцією.

Проведений багатовимірний адаптивний регресійний аналіз дає змогу стверджувати, що між основними показниками торгівлі (обсягами експорту й імпорту товарів і послуг) та такими факторами як: середній дохід населення, чисельність населення, експорт високотехнологічної продукції, експорт

вторинної сировини, імпорт вторинної сировини, індекс сприйняття корупції, податок на виробництво та імпорт, податок на продукцію.

За побудованими MAR Spline-моделями отримано два регресійних рівняння, що описують лінійну залежність основних показників торгівлі від вищеописаних факторів. Враховуючи різні результати регресійного моделювання, з метою оцінювання впливу всіх факторів економічного розвитку для підвищення показників країни у сфері торгівлі доцільно буде застосувати комбіновані методи інтелектуального аналізу даних.

Сплайнові поверхні побудовані також для інших змінних, що використовувалися при проведенні аналізу (див. дод. Д).

Ще один метод інтелектуального аналізу даних вартий уваги є асоціація. Даний метод призначений для знаходження закономірностей між масивами даних, що ставляться у відповідність умові та наслідку. При знаходженні асоціативних правил здійснюється пошук закономірностей між пов'язаними кількома подіями в масиві даних, які відбуваються одночасно.

При моделюванні міжнародної торгівлі, як і при моделюванні будь-якого соціально-економічного процесу, важливим є вибір математичного методу вирішення задачі. Саме правильно проведені дослідження торгівлі із виявленням можливих закономірностей між показниками вплине на цей вибір. Отже, на першому кроці при оцінюванні міжнародної торгівлі потрібно здійснити пошук можливих прихованих правил та зв'язків між показниками міжнародної торгівлі. Це можна здійснити, використовуючи аналіз асоціацій. Таким чином, нашим завданням є знайти приховані закономірності у великому масиві даних, що характеризують міжнародну торгівлю країн ЄС. Для демонстрації можливості застосування аналізу асоціацій до дослідження міжнародної торгівлі розглянемо такий показник, як обсяг експорту товарів у млн. євро.

Для проведення аналізу нами було обрано статистичні дані Eurostat [345] обсягів експорту товарів у млн. євро країн Європейського Союзу за кожен місяць з січня 2002 року по грудень 2016 року. Отже, у нас утворилася вибірка із 180

спостережних даних (рис. 2.65), причому невідомі M01-M12 характеризують обсяг експорту товарів країн ЄС по місяцях відповідно з січня по грудень.

	1 M01	2 M02	3 M03	4 M04	5 M05	6 M06	7 M07	8 M08	
2002	140 499,	147 189,	157 247,	157 122,	150 451,	154 162,	152 381,	127 056,	1
2003	146 161,	150 890,	164 398,	153 210,	148 756,	152 225,	153 172,	122 160,	1
2004	144 472,	155 334,	178 869,	166 907,	163 396,	177 061,	165 906,	143 149,	1
2005	158 025,	167 798,	186 749,	181 409,	177 137,	187 620,	170 156,	158 208,	1
2006	183 121,	192 226,	225 356,	192 645,	212 119,	212 356,	192 583,	176 934,	2
2007	201 715,	207 350,	232 888,	208 505,	219 878,	227 163,	217 467,	194 223,	2
2008	221 190,	230 003,	229 515,	241 127,	223 633,	235 335,	232 806,	188 833,	2
2009	166 241,	173 109,	188 693,	172 973,	165 243,	182 879,	179 518,	152 733,	1
2010	172 017,	186 053,	219 307,	201 001,	203 025,	223 182,	205 462,	183 335,	2
2011	210 147,	222 470,	256 383,	223 070,	241 067,	234 278,	221 215,	206 512,	2
2012	216 587,	232 074,	253 356,	224 014,	236 838,	235 811,	230 700,	210 464,	2
2013	223 434,	222 237,	239 867,	233 291,	231 388,	230 235,	236 221,	201 374,	2
2014	228 251,	231 127,	248 243,	236 865,	234 752,	241 068,	243 700,	200 783,	2
2015	224 321,	238 827,	268 607,	248 128,	241 581,	264 627,	256 543,	211 698,	2
2016	225 607,	251 693,	265 313,	253 756,	250 297,	267 758,	239 568,	226 819,	2

Рис. 2.65. Фрагмент таблиці статистичних даних обсягів експорту товарів у млн. євро країн ЄС протягом січня 2002 р. по грудень 2016 р.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Перед проведенням безпосередньо аналізу асоціацій спочатку розглянемо динаміку обсягів експорту товарів країн ЄС (протягом досліджуваного періоду) та побудуємо графік середньорічних обсягів експорту товарів країн (рис. 2.66).

На графіку (рис. 2.66) чітко видно тренд збільшення середньорічного обсягу експорту товарів країн ЄС, за винятком 2009 року, що зумовлено світовою фінансовою кризою.

Окрім динаміки середньорічного обсягу експорту товарів, заслуговує уваги графік зміни середньомісячних обсягів експорту товарів країн ЄС протягом усього досліджуваного періоду 2002–2016 рр. (рис. 2.67).

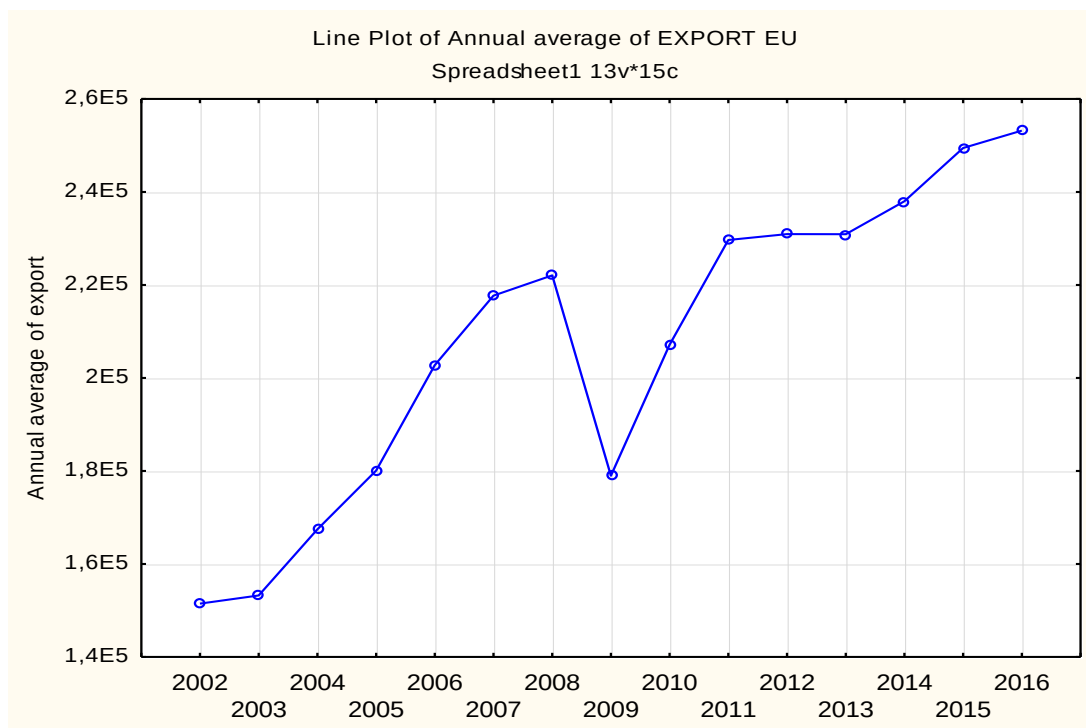


Рис. 2.66. Динаміка середньорічного обсягу товарів країн ЄС протягом 2002-2016 рр., млн. євро.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

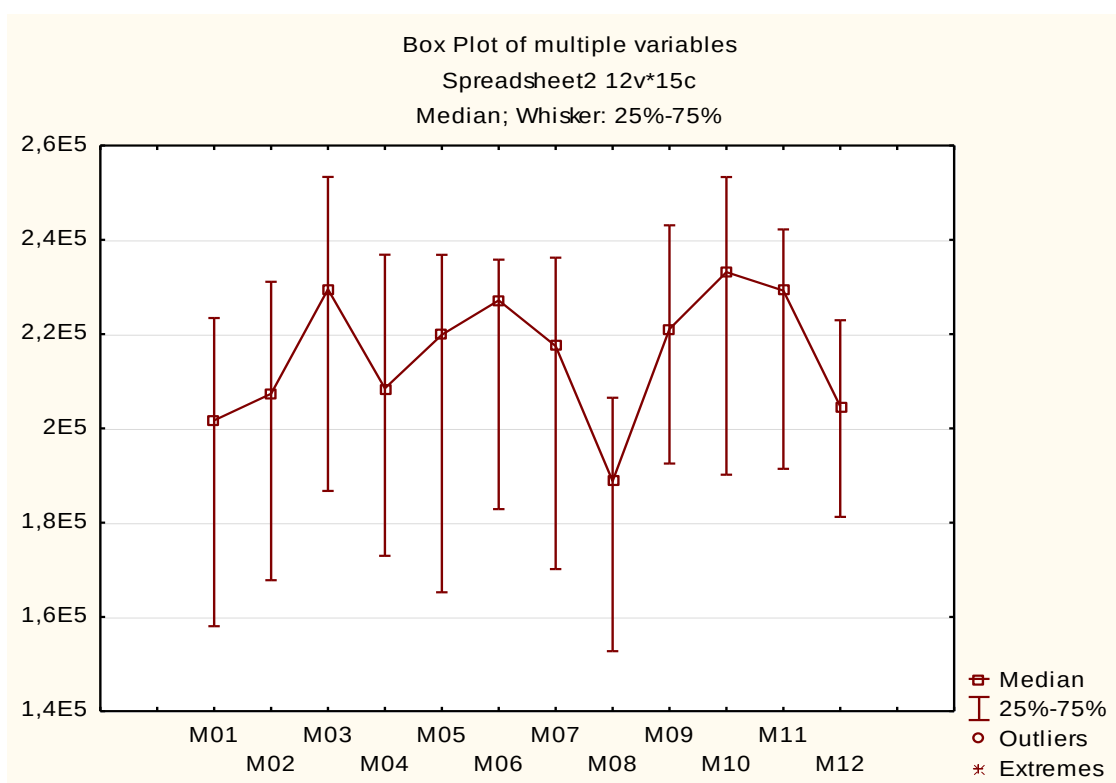


Рис. 2.67. Графік зміни середньомісячних обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 рр., млн. євро.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Як видно з графіку (рис. 2.67) мінливість середньомісячних значень в першій половині року дещо більша ніж в кінці року і, крім того, для січня, лютого, квітня, серпня та грудня середньомісячні обсяги експорту товарів країн ЄС дещо нижчі ніж в інші місяці.

Для виявлення прихованих правил і закономірностей для досліджуваної вибірки даних використаємо метод асоціацій. Тому наступним кроком аналізу буде доповнення початкової таблиці статистичних даних деякими змінними, які будуть приймати значення 0 або 1 залежно від того чи обсяг експорту країн ЄС в певному місяці в певному році буде більший чи менший за середньорічний показник для цього року (якщо значення більше, змінній присвоюємо значення 1, якщо менше – 0). Отже, для вихідних статистичних даних нам потрібно знайти середньорічні значення. Для цього використаємо модуль Statistics/Basic statistics програмного продукту STATISTICA 10 (рис. 2.68).

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet4)				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
2002	12	151484,0	127056,0	166156,0	10025,8
2003	12	153223,0	122160,0	168311,0	11779,7
2004	12	167464,0	143149,0	184652,0	13750,1
2005	12	180100,0	158025,0	202025,0	13983,4
2006	12	202766,0	176934,0	225356,0	15546,1
2007	12	217711,0	194223,0	242286,0	15052,4
2008	12	222069,0	181237,0	241127,0	19826,9
2009	12	178993,0	152733,0	197854,0	13433,2
2010	12	207149,0	172017,0	229234,0	18556,0
2011	12	229681,0	206512,0	256383,0	14566,2
2012	12	230943,0	209052,0	253356,0	14233,2
2013	12	230927,0	201374,0	253337,0	12968,4
2014	12	238008,0	200783,0	261364,0	15310,0
2015	12	249453,0	211698,0	268607,0	18217,1
2016	12	253206,0	225607,0	274460,0	15739,0

Рис. 2.68. Описові статистики вибірки статистичних даних, що характеризують обсяги експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 рр.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

На основі відповідного доповнення вихідних статистичних даних нами було отримано нову таблицю перетворених даних (рис. 2.69), які використаємо для проведення подальшого аналізу із застосуванням правил асоціацій, який здійснимо із використанням модуля Data Mining / Association rules програмного продукту STATISTICA 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09
2002	0	0	1	1	0	1	1	0	
2003	0	0	1	0	0	0	0	0	
2004	0	0	1	0	0	1	0	0	
2005	0	0	1	1	0	1	0	0	
2006	0	0	1	0	1	1	0	0	
2007	0	0	1	0	1	1	0	0	
2008	0	1	1	1	1	1	1	0	
2009	0	0	1	0	0	1	1	0	
2010	0	0	1	0	0	1	0	0	
2011	0	0	1	0	1	1	0	0	

Рис. 2.69. Фрагмент таблиці перетворених даних.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

В результаті аналізу отримано 50 асоціативних правил, що задовольняють обмеження на мінімальне значення рівня підтримки, достовірності і кореляції (рис. 2.70). У змінній Body описана причина (наприклад, «M01=0», що означає, що в січні обсяг експорту товарів менший середньорічного значення), а змінна Head описує наслідок (наприклад, «M03=1», що означає, що в березні цей самий показник буде вищим ніж середньорічне значення). Причому це правило підтвердилося у 100% всіх спостережень.

Наприклад, якщо в січні і в серпні обсяг експорту товарів був меншим середньорічного значення, а в березні – більшим цього значення, то у 100% випадків у жовтні цього ж року обсяг експорту товарів буде більшим середньорічного значення.

Summary of association rules (Spreadsheet1)						
Min. support = 95.0%, Min. confidence = 95.0%, Min. correlation = 95.0%						
Max. size of body = 10, Max. size of head = 10						
	Body	=>	Head	Support(%)	Confidence(%)	Correlation(%)
1	M01 == 0	=>	M03 == 1	100,000	100,000	100,000
2	M01 == 0	=>	M08 == 0	100,000	100,000	100,000
3	M01 == 0	=>	M10 == 1	100,000	100,000	100,000
4	M01 == 0	=>	M03 == 1, M08 == 0	100,000	100,000	100,000
5	M01 == 0	=>	M03 == 1, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
6	M01 == 0	=>	M08 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
7	M01 == 0	=>	M03 == 1, M08 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
8	M03 == 1	=>	M01 == 0	100,000	100,000	100,000
9	M03 == 1	=>	M08 == 0	100,000	100,000	100,000
10	M03 == 1	=>	M10 == 1	100,000	100,000	100,000
11	M03 == 1	=>	M01 == 0, M08 == 0	100,000	100,000	100,000
12	M03 == 1	=>	M01 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
13	M03 == 1	=>	M08 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
14	M03 == 1	=>	M01 == 0, M08 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
15	M08 == 0	=>	M01 == 0	100,000	100,000	100,000
16	M08 == 0	=>	M03 == 1	100,000	100,000	100,000
17	M08 == 0	=>	M10 == 1	100,000	100,000	100,000
18	M08 == 0	=>	M01 == 0, M03 == 1	100,000	100,000	100,000
19	M08 == 0	=>	M01 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
20	M08 == 0	=>	M03 == 1, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
21	M08 == 0	=>	M01 == 0, M03 == 1, M10 == 1	100,000	100,000	100,000
22	M10 == 1	=>	M01 == 0	100,000	100,000	100,000
23	M10 == 1	=>	M03 == 1	100,000	100,000	100,000
24	M10 == 1	=>	M08 == 0	100,000	100,000	100,000
25	M10 == 1	=>	M01 == 0, M03 == 1	100,000	100,000	100,000
26	M10 == 1	=>	M01 == 0, M08 == 0	100,000	100,000	100,000
27	M10 == 1	=>	M03 == 1, M08 == 0	100,000	100,000	100,000
28	M10 == 1	=>	M01 == 0, M03 == 1, M08 == 0	100,000	100,000	100,000
29	M01 == 0, M03 == 1	=>	M08 == 0	100,000	100,000	100,000
30	M01 == 0, M03 == 1	=>	M10 == 1	100,000	100,000	100,000
31	M01 == 0, M03 == 1	=>	M08 == 0, M10 == 1	100,000	100,000	100,000

Рис. 2.70. Фрагмент таблиці асоціативних правил для обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 рр.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Також можна зауважити, що таблиця містить лише закономірності між чотирма місяцями (січень, березень, серпень, жовтень) і абсолютно відсутні зв'язки між іншими вісьмома місяцями. Тобто при дослідженні такого показника міжнародної торгівлі, як обсяг експорту товарів, в першу чергу потрібно більшу увагу приділяти аналізу даних саме в цих чотирьох місяцях.

Окрім цього, результати проведено аналізу можна візуально представити за допомогою графіка правил асоціацій (рис. 2.71). На ньому відображена та ж інформація, що і в таблиці, проте, використовуючи графік, більш наочно можна порівняти отримані правила між собою.

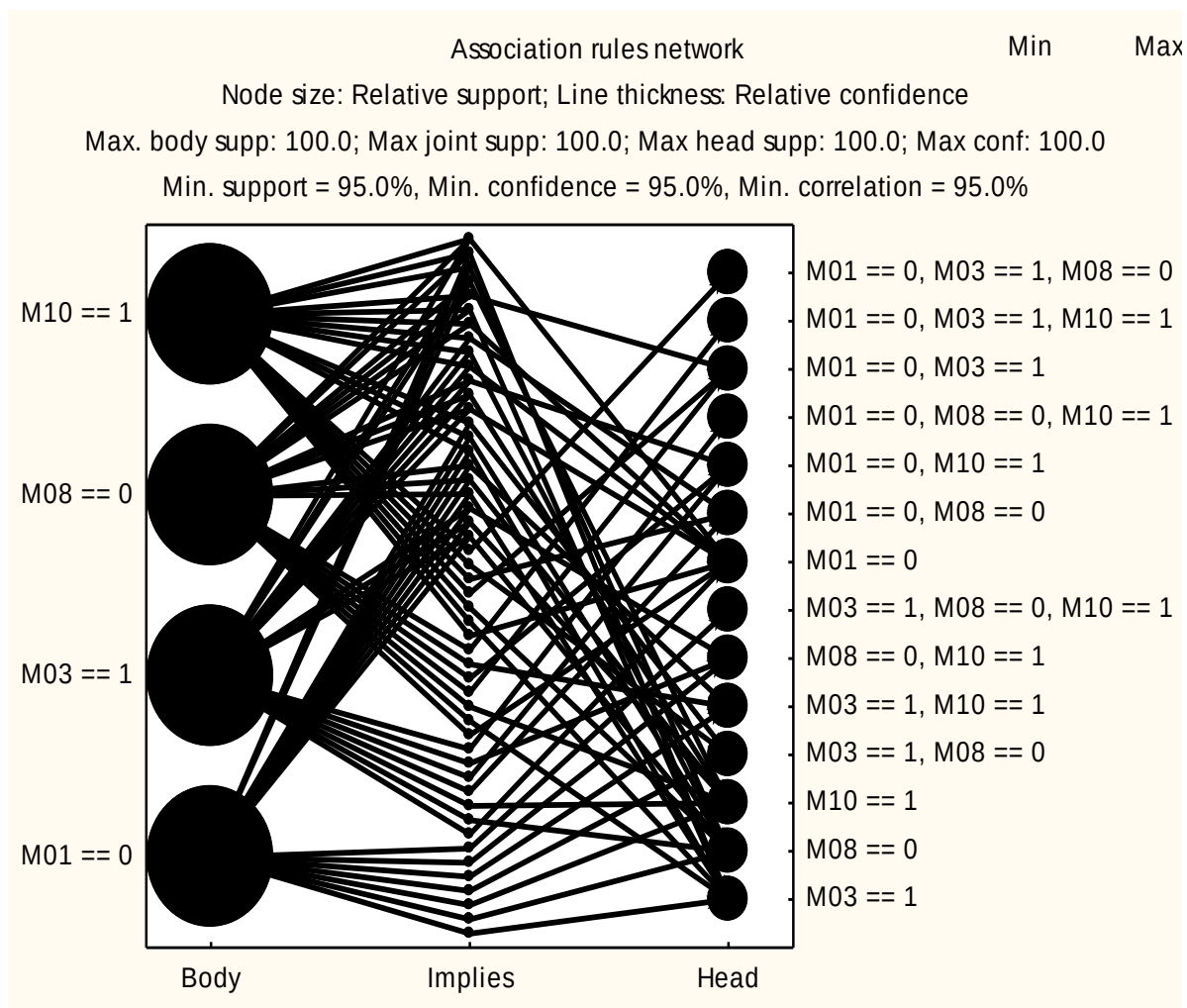


Рис. 2.71. Графік правил асоціацій для обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 рр.

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

З графіка (рис. 2.71) видно, що найвищий рівень підтримки мають наступні значення: в січні і в серпні обсяг експорту товарів менший середньорічного значення та в березні і в жовтні – більший значення цього ж показника.

Отже, використання методу асоціацій дає змогу на першому етапі аналізу виявити можливі приховані залежності і закономірності у великому масиві статистичних даних.

На основі отриманих результатів в подальшому можна будувати регресійні, прогностичні моделі, проводити кластерний аналіз тощо.

На основі проведеного дослідження ми дійшли висновку, що метод асоціацій доцільно використовувати як один із інструментів при вимірюванні міжнародної торгівлі. Оскільки аналіз основних показників даного соціально-економічного процесу включає в себе розгляд великого масиву статистичних даних, варто починати первинний розбір даних із відшукування певних закономірностей і зв'язків між показниками. Саме проведення такого аналізу на початковому етапі дослідження дасть змогу висунути припущення для подальшої побудови регресійних, прогностичних моделей чи нейронних мереж.

За результатами проведеного аналізу нами виявлені певні закономірності між обсягами експорту товарів країн ЄС, що були зафіксовані у січні, березні, серпні та жовтні протягом досліджуваного періоду. А саме, виявлено певні асоціативні правила між тим, що в січні і в серпні обсяг експорту товарів менший середньорічного значення та в березні і в жовтні – більший відповідного значення даного показника. Причому дані правила присутні у всіх 100% випадків, а також рівень достовірності і кореляції теж дорівнюють 100%, що вказує на частку спостережних значень, для яких вірна причина і вірний наслідок.

Не зайвим буде зауважити, що метод асоціацій подібним чином можна використати для проведення первинного аналізу інших показників міжнародної торгівлі, наприклад, аналогічне дослідження можна провести для відшукування закономірностей між даними, що відображають обсяг імпорتنих потоків країн. А також можна побудувати асоціативні правила між двома показниками і обсягом експорту, і обсягом імпорту з метою виявлення зв'язків між основними величинами, що характеризують міжнародну торгівлю, що дасть змогу висунути припущення для подальшої побудови математичних моделей.

Дослідження кількісних методів оцінювання міжнародної торгівлі дало змогу зробити такі висновки.

1. Розглянуто оцінювання кількісних і якісних показників торгівлі із застосуванням статистичних та економіко-математичних методів і моделей, окреслення їхньої методології та понятійного апарату, що є основою для розробки інструментарію вимірювання й оцінювання міжнародної торгівлі, дає змогу виявити базові показники для здійснення подальшого дослідження. Історія розвитку, причини виникнення, їхній взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності, а також відмінності між понятійними апаратами статистичних і економіко-математичних методів дослідження визначають розуміння формування інструментарію економічних вимірювань і оцінок.

2. Методом k-means засобами пакету програм STATISTICA 10 проведено кластерний аналіз експортних та імпортних операцій країн ЄС за відносними показниками варіації даних. Змінними групування було обрано коефіцієнт варіації, коефіцієнт осциляції та відносне лінійне відхилення, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. За результатами кластерного моделювання в обох випадках (для експорту та для імпорту) отримано по 5 кластерів, що відрізняються між собою відносними показниками варіації даних. На основі проведеного аналізу виявлено групи країн із подібними показниками варіації статистичних даних обсягів експортних та імпортних операцій протягом 2002–2015 рр.

3. Розраховано коефіцієнти асиметрії та ексцесу для статистичних даних обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду. На основі отриманих результатів не виявлено підпорядкування даних нормальному закону розподілу та зроблено висновок про недостатність використання описових статистик для відображення характеру процесу торгівлі.

4. Описано основне завдання кластерного аналізу для оцінки міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу за показниками експортних операцій. На основі поверхні значень обсягів експорту у млн. дол. протягом 2002–2015 рр. 28 країн ЄС поділено на 5 кластерів за інтенсивністю експортних операцій. Проведено кластерний аналіз методом k-means засобами пакету програми STATISTICA 10. Змінними групування було обрано обсяги експортних операцій

протягом 2002–2015 рр. (14 змінних групування), а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. На основі методів кластеризації обсягів експорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду було виділено країни ЄС, що є найпотужнішими експортерами у ЄС, країни з середнім рівнем експорту та країни з найнижчим рівнем експорту. Проведений аналіз всередині кожного кластера, дозволив виявити варіацію досліджуваних даних.

5. Методом k-means засобами пакету програм STATISTICA 10 проведений кластерний аналіз країн Європейського Союзу за інтенсивністю експортних операцій товарної структури протягом 2015 року. Змінними групування було обрано 7 товарних груп, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. На основі проведеного аналізу виявлено, що країни-лідери є найпотужнішими експортерами трьох товарних груп: хімічних речовин та пов'язаних з ними продуктами, інших промислових товарів і техніки та транспортного обладнання. На основі проведеного дослідження у першому наближенні зроблено припущення про доцільність застосування кластерного аналізу для вимірювання міжнародної торгівлі.

6. Проведено канонічний кореляційний аналіз міжнародної торгівлі засобами пакету програм STATISTICA 10. Основними чинниками впливу на обсяги експортно-імпортних операцій вибрано географічні характеристики країн Європейського Союзу (площу та чисельність населення). В результаті канонічного кореляційного аналізу отримано два канонічних корені із канонічним значенням коефіцієнта кореляції $R=0,91$, що описують 100% дисперсії множини показників міжнародної торгівлі та 100% – множини географічних показників. Виявлено існування тісного зв'язку між показниками експортно-імпортних операцій країн ЄС та окремими географічними характеристиками країн ЄС (такими як площа країн і чисельність населення). При цьому встановлено, що основний вплив на міжнародну торгівлю здійснює чисельність населення країни, трохи менше впливають розміри країни. Обґрунтовано, що використання методу канонічних кореляцій дає змогу

зменшити кількість факторів, що впливають на міжнародну торгівлю країн, виокремлюючи при цьому головні і другорядні чинники.

7. Застосовано кластерний аналіз та метод канонічної кореляції до оцінювання міжнародної торгівлі країн. Країни ЄС попередньо поділено на 5 кластерів за географічними характеристиками. Для групування використано метод кластерного аналізу k-means засобами пакету програм STATISTICA 10, використовуючи статистичні дані Eurostat за 2016 р. Змінними групування обрано площу країни та чисельність населення, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідову відстань. За результатами кластерного моделювання отримано 5 груп країн ЄС, що відрізняються між собою площею та чисельністю населення. Для кожної групи проведено канонічний кореляційний аналіз та розраховано канонічні коефіцієнти для опису кореляційної залежності між показниками міжнародної торгівлі та досліджуваними чинниками. Основними чинниками, що можуть впливати на обсяги експортно-імпортних операцій вибрано такі економічні показники, як ВВП на душу населення країн та середній дохід населення. На основі результатів аналізу для кожного кластеру побудовано діаграми розсіювання канонічних змінних. Встановлено, що значна кореляція між змінними в двох множинах є наслідком сильної залежності між показниками міжнародної торгівлі та досліджуваними факторами, тобто обсяги експортно-імпортних операцій залежать від таких економічних чинників, як розмір ВВП на душу населення та середній дохід населення. Із графічного зображення кореляційної залежності виявлено, що при великій варіації даних у кластері, спостерігається більше розсіювання канонічних змінних. Обґрунтовано доцільність використання методу канонічних кореляцій для другої сукупності економічних чинників, що при подальшому аналізі дасть змогу зменшити кількість факторів впливу на міжнародну торгівлю країн, виокремлюючи при цьому головні і другорядні показники.

8. Проведено дисперсійний аналіз міжнародної торгівлі країн ЄС з метою виявлення найсильніших факторів впливу на показники, що характеризують міжнародну торгівлю країн засобами пакету програм STATISTICA 10.

Враховуючи різницю між географічними показниками країн ЄС, їх поділено на 5 кластерів за величиною площі та чисельності населення. Поділ країн ЄС здійснено методом кластерного аналізу k-means засобами пакету програм STATISTICA 10, використовуючи статистичні дані Eurostat. Змінними групування було обрано площу країни та чисельність населення, а мірою відстані об'єктів у кластерах – Евклідова відстань. Окрім того, за один із важливіших економічних чинників обрано ВВП на душу населення та здійснено поділ країн ЄС на 5 груп за розміром ВВП на душу населення. Для проведення дисперсійного аналізу за результативні показники, що характеризують міжнародну торгівлю країн ЄС обрано обсяги експортно-імпортних операцій, а факторами впливу взято площу країни, чисельність населення та ВВП на душу населення. Проведено дисперсійний аналіз (ANOVA – Analysis of Variation) залежності експортно-імпортних операцій від досліджуваних факторів, за допомогою якого виконується порівняння дисперсій в різних групах з метою перевірки значущості відмінностей між їх середніми. На основі результатів проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що розмір обсягів експортно-імпортних операцій залежить певним чином і від географічних характеристик, і від ВВП на душу населення. Особливо чітко ця залежність прослідковується для великих країн, тобто із результатів аналізу видно, що чим більший ВВП на душу населення, тим більші обсяги експорту та імпорту.

9. Успішне прийняття рішень у галузі міжнародної торгівлі є фоном для подальшого розвитку міжнародної торгівлі в балансі між економічними інтересами її учасників і базується на використанні новітніх інструментів для прийняття таких рішень, зокрема, багатofакторних методів аналізу економічних процесів. Розроблено багатofакторні моделі дослідження міжнародної торгівлі з використанням факторного, кластерного та дискримінантного аналізу для визначення якості результатів моделі залежно від використовуваного методу. В процесі дослідження використовувались такі загальнонаукові та спеціальні методи: системний аналіз для визначення напрямів дослідження міжнародної торгівлі; кластерний аналіз k-means, факторний, дискримінантний аналіз для

розробки багатфакторних моделей дослідження міжнародної торгівлі. За результатами факторного аналізу показники міжнародної торгівлі було погруповано за їх впливом. За допомогою кластерного моделювання країни ЄС були кластеризовані за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. За результатами дискримінантного аналізу було інтерпретовано значимість обраних факторів. Теоретичні та методологічні положення виведені на рівень конкретних та практичних пропозицій щодо формування основи показників у дослідженні міжнародної торгівлі та розробки конкретних моделей дослідження міжнародної торгівлі з використанням багатфакторного моделювання альтернативних методів.

10. Застосовано багатовимірний адаптивний регресійний аналіз для оцінки міжнародної торгівлі країн ЄС за допомогою програмного пакету STATISTICA 10. Побудовані MAR Splines моделі для обсягів експорту та імпорту країн ЄС дають змогу виявити певні важливі залежності. За результатами аналізу виявлено, що високі значення показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг країни будуть досягнуті за максимальних значень середнього доходу населення і загальної національної концепція зайнятості населення. Ця залежність підтверджується як для обсягів експорту, так і для імпорту. Підтверджено, що суттєвими будуть значення показників обсягів експорту й імпорту товарів і послуг за максимальних значень загальної національної концепція зайнятості населення та експорту високотехнологічної продукції. Виявлено залежність обсягів експорту й імпорту від індексу сприйняття корупції. Проведений багатовимірний адаптивний регресійний аналіз дає змогу стверджувати, що між основними показниками торгівлі (обсягами експорту й імпорту товарів і послуг) та такими факторами як: середній дохід населення, чисельність населення, експорт високотехнологічної продукції, експорт вторинної сировини, імпорт вторинної сировини, індекс сприйняття корупції, податок на виробництво та імпорт, податок на продукцію існує залежність. За побудованими MAR Spline-моделями отримано два регресійних

рівняння (для показників експорту та імпорту), що описують лінійну залежність основних показників торгівлі від вищеописаних факторів.

11. Застосовано аналіз асоціацій для виявлення закономірностей та пошуку прихованих правил у загальному масиві даних, що характеризують обсяг експорту товарів країн ЄС. Оскільки аналіз основних показників даного соціально-економічного процесу включає в себе розгляд великого масиву статистичних даних, варто починати первинний розбір даних із відшукування певних закономірностей і зв'язків між показниками. Саме проведення такого аналізу на початковому етапі дослідження дасть змогу висунути припущення для подальшої побудови регресійних, прогностичних моделей чи нейронних мереж. Для проведення даного аналізу було обрано статистичні дані Eurostat обсягів експорту товарів у млн. євро країн ЄС за 15 років помісячно (з січня 2002 року по грудень 2016 року) та використано модуль Data Mining/Association rules програмного продукту STATISTICA 10. В результаті аналізу отримано 50 асоціативних правил, що задовольняють обмеження на мінімальне значення рівня підтримки, достовірності і кореляції. На основі проведеного дослідження виявлено, що метод асоціацій доцільно використовувати як один із інструментів при вимірюванні міжнародної торгівлі. За результатами проведеного аналізу нами виявлені певні закономірності між обсягами експорту товарів країн ЄС, що були зафіксовані у січні, березні, серпні та жовтні протягом досліджуваного періоду. Причому дані правила присутні у всіх 100% випадків, а також рівень достовірності і кореляції теж дорівнюють 100%, що вказує на частку спостережних значень, для яких вірна причина і вірний наслідок.

РОЗДІЛ 3

ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН

3.1. Лінійні регресійні моделі оцінювання міжнародної торгівлі країн

Враховуючи, що для здійснення якісного оцінювання за попередній та поточний періоди, а також для подальшої розробки адекватних прогнозних моделей основних показників міжнародної торгівлі, надзвичайно важливим питанням є вибір спеціального механізму, що постійно збиратиме спостережні дані із врахуванням постійної зміни ринкової кон'юнктури, запровадження нових технологій, наукових розробок, що суттєво впливають на системний аналіз і оцінку основних тенденцій протікання торгівлі, виявлення залежностей між її показниками тощо.

Оскільки у сучасному світі все більше відчувається зростання ролі інформаційних технологій при обробці будь-якого типу даних, відчувається стрімке збільшення швидкості розвитку світових процесів, у тому числі і торгівлі, разом із тим, значно зменшується час передачі інформації і зростають розміри обміну нею, важливим завданням для розробників статистики є моніторинг найбільш повного комплексу даних, що описують основні тенденції і закономірності протікання міжнародної торгівлі товарів і послуг. В подальшому це забезпечить доступ до достовірної інформації управлінців, що приймають рішення у сфері торгівлі, та сприятиме розробці ефективних стратегій формування пріоритетних напрямів зовнішньоекономічної діяльності країни на міжнародному ринку.

Не варто нехтувати питанням збору повної та об'єктивної статистичної інформації про перебіг торговельного співробітництва між країнами світу, і на державному рівні повинно бути врегульовано питання моніторингу і створення бази даних для кожної із сфер економічної діяльності, враховуючи торгівлю.

Для побудови адекватних динамічних моделей оцінювання міжнародної торгівлі управлінці будь-якого рівня повинні володіти достовірною і вичерпною інформацією про стан виробництва промислових товарів, розвитку певних галузей економіки, партнерські відносини в процесі здійснення торговельної діяльності тощо.

Для оцінювання динаміки економічних процесів використовують чималу кількість економетричних моделей. Великою популярністю користуються лінійні регресійні моделі. Враховуючи, що сьогодні остаточно не визначено конкретну множину детермінантів, все ж таки, проблема виявлення факторів впливу на розвиток торгівлі залишається актуальною. Саме пошук визначальних факторів впливу дозволить правильно оцінити наявну ситуацію у сфері торгівлі, а також обрати інструменти для її подальшого моделювання.

Лінійний регресійний аналіз є найпоширенішим і найпростішим методом встановлення залежності між залежними і незалежними змінними. Крім того, побудована модель лінійної регресії може бути початковим етапом аналізу даних.

Використаємо багатфакторний регресійний аналіз для оцінювання впливу певних факторів на основні показники міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу [91]. Під багатфакторним регресійним аналізом розуміють оцінку впливу двох і більше факторів на досліджувану ознаку. Крім того, так як основними показниками торгівлі є обсяги експортно-імпортних операцій, тому саме їх було обрано як досліджувану величину при моделюванні та оцінюванні міжнародної торгівлі, тобто залежними змінними обрано:

Y_1 – обсяг експорту товарів і послуг країни (млн. євро);

Y_2 – обсяг імпорту товарів і послуг країни (млн. євро).

Відомо, що соціальне забезпечення має значний вплив на купівельну здатність населення, а також дослідимо вплив чисельності населення та збільшення чисельності мігруючого населення на основні показники торгівлі. А також із стрімким розвитком технологічного прогресу, оцінимо як будуть взаємодіяти частка онлайн-покупок у загальному обсязі торговельних операцій і

експорт високотехнологічної продукції із показниками торгівлі. Крім того, з метою турботи про навколишнє середовище варто розглянути вплив на торгівлю показників експорту та імпорту вторинної сировини.

Отже, для проведення аналізу розглянемо вплив таких демографічних і соціально-економічних факторів:

X_1 – середній дохід населення (євро);

X_2 – загальна національна концепція зайнятості;

X_3 – чисельність населення;

X_4 – еміграція населення;

X_5 – імміграція населення;

X_6 – онлайн-купівля продукції (%);

X_7 – експорт високотехнологічної продукції (%);

X_8 – експорт вторинної сировини (тис. євро);

X_9 – імпорт вторинної сировини (тис. євро).

Для отримання більш точних результатів, використано статистичні дані Eurostat [345] за 2008–2016 рр. (див. дод. Г). Таким чином, матимемо 252 спостережних значень.

Багатофакторний регресійний аналіз було здійснено за допомогою модуля Multiple Regression програмного продукту STATISTICA 10 для двох величин Y_1 – обсяг експорту товарів і послуг, млн. євро; Y_2 – обсяг імпорту товарів і послуг, млн. євро.

Спочатку розглянемо результати моделювання експорту країн ЄС. На першому етапі аналізу побудуємо рівняння регресії, включивши всі наявні фактори (рис. 3.1, 3.2).

Summary Statistics; DV:Export, Y1 (Spreadsheet1)	
Statistic	Value
Multiple R	0,97974242
Multiple RI	0,95989522
Adjusted RI	0,95840372
F(9,242)	643,57708
p	0
Std.Err. of Estimate	54837,360

**Рис. 3.1. Основні показники моделі множинної регресії
для експорту країн ЄС**

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Відповідно до результатів аналізу рівняння множинної регресії щодо експорту країн ЄС можна записати як:

$$Y_1 = -73538,7 + 2,4X_1 + 21,2X_2 - 0,005X_3 - 0,09X_4 + 0,193X_5 + 3660,5X_6 + 2301,9X_7 + 0,04X_8 + 0,03X_9.$$

Як бачимо для цієї моделі коефіцієнт детермінації доволі значущий $R^2 = 0,9598$, проте із таблиці параметрів рівняння багатofакторної регресії (рис. 3.2) також видно, що один із коефіцієнтів моделі – статистично незначущий ($t_{\text{розрах}} < t_{\text{табл.}}$).

Regression Summary for Dependent Variable Export, Y1 (Spreadsheet1)						
R= ,97974243 RI= ,95989522 Adjusted RI= ,95840372 F(9,242)=643,58 p<0,0000 Std.Error of estimate: 54837,360						
N=252	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(242)	p-value
Intercept			-73538,6749	10487,0	-7,0123	0,00000
Median equivalised net income, X1	0,07301	0,01740	2,3806	0,57	4,1951	0,00003
Total employment national concept, X2	0,83508	0,17450	21,2001	4,43	4,7855	0,00000
Population, X3	0,45361	0,14602	-0,0053	0,00	-3,1063	0,00212
Emigration, X4	0,04117	0,02528	-0,0911	0,06	-1,6283	0,10475
Immigration, X5	0,14069	0,03671	0,1933	0,05	3,8317	0,00016
Last online purchase, X6	0,05727	0,01504	3660,5193	961,8	3,8058	0,00017
Exports of high technology products, X7	0,06237	0,01536	2301,9143	567,1	4,0587	0,00006
Imports Total waste, X8	0,26805	0,02534	0,0403	0,00	10,5766	0,00000
Exports Total waste, X9	0,23928	0,03343	0,0321	0,00	7,1564	0,00000

Рис. 3.2. Таблиця параметрів рівняння множинної регресії та їхніх оцінок

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Тому для відбору факторів, що значно впливають на досліджувану ознаку застосуємо покроковий аналіз (stepwise), який полягає у послідовному

виключенні чи включенні факторів із моделі на основі певних критеріїв. У результаті одержимо кінцевий вигляд регресійної моделі (рис. 3.3, 3.4).

Summary Statistics; DV:Export, Y1	
Statistic	Value
Multiple R	0,97951815
Multiple RI	0,95945581
Adjusted RI	0,95812103
F(8,243)	718,80772
p	0
Std.Err. of Estimate	55023,38

Рис. 3.3. Основні показники моделі множинної регресії експорту країн ЄС із значущими факторами

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Regression Summary for Dependent Variable: Export, Y1 (Spreadsheet)						
R= ,97951816 RI= ,95945582 Adjusted RI= ,95812103 F(8,243)=718,81 p<0,0000 Std.Error of estimate: 55023,38						
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(243)	p-value
N=252						
Intercept			-76919,3	10314,3	-7,4575	0,00000
Median equivalised net income, X1	0,07420	0,01744	2,4193	0,57	4,2525	0,00003
Total employment national concept, X2	0,88748	0,17208	22,5305	4,37	5,1571	0,00000
Population, X3	-0,52001	0,14069	-0,0061	0,002	-3,6961	0,00027
Immigration, X5	0,12138	0,03487	0,1668	0,048	3,4812	0,00059
Last online purchase, X6	0,05796	0,01509	3704,740	964,68	3,8403	0,00015
Exports of high technology products, X7	0,06484	0,01534	2393,179	566,29	4,2260	0,00003
Imports Total waste, X8	0,27547	0,02501	0,0414	0,004	11,0121	0,00000
Exports Total waste, X9	0,22822	0,03285	0,0307	0,004	6,9474	0,00000

Рис. 3.4. Параметри рівняння множинної регресії експорту країн ЄС із значущими факторами

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Таким чином, в результаті покрокового багатфакторного регресійного аналізу, ми отримали економетричну модель для оцінювання впливу певних факторів на показник експорту, попередньо відкинувши один фактор, вплив якого не є значним на досліджувану ознаку. Тобто, нами встановлено, що обсяги експорту країн ЄС (Y_1) залежать від таких факторів, як: середній дохід населення (євро) (X_1), загальна національна концепція зайнятості (X_2), чисельність населення (X_3), імміграція населення (X_5), онлайн-купівля продукції (%) (X_6), експорт високотехнологічної продукції (%) (X_7), експорт вторинної сировини

(тис. євро) (X_8), імпорт вторинної сировини (тис. євро) (X_9). І дана залежність описується наступним рівнянням лінійної регресії:

$$Y_1 = -76919,3 + 2,42X_1 + 22,53X_2 - 0,006X_3 + 0,17X_5 + 3704,75X_6 + 2393,18X_7 + 0,04X_8 + 0,03X_9.$$

Адекватність моделі підтверджується за допомогою аналізу залишків. Чим більше розподіл подібний до нормального, тим краще значення залишків лягають на пряму лінію, про що свідчить нормальний імовірнісний графік залишків для побудованої моделі (рис. 3.5).

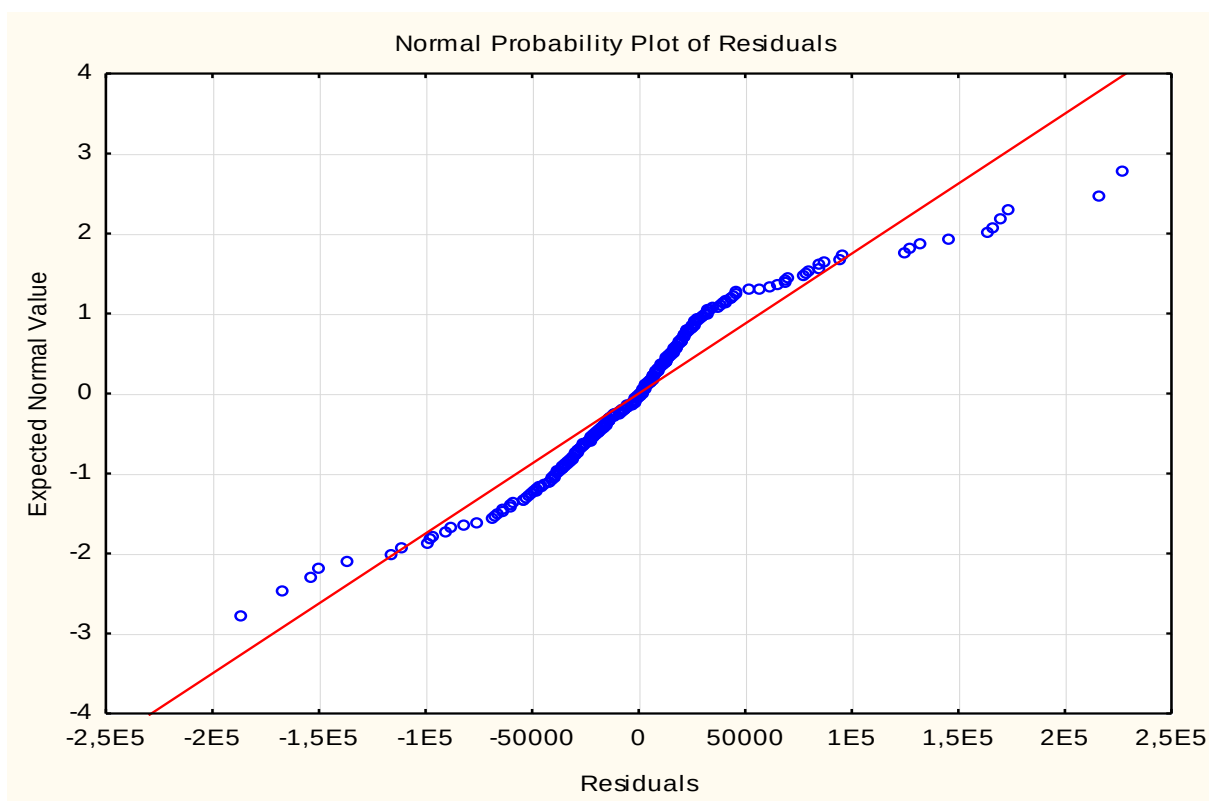


Рис. 3.5. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для експорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Аналогічно розглянемо залежність обсягів імпорту товарів і послуг країн Європейського Союзу від цих самих факторів. Спочатку побудуємо рівняння регресії, включивши всі обрані фактори (рис. 3.6, 3.7).

Summary Statistics; DV: Import, Y2(Sp	
Statistic	Value
Multiple R	0,9845521
Multiple RI	0,96934293
Adjusted RI	0,96820279
F(9,242)	850,19736
p	0
Std.Err. of Estimate	43821,79

**Рис. 3.6. Основні показники моделі множинної регресії
для імпорту країн ЄС**

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За результатами аналізу рівняння багатофакторної регресії щодо обсягів імпорту країн ЄС матиме вигляд:

$$Y_2 = -58182,9 + 2,82X_1 + 7,46X_2 + 0,001X_3 - 0,148X_4 + 0,21X_5 + 2356,15X_6 + 1505,63X_7 + 0,022X_8 + 0,041X_9.$$

Regression Summary for Dependent Variable Import, Y2(Sp	
R= ,98455215 RI= ,96934294 Adjusted RI= ,96820280 F(9,242)=850,20 p<0,0000 Std.Error of estimate: 43822,	
N=252	
	b* Std.Err. of b* b Std.Err. of b t(242) p-value
Intercept	-58182,9 8380,41 -6,9427 0,00000
Median equivalised net income, X1	0,09468 0,01521 2,821 0,453 6,2216 0,00000
Total employment national concept X2	0,32166 0,15256 7,464 3,540 2,1083 0,03603
Population X3	0,08831 0,12767 0,001 0,001 0,6917 0,48975
Emigration X4	-0,07294 0,02211 -0,148 0,045 -3,2990 0,00111
Immigration X5	0,16727 0,03210 0,210 0,040 5,2102 0,00000
Last online purchase X6	0,04033 0,01315 2356,15 768,60 3,0655 0,00242
Exports of high technology product X7	0,04463 0,01343 1505,62 453,22 3,3220 0,00103
Imports Total waste X8	0,16300 0,02215 0,022 0,003 7,3564 0,00000
Exports Total waste X9	0,33428 0,02923 0,041 0,004 11,4348 0,00000

Рис. 3.7. Параметри рівняння множинної регресії та їхні оцінки

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Коефіцієнт детермінації для цієї моделі $R^2 = 0,9693$. Бачимо, один із коефіцієнтів є статистично незначущим ($t_{\text{розрах}} < t_{\text{табл.}}$). Можливо існує мультиколінеарність змінних, що входять до складу моделі. Отже, для того, щоб вибрати лише значущі фактори, застосуємо покроковий аналіз (stepwise).

У результаті отримуємо регресійну модель із вісьмома факторами (рис. 3.8, 3.9).

Summary Statistics; DV: Import, Y2(€)	
Statistic	Value
Multiple R	0,98452136
Multiple RI	0,96928231
Adjusted RI	0,96827103
F(8,243)	958,4690
p	0
Std.Err. of Estimate	43774,753

**Рис. 3.8. Основні показники моделі множинної регресії
для імпорту країн ЄС із значущими факторами**

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Отже, за допомогою покрокового багатofакторного регресійного аналізу, ми отримали модель для оцінювання впливу певної множини факторів на показник імпорту. Виявлено, що на обсяги імпорту країн ЄС (Y_2) впливають такі фактори, як: середній дохід населення (євро) (X_1), загальна національна концепція зайнятості (X_2), еміграція населення (X_4), імміграція населення (X_5), онлайн-купівля продукції (%) (X_6), експорт високотехнологічної продукції (%) (X_7), експорт вторинної сировини (тис. євро) (X_8), імпорт вторинної сировини (тис. євро) (X_9). Рівняння багатofакторної регресії щодо обсягів імпорту країн ЄС має вигляд:

$$Y_2 = -58513,6 + 2,9X_1 + 9,849X_2 - 0,139X_4 + 0,199X_5 + 2392,1X_6 + 1495,119X_7 + 0,022X_8 + 0,04X_9.$$

Regression Summary for Dependent Variable Import, Y2(Spread)						
R= ,98452136 RI= ,96928232 Adjusted RI= ,96827103 F(8,243)=958,47 p<0,0000 Std.Error of estimate: 43775,						
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(243)	p-value
N=252						
Intercept			-58513,6	8357,78	-7,00108	0,000000
Median equivalised net income, X1	0,09612	0,01505	2,9	0,449	6,3832	0,000000
Total employment national concept X2	0,42444	0,03458	9,849	0,803	12,2711	0,000000
Emigration X4	-0,06867	0,02120	-0,139	0,043	-3,2380	0,00137
Immigration X5	0,15828	0,02932	0,199	0,037	5,3974	0,000000
Last online purchase X6	0,04094	0,01311	2392,07	766,02	3,1227	0,00200
Exports of high technology products X7	0,04432	0,01341	1495,11	452,48	3,3042	0,00109
Imports Total waste X8	0,16136	0,02200	0,022	0,003	7,3323	0,000000
Exports Total waste X9	0,32276	0,02399	0,040	0,003	13,4493	0,000000

Рис. 3.9. Параметри рівняння множинної регресії для імпорту країн ЄС із значущими факторами

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Адекватність моделі підтверджується нормальним розподілом залишків, що демонструє нормальний імовірнісний графік (рис. 3.10).

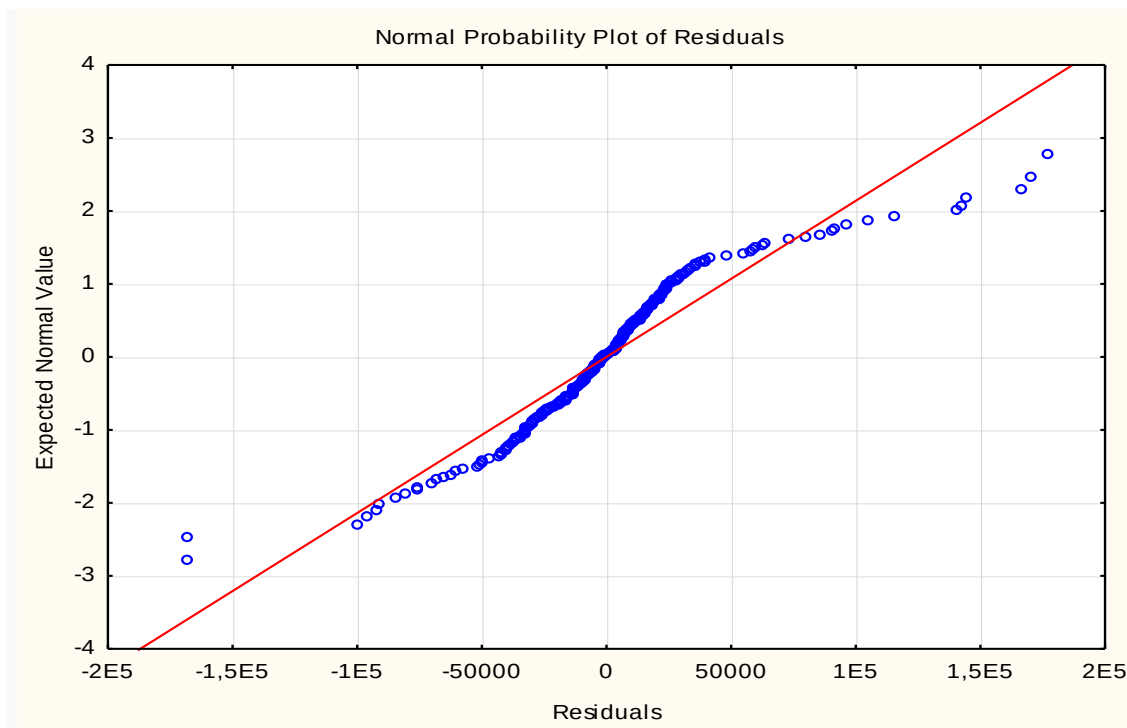


Рис. 3.10. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для імпорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Отже, здійснивши багатфакторний регресійний аналіз для оцінювання впливу факторів на основні показники торгівлі, ми одержали дві регресійні моделі з майже однаковими наборами детермінант, що описують залежності обсягів експорту та імпорту від певних факторів.

Враховуючи обсяг вибірки при проведенні аналізу, була дотримана одна із важливіших умов моделювання, згідно з якою кількість одиниць сукупності у 20 разів перевищила число факторів (мінімум у 8 разів). А також завдяки засобам програмного продукту STATISTICA 10, деякі фактори відкидалися в процесі моделювання за допомогою покрокового аналізу (stepwise), що забезпечило відсутність мультиколінеарності факторів.

Використання багатфакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі, дасть змогу управлінцям отримати множину детермінант, що впливають на основні показники торгівлі. Адже правильно прийняті рішення у

сфері торгівлі приводять до зростання економіки та національного добробуту країни.

Зважаючи на зростання міграції населення, врахувавши середній дохід населення та загальну національну концепцію зайнятості, спостерігаємо наявність прямопропорційної залежності основних показників торгівлі від ситуації на ринку праці. Проте найбільший вплив на ці показники мають зростання онлайн-торгівлі та експорт високотехнологічної продукції. Бачимо, що значно менший вплив мають експорт та імпорт вторинної сировини.

Для подальших досліджень можна розглядати різні множини факторів з метою виокремлення набору найвпливовіших детермінант та розробки готового інструментарію для прийняття ефективних рішень у сфері торгівлі.

Отже, багатофакторний регресійний аналіз доцільно використовувати як один із інструментів при оцінюванні торгівлі країни з метою виявлення факторів впливу на основні показники цього процесу.

Крім лінійних регресійних моделей розрізняють регресійні моделі бінарного вибору (logit, probit), яким останні два десятиліття приділяють все більше уваги.

У регресійній моделі бінарного вибору залежна змінна – бінарна, а фактори впливу в моделях бінарного вибору мають бути кількісними. Окрім того, в моделі бінарного вибору можна застосовувати категоріальні змінні як фактори. Таким чином, у моделях бінарного вибору будується регресійна модель залежності ймовірності того, що результативна дихотомічна змінна набуде значення 0 або 1 за заданих значень факторів [109;181]. У моделях бінарного вибору використовують логістичну функцію або функцію стандартного нормального розподілу.

Модель бінарного вибору на основі логістичної функції називається логістичною регресією або Logit-моделлю. Модель бінарного вибору на основі функції стандартного нормального розподілу називається Probit-моделлю [243]. Перевагою регресійних моделей бінарного вибору є статистична надійність результатів та легка їхня інтерпретація.

Розглянемо приклад застосування регресійних логістичних моделей до оцінювання міжнародної торгівлі. Припустимо, що потрібно з'ясувати, чи спостерігатиметься додатне сальдо торговельного балансу для певної країни і які фактори впливатимуть на це.

Для моделювання як залежної змінної оберемо Y – індекс імовірності додатного сальдо товарів і послуг країн ЄС протягом 2008–2016 рр. [244] (дод. Г), де

$$Y = \begin{cases} 1, & \text{сальдо додатне;} \\ 0, & \text{сальдо від'ємне.} \end{cases}$$

Як фактори впливу розглянемо ті, що і у попередній моделі (середній дохід населення (євро) (X_1), загальна національна концепція зайнятості (X_2), чисельність населення (X_3), еміграція населення (X_4), імміграція населення (X_5), онлайн-купівля продукції (%) (X_6), експорт високотехнологічної продукції (%) (X_7), експорт вторинної сировини (тис. євро) (X_8), імпорт вторинної сировини (тис. євро) (X_9)), а також доповнимо цю модель такими факторами як:

X_{10} – індекс сприйняття корупції [144],

X_{11} – податок на виробництво та імпорт (млн. євро),

X_{12} – податок на продукцію (млн. євро).

Числові значення відповідних змінних подано в дод. Г.

Effect	Saldo, Y- Test of all effects (Spreadsheet1 Distribution : BINOMIAL, Linkfunction: LOGIT, Modeled probability threshold, Y= yes)		
	Degr. of Freedom	Wald Stat.	p
Intercept	1	16,5561	0,00004
Last online purchase X6	1	10,3149	0,00132
Exports of high technology products X7	1	11,8960	0,00056
Imports Total waste X8	1		
Exports Total waste X9	1		
Index Corruption, X10	1	4,1413	0,04184
Taxes on production and imports X11	1	0,0204	0,88617
Taxes on products X12	1	0,4257	0,51408
Population X3	1		
Emigration X4	1	0,0727	0,78744
Immigration X5	1	1,7998	0,17973
Median equivalised net income, X1	1	0,9020	0,34223
Total employment national concept X2	1	0,1035	0,74765

Рис. 3.11. Результати побудованої моделі Logistic regression

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Застосувавши статистичні дані та модуль Generalized Linear / Nonlinear програмного продукту STATISTICA 10, отримуємо Logit-модель для залежної біноміальної змінної індексу імовірності додатного сальдо товарів і послуг країн ЄС (рис. 3.11).

За результатами моделювання бачимо, що значущими є фактори X_6 , X_7 і X_{10} . Тобто із запропонованих факторів на показник додатного сальдо торгівлі впливають онлайн-купівля продукції (%) (X_6), експорт високотехнологічної продукції (%) (X_7) та індекс сприйняття корупції (X_{10}).

На рис. 3.12 зображено параметри для побудови рівняння логістичної регресії. Імовірність того, що сальдо торговельного балансу буде додатнім визначається за формулою:

$$Y = \frac{e^Z}{1 + e^Z},$$

де Z – лінійна регресійна модель, що описує зв'язок між незалежними факторами (див. рис. 3.12):

$$Z = -4,6 + 0,168X_6 + 0,11X_7 + 0,05X_{10}.$$

Saldo, Y- Parameter estimates (Spreadsheet1)								
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT								
Modeled probability that Saldo, Y= yes								
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	Lower CL 95, %	Upper CL 95, %	p
Intercept		1	-4,6007	1,13069	16,5561	-6,8168	-2,3846	0,00004
Last online purchaseX6		2	0,1684	0,05243	10,3149	0,0656	0,2711	0,00132
Exports of high technology productsX7		3	0,1102	0,03195	11,8960	0,0475	0,1728	0,00056
Imports Total wasteX8		4	0,0000	0,00000	19,9609	0,0000	0,0000	0,00000
Exports Total wasteX9		5	-0,0000	0,00000	0,0820	-0,0000	0,0000	0,77457
Index Corruption, X10		6	0,0512	0,02517	4,1413	0,0018	0,1005	0,04184
Taxes on production and importsX11		7	0,0000	0,00002	0,0204	-0,0000	0,0000	0,88617
Taxes on productsX12		8	-0,0000	0,00004	0,4257	-0,0001	0,0000	0,51408
PopulationX3		9	0,0000	0,00000	0,0710	-0,0000	0,0000	0,78978
EmigrationX4		10	0,0000	0,00000	0,0727	-0,0000	0,0000	0,78744
ImmigrationX5		11	-0,0000	0,00000	1,7998	-0,0000	0,0000	0,17973
Median equivalised net income, X1		12	-0,0000	0,00005	0,9020	-0,0001	0,0000	0,34223

Рис. 3.12. Параметри оцінювання Logit-моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Для аналізу якості побудованої логістичної моделі побудуємо ROC-криву (Receiver Operator Characteristic) (рис. 3.13).

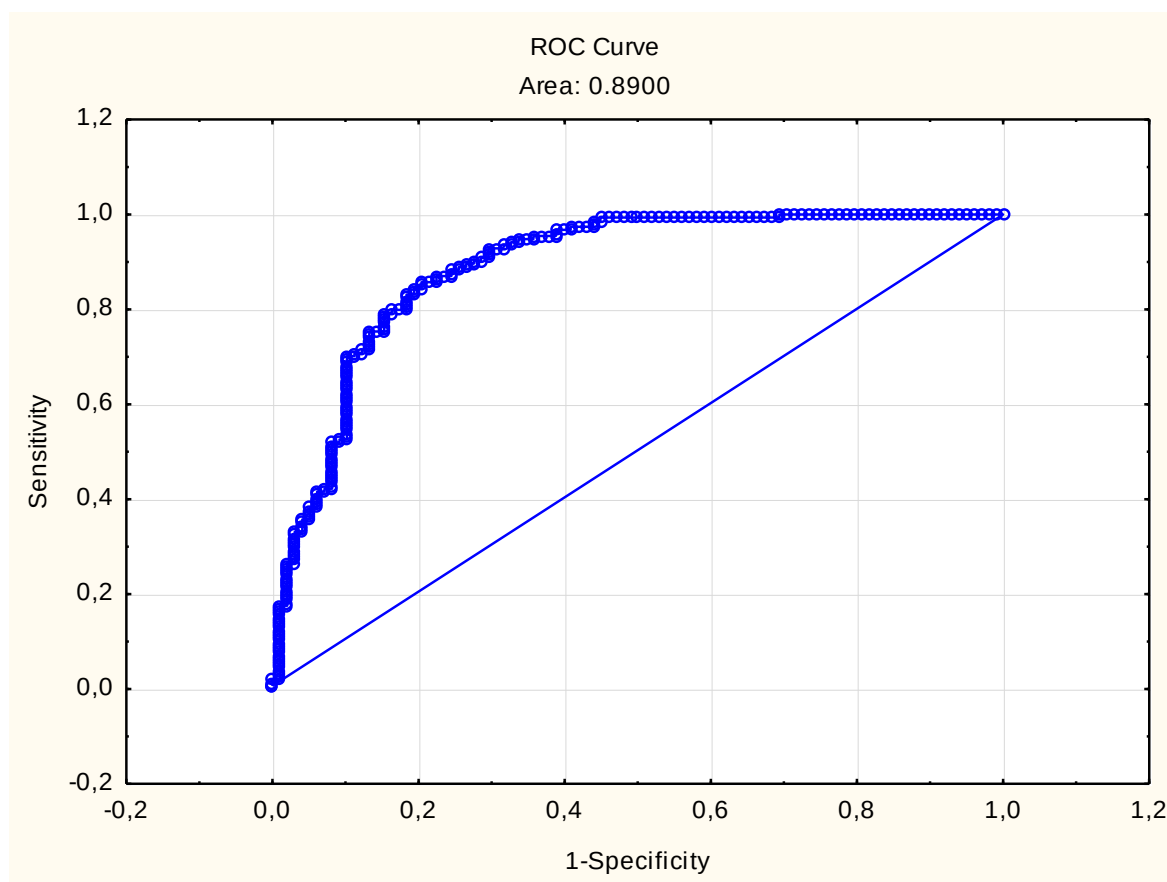


Рис. 3.13. ROC-крива оцінювання якості побудованої Logit-моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Кількісну оцінку якості моделі отримуємо за допомогою показника AUC (Area under ROC curve), що дорівнює 0,89 (рис. 3.13). Це вказує на доволі високу точність отриманого результату.

Крім ROC-кривої також дослідимо розподіл залишків моделі. Так як, залишки моделі – це різниці між фактичними значеннями залежної змінної та значеннями залежної змінної, що отримані за рівнянням регресії для відповідних значень незалежних змінних, адекватність побудованої моделі підтверджується нормальним розподілом ряду залишків.

Для того, щоб здійснити перевірку нормальності розподілу залишків побудуємо гістограму залишків та нормальний імовірнісний графік розподілу залишків.

Із гістограми (рис. 3.14) доходимо висновку, що залишки Logit-моделі нормально розподілені. На це також вказує нормальний імовірнісний графік розподілу залишків (рис. 3.15).

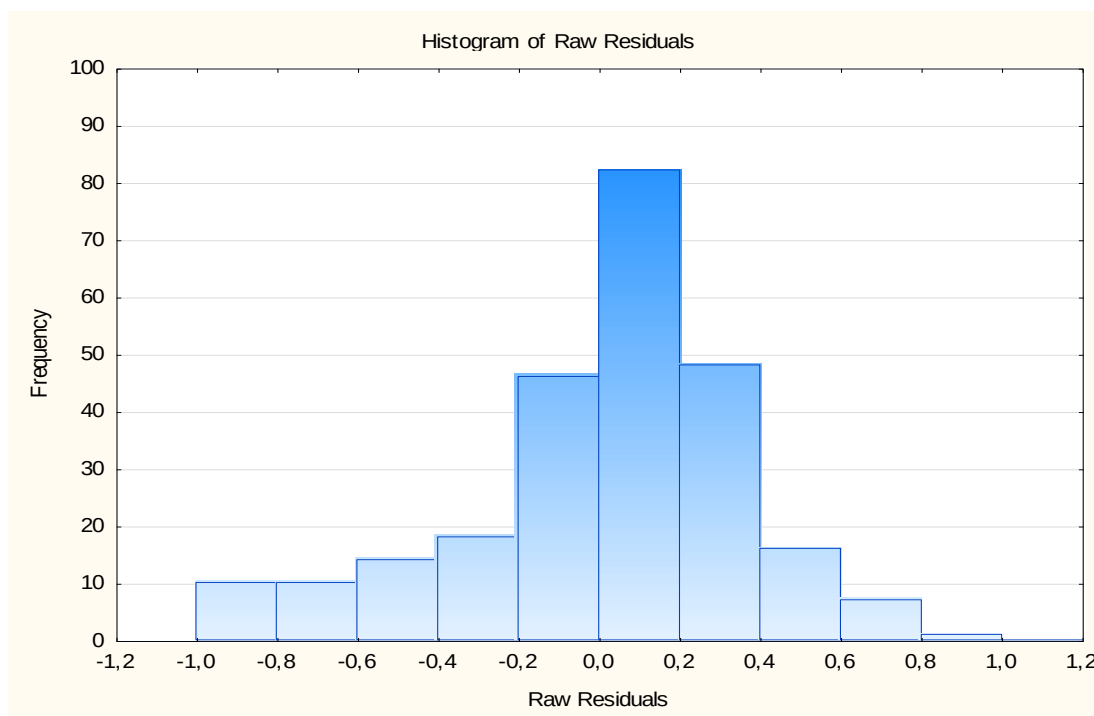


Рис. 3.14. Гістограма розподілу залишків Logit-моделі

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

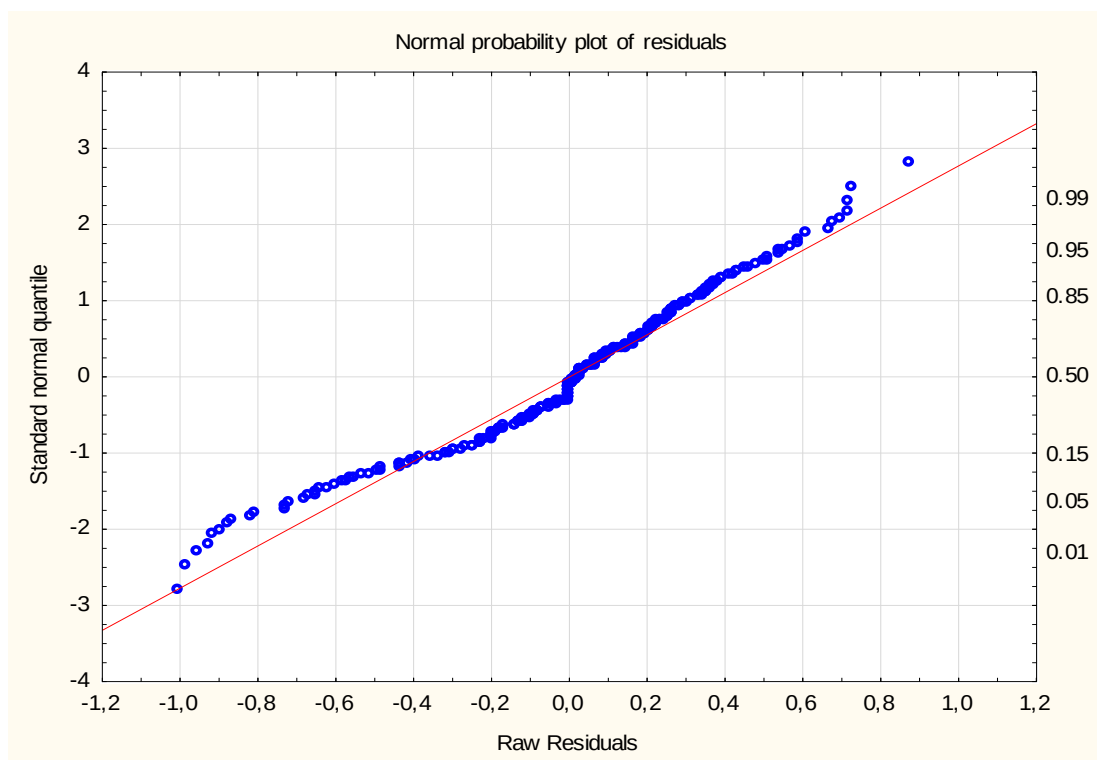


Рис. 3.15. Нормальний імовірнісний графік залишків Logit-моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Застосуємо ці ж параметри для побудови Probit-моделі. Її відмінність від Logit-моделі полягає лише в тому, що для розрахунку ймовірності використовується не логістична, а нормальна функція розподілу (функція Гаусса). Результати моделювання зображено на рис. 3.16.

Saldo, Y- Test of all effects (Spreadsheet1) Distribution : BINOMIAL, Link function: PROBIT Modeled probability threshold, Y= yes			
Effect	Degr. of Freedom	Wald Stat.	p
Intercept	1	15,5572	0,00008
Median equivalised net income, X1	1	0,6951	0,40440
Total employment national concept, X2	1	0,0584	0,80896
Population, X3	1		
Emigration, X4	1	0,1141	0,73550
Immigration, X5	1	1,1664	0,28012
Last online purchase, X6	1	12,2299	0,00047
Exports of high technology products, X7	1	12,3501	0,00044
Imports Total waste, X8	1		
Exports Total waste, X9	1		
Index Corruption, X10	1	2,9033	0,08839
Taxes on production and imports, X11	1	0,0099	0,92069
Taxes on products, X12	1	0,2574	0,61190

Рис. 3.16. Результати побудованої моделі Probit regression

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

На основі результатів моделювання доходимо висновку, що на показник додатного сальдо торгівлі впливають фактори X_6 (онлайн-купівля продукції) і X_7 (експорт високотехнологічної продукції).

Користуючись параметрами оцінювання Probit-моделі (рис. 3.17), та врахувавши, що для розрахунку ймовірності додатного сальдо торговельного балансу використовується нормальна функція розподілу, одержимо:

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2},$$

де Z – лінійна залежність між незалежними факторами (див. рис. 3.17):

$$Z = -2,382 + 0,102X_6 + 0,061X_7.$$

Saldo, Y- Parameter estimates (Spreadsheet1)								
Distribution : BINOMIAL, Link function: PROBIT								
Modeled probability threshold, Y= yes								
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	Lower CL 95, %	Upper CL 95, %	p
Intercept		1	-2,3823	0,60400	15,5572	-3,5661	-1,1985	0,00008
Median equivalised net income, X1		2	-0,0000	0,00002	0,6951	-0,0000	0,0000	0,40440
Total employment national concept, X2		3	0,0000	0,00019	0,0584	-0,0003	0,0004	0,80896
Population, X3		4	-0,0000	0,00000	0,0884	-0,0000	0,0000	0,76616
Emigration, X4		5	0,0000	0,00000	0,1141	-0,0000	0,0000	0,73550
Immigration, X5		6	-0,0000	0,00000	1,1664	-0,0000	0,0000	0,28012
Last online purchase, X6		7	0,1023	0,02925	12,2299	0,0449	0,1596	0,00047
Exports of high technology products, X7		8	0,0613	0,01744	12,3501	0,0271	0,0954	0,00044
Imports Total waste, X8		9	0,0000	0,00000	22,6702	0,0000	0,0000	0,00000
Exports Total waste, X9		10	-0,0000	0,00000	1,6059	-0,0000	0,0000	0,20506
Index Corruption, X10		11	0,0233	0,01372	2,9033	-0,0035	0,0502	0,08839
Taxes on production and imports, X11		12	0,0000	0,00001	0,0099	-0,0000	0,0000	0,92069
Taxes on products, X12		13	-0,0000	0,00002	0,2574	-0,0000	0,0000	0,61190
Scale			1,0000	0,00000		1,0000	1,0000	

Рис. 3.17. Параметри оцінювання Probit regression

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Побудуємо ROC-криву для аналізу якості Probit-моделі (рис. 3.18).

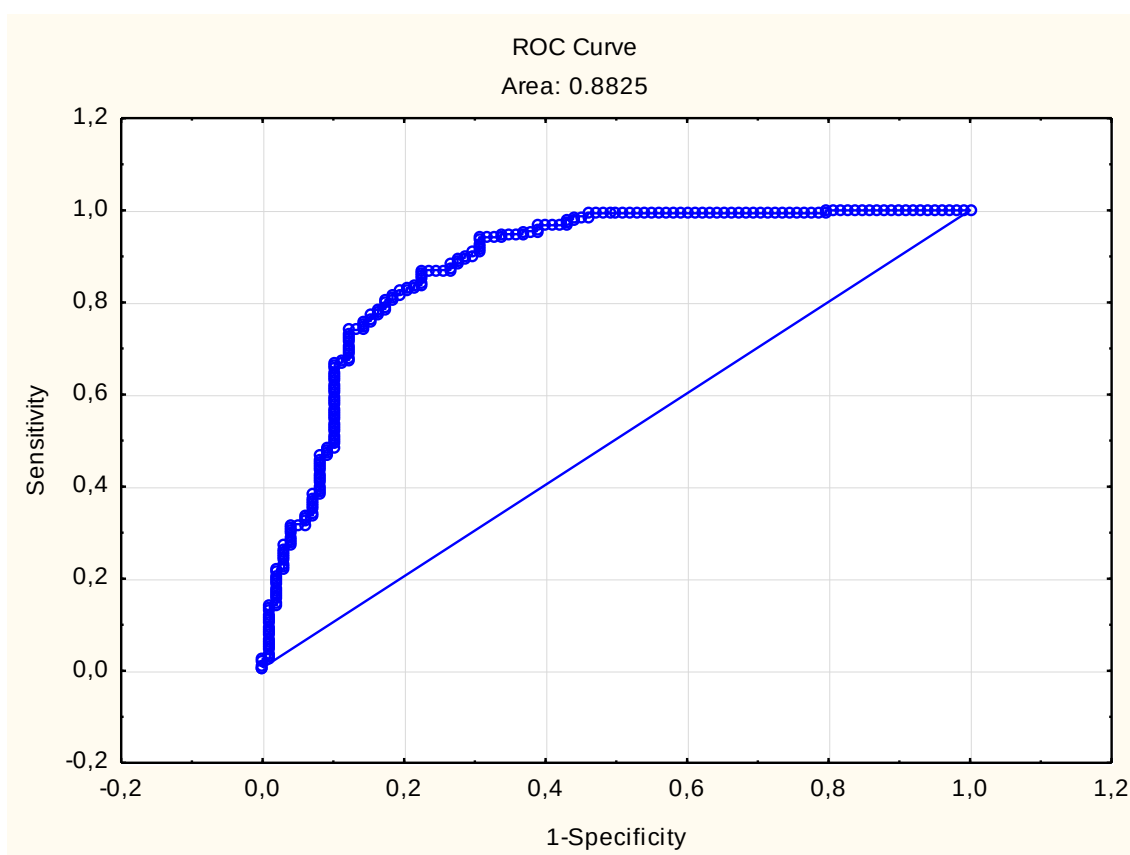


Рис. 3.18. ROC-крива оцінювання якості побудованої Probit -моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Бачимо, що $AUC=0,8825$ (рис. 3.18), тобто точність результату моделювання доволі висока.

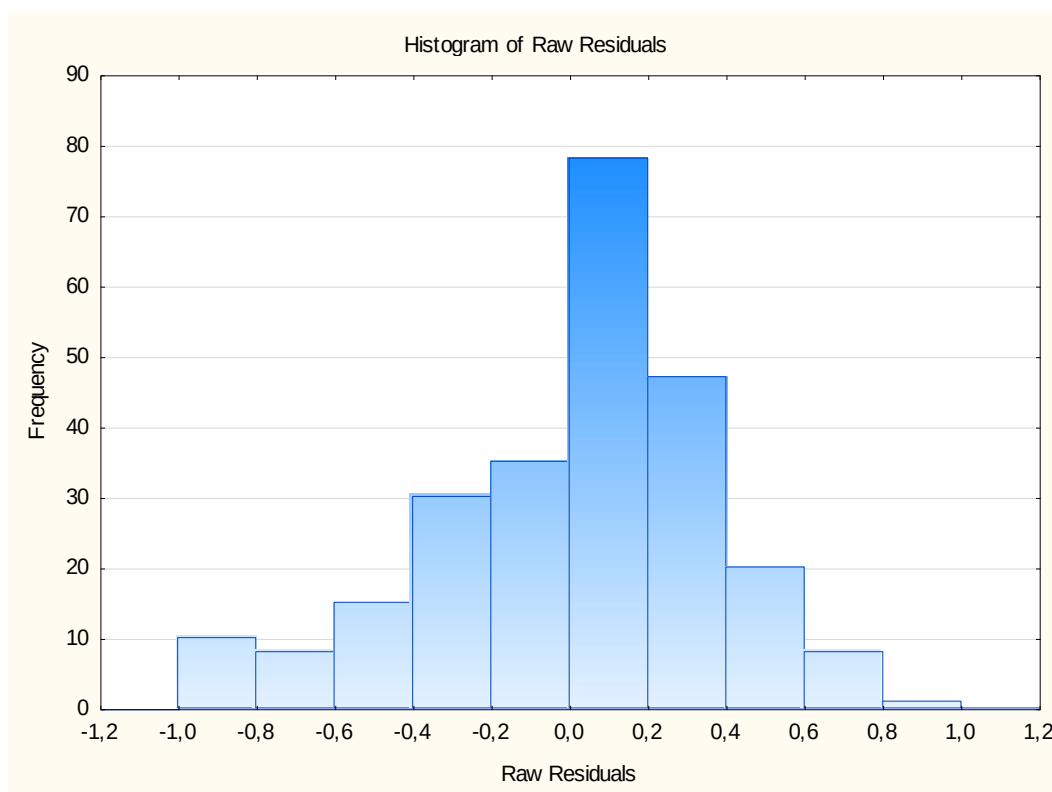


Рис. 3.19. Гістограма розподілу залишків Probit-моделі

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

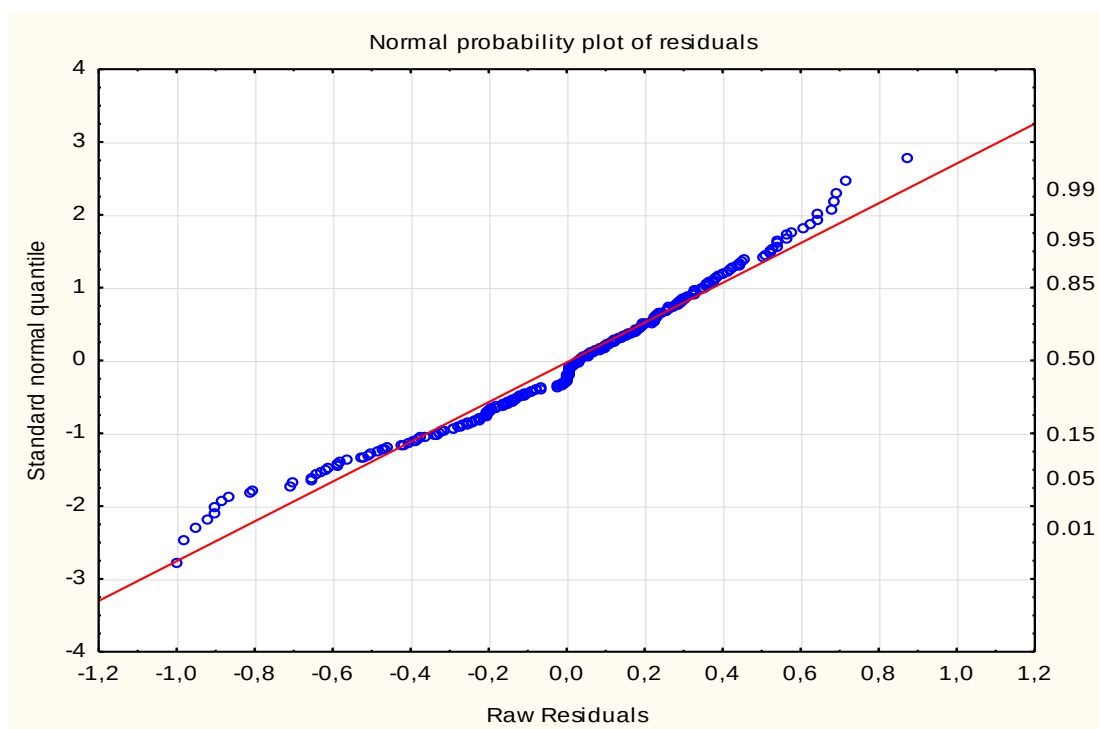


Рис. 3.20. Нормальний імовірнісний графік залишків Probit-моделі

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Це також можна оцінити за допомогою гістограми розподілу залишків моделі (рис. 3.19) та нормального ймовірнісного графіка залишків (рис. 3.20).

Отже, застосувавши лінійні логістичні моделі logit і probit, можна з'ясувати, що перевага обсягів експорту над імпортом країни залежить від таких факторів як онлайн-купівля продукції та експорт високотехнологічної продукції. Перевагою застосування моделей бінарного вибору до оцінювання міжнародної торгівлі є те, що вони дають змогу дослідити чи відбудеться подія для конкретного випробування. Тобто при оцінюванні торгівлі маємо можливість оперувати не лише факторами, що описані кількісними характеристиками, а фактори, які визначені бінарними величинами.

Використання лінійних регресійних моделей logit і probit дає змогу резюмувати, що перевага обсягів експорту над обсягами імпорту для країни не є показником високого розвитку. За результатами аналізу країна може мати високий рівень конкурентоздатності на світовій арені, високий інноваційний рівень, високий рівень соціального розвитку тощо, проте бути країною-імпортером.

3.2. Моделі аналізу та прогнозування динаміки міжнародної торгівлі країн

На сучасному етапі розвитку світової економіки одним з основних завдань управлінців є попереднє оцінювання і в подальшому якісний прогноз перебігу певного соціально-економічного процесу.

Аналіз міжнародної торгівлі, як і будь-якого соціально-економічного процесу, проводиться із використанням різноманітних методичних прийомів: порівняння, узагальнення, групування, розрахунку середніх величин, індексів, динамічних рядів, математичного моделювання та інших.

Також при проведенні аналізу даного процесу обчислюють аналітичні показники (абсолютні або/і відносні величини) та описові статистики, будують діаграми і графіки, складають аналітичні таблиці, будують динамічні ряди тощо. Отже, актуальним є питання завчасного планування обсягів експортно-імпортних потоків, що дасть змогу раціонально розподілити ресурси країн у сфері зовнішньої торгівлі.

Враховуючи характер перебігу міжнародної торгівлі, для дослідження цього процесу часто застосовують теорію часових рядів [107]. Також відомо, що аналіз спостережних даних без додаткової інформації та без врахування впливу зовнішніх факторів є особливістю прогнозування часових рядів.

Часовий ряд можна означити як сукупність значень будь-якого показника за декілька послідовних періодів часу [34]. Окремі спостереження часового ряду називають його рівнями. Кожному рівню часового ряду ставиться у відповідність певний моменту часу. Залежно від кількості показників, значення яких відповідають кожному моменту часу, часові ряди бувають одновимірні та багатовимірні. Основним завданням статистичного аналізу часових рядів є побудова математичної моделі, за допомогою якої можна пояснити та спрогнозувати поведінку ряду на майбутні періоди.

Для того, щоб часовий ряд був правильно сформований однією із важливіших умов є порівнянність його рівнів. Тобто рівні ряду повинні відображати сутність і мету досліджуваного процесу та бути однорідними за економічним змістом. Особливо важливим для компаративного аналізу є представлення статистичних даних у вигляді часових рядів для досягнення порівнянності одних даних з іншими. Адже дані, що отримуються із різних спостережень при зіставленні можуть відрізнятися методологічно [102]. Саме тому особливо проблематичним при міжнародних порівняннях є вибір методики розрахунку порівнюваних рівнів ряду.

Окрім того існує проблема вимірюваності показників міжнародної торгівлі [102]. При аналізі часових рядів слід враховувати, що обсяги товарних операцій можуть бути виміряні у вартісних, натуральних та трудових одиницях. Дана невідповідність в одиницях вимірювання є причиною суттєвих труднощів при вимірюванні основних показників зовнішньої торгівлі країни.

Оскільки метою прикладного статистичного аналізу часових рядів є побудова моделі ряду, за допомогою якої можна пояснити поведінку ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди, тому для практичної реалізації проведення аналізу часових рядів важливим є врахування структури ряду та його імовірнісних характеристик.

Аналіз часового ряду починається із побудови та дослідження його графіка. При проведенні вибірових досліджень достатньо інформативними є найпростіші числові характеристики описової статистики (середня арифметична, середнє арифметичне відхилення, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, розмах варіації, медіана, коефіцієнти асиметрії та ексцесу), крім того графічне зображення ряду є допоміжним при проведенні аналізу вибірки даних. Проте при аналізі часових рядів графічне представлення табличної інформації дозволяє зробити багато висновків тоді, як описові статистики не дають розуміння характеру процесу.

Після побудови графіка та проведення попереднього аналізу у часовому ряді виокремлюють та вилучають детерміновані складові. Далі дослідження випадкової складової проводять за допомогою побудови аналітичної функції, що характеризує залежність рівнів ряду від часу. Даний спосіб моделювання тенденції часового ряду є найпоширенішим і носить назву аналітичне вирівнювання тимчасового ряду. Коли здійснена побудова загальної моделі ряду, проводиться перевірка її адекватності, після чого відбувається прогнозування майбутньої поведінки ряду.

Оскільки одержати точне прогнозне значення випадкового процесу, яким є часовий ряд, неможливо, тому для здійснення прогнозу потрібно досягнути екстремального значення критерію оптимальності прогнозної моделі, таким чином виникає необхідність прийняття рішення щодо вибору найкращої з наявних альтернатив. Вибір критерію оптимальності залежить від економічної сутності задачі. При дослідженні торгівлі це може бути, наприклад, максимум вартості валової продукції, максимум валового доходу, мінімальна собівартість, мінімальні витрати праці інших ресурсів та інші. В умовах неповної інформації будь-яке рішення приймають, враховуючи кількісні характеристики тієї чи іншої конкретної ситуації.

При проведенні прогнозів використовують статистичні методи, на основі яких обирають відповідну математичну модель, що виражає існуючі взаємозв'язки і закономірності досліджуваного процесу та буде інструментом прогнозування. Моделі із використанням часових рядів на сьогоднішній день є найбільш ефективними.

Залежно від рівня прийняття управлінського рішення щодо поставленої задачі можна різними способами розв'язувати задачу і будувати прогнозну модель. Розробка прогнозної моделі базується на наступних складових моделювання [22]:

- тренд може бути детермінований, вказуючи на довгострокові зміни у досліджуваному процесі;
- тренд може бути випадковим, якщо у досліджуваному процесі відбуваються коротко- та середньотермінові зміни;
- моделюються прогнозні значення коливань, що накладаються на тренд при дослідженні короткострокових змін;
- враховуються сезонні складові;
- враховуються швидкості зміни досліджуваного процесу, що характеризуються різницями;

- враховуються дисперсії чи стандартні відхилення, в якості міри розсіювання досліджуваного процесу;
- враховуються якісні змінні за допомогою нечітких множин, мереж Байєса та ін.;
- беруться до уваги комбінації вищеперераховані елементи досліджуваних процесів процесів.

Основною вимогою до побудови прогнозної моделі є висока якість прогнозу на заданому часовому проміжку. Залежно від складових процесу будується математична, ймовірнісна чи логічна прогнозна модель.

Розглянемо математичний опис складових досліджуваних процесів, що матимуть різну природу поведінки.

Наприклад, для опису детермінованого тренду можна використати поліном, залежний від часу довільного порядку:

$$Y(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n + \varepsilon(t),$$

при умові, що $E[\varepsilon(t)] = 0$.

Розробка прогнозної моделі значень детермінованого тренду вважається довгостроковим, так як сам тренд вказує на довгострокові зміни досліджуваних процесів.

Обмеження $E[\varepsilon(t)] = 0$ є необхідною умовою при побудові прогнозної моделі для коректного застосування методів оцінювання результатів моделювання та для аналізу якості оцінок прогнозів. За умови коректного вибору вхідних параметрів моделювання відповідно до статистичних даних, що описують досліджуваний процес, маємо автоматичне забезпечення цієї вимоги.

Для математичного опису, наприклад, стохастичного тренду використовують рівняння випадкового кроку із перетином:

$$Y(t) = a_0 + Y(t-1) + \varepsilon(t),$$

Розв'язком такого рівняння в загальному випадку є

$$Y(t) = Y_0 + ta_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon(i),$$

причому останній доданок $\sum_{i=1}^t \varepsilon(i)$ описує випадкову нерегулярну складову тренду.

Розглянемо математичний опис моделювання прогнозних значень коливань, що накладаються на тренд. У цьому випадку ми говоримо про короткострокові зміни досліджуваного процесу і для опису використаємо рівняння авторегресії із середнім ковзним:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^n a_i Y(t-i) + \sum_{j=1}^m b_j \varepsilon(t-j) + \varepsilon(t).$$

При побудові прогнозної моделі, як тільки ми переходимо до перших різниць вищих порядків, вилучається із досліджуваного процесу тренд відповідного порядку. Якщо процес має лінійний тренд, вилучаються перші різниці, таким чином ми стикаємося із коливаннями, що накладаються на тренд.

Коли у таку модель ввести значення основної змінної із лагами, що мають певну періодичність, у такий спосіб ми отримуємо можливість будувати прогнози сезонних ефектів.

Ефект сезонності враховується або за допомогою основної змінної, або із використанням ковзного середнього в адитивній та мультиплікативній формах.

Для прогнозування нестационарних часових рядів найбільш застосованою є ARIMA-модель (p,d,q) (AutoRegressive Integrated Moving Average) динаміки з інтервенціями. Ця модель вбудована в програмний продукт STATISTICA 10, і, маючи ряд статистичних даних (експериментально встановлено, що для отримання адекватної моделі їх кількість повинна перевищувати 50), отримуємо прогнозну модель і досліджувані значення показників на майбутні періоди.

Характерний математичний опис ARIMA-моделі (p,d,q) має вигляд [171]:

$$(\Delta^d Y_t) = \sum_{i=1}^p \varphi_i (\Delta^d Y_{t-1}) + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j (\Delta^d \varepsilon_{t-j}), \quad \varepsilon_t \cong N(0, \sigma_t^2).$$

Використовують і коротший запис для опису ARIMA-моделі (p,d,q) :

$$\varphi(B)(1-B)^d Y_t = \theta(B)\varepsilon_t,$$

де $\varphi(B)$, $\theta(B)$ – поліноми степені p і q ;

B – лаговий оператор, $B^j Y_t = Y_{t-j}$, $B^j \varepsilon_{t-j}$, $j = 0, \pm 1, \dots$;

d – порядок взяття послідовної різниці;

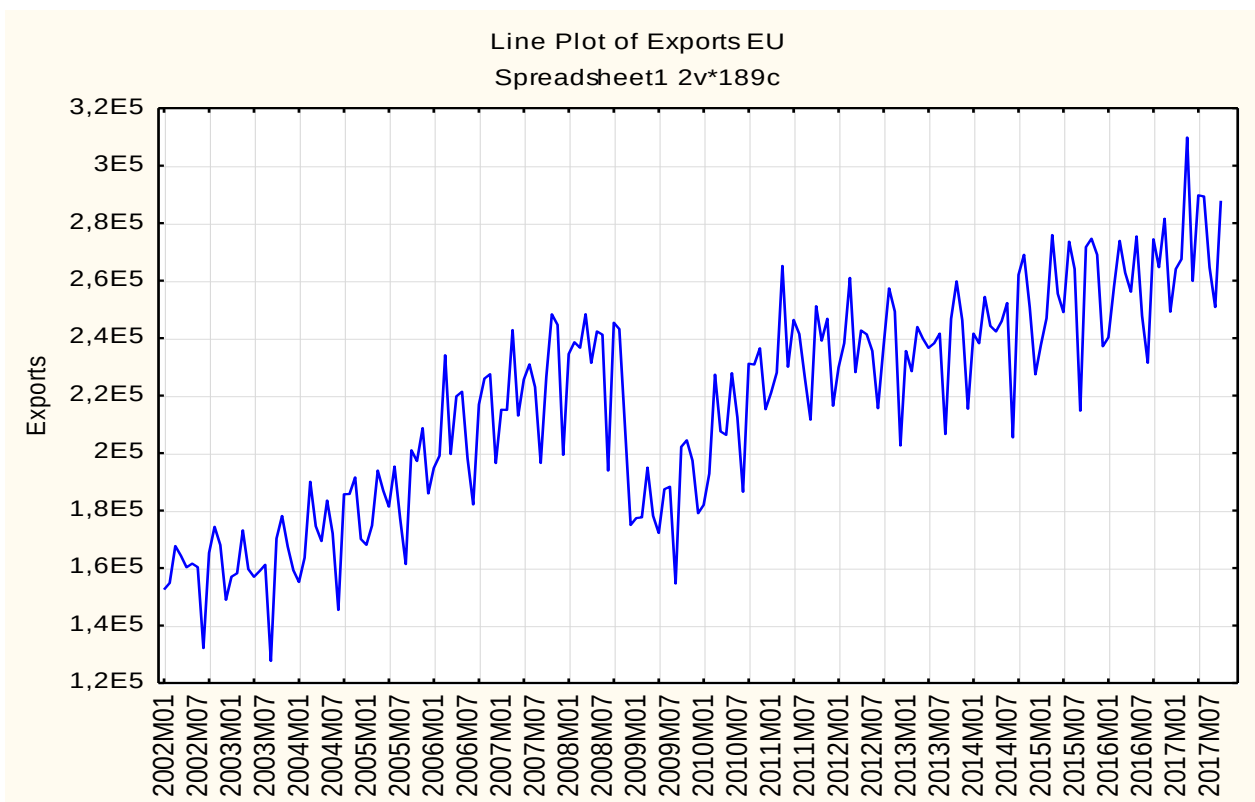
$$\Delta Y_t = Y_{t-1} - Y_t = (1-B)Y_t, \Delta^2 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta Y_t = (1-B)^2 Y_t, \dots$$

Таким чином, користуючись моделлю для прогнозування ARIMA спочатку на основі статистичних даних необхідно отримати стаціонарний ряд. Далі на основі аналізу автокореляційної функції (АКФ) та часткової автокореляційної функції (ЧАКФ) визначити параметри (p,d,q) для вибору конфігурації ARIMA-моделі. На завершальних етапах отримують прогнозні значення на майбутній період і перевіряють адекватність моделі.

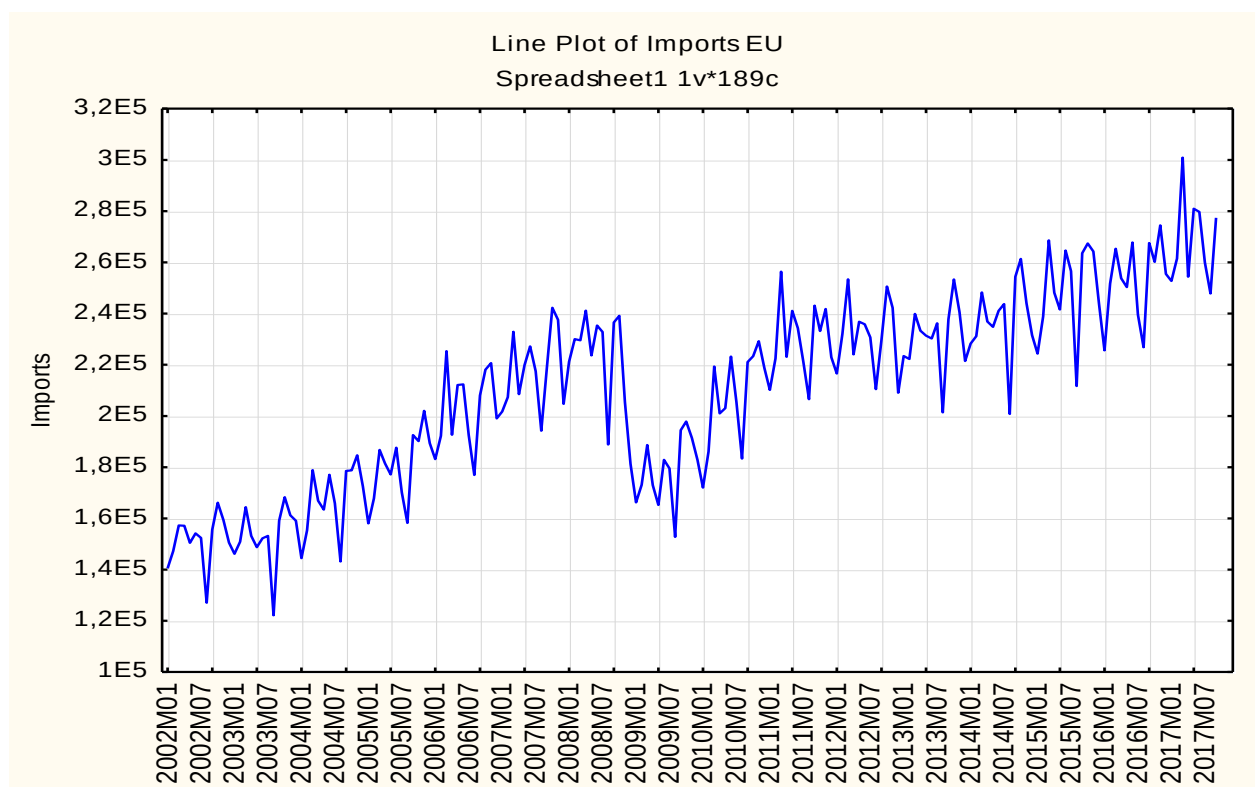
Іноді, враховуючи наявність сильних коливань рівнів часових рядів та виявлення чітких тенденцій розвитку досліджуваного економічного явища, приходить використовувати процедури згладжування або механічного вирівнювання часових рядів [143].

Для моделювання застосуємо модуль Time series analysis/Forecasting пакета STATISTICA 10, побудуємо прогнозні моделі динаміки ARIMA та статистичні дані Eurostat [345] про обсяги експорту та імпорту товарів (млн. євро) країн Європейського Союзу [108] (див. дод. Е). Таким чином, маємо два ряди, кожен з яких має 189 спостережних даних.

Перед тим, як приступити до отримання прогнозних значень спочатку розглянемо на графіку початковий часовий ряд обсягу експорту та імпорту країн ЄС за кожен місяць з січня 2002 р. по вересень 2017 р., користуючись статистичними даними Eurostat (рис. 3.21).



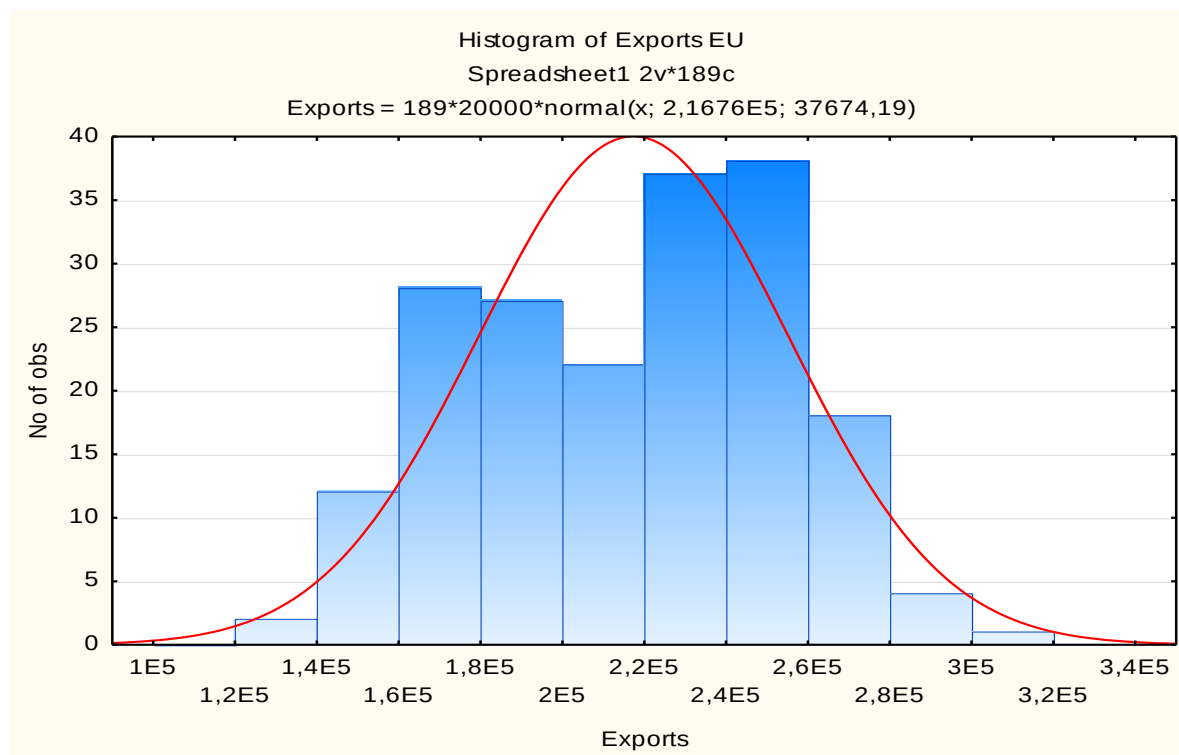
a)



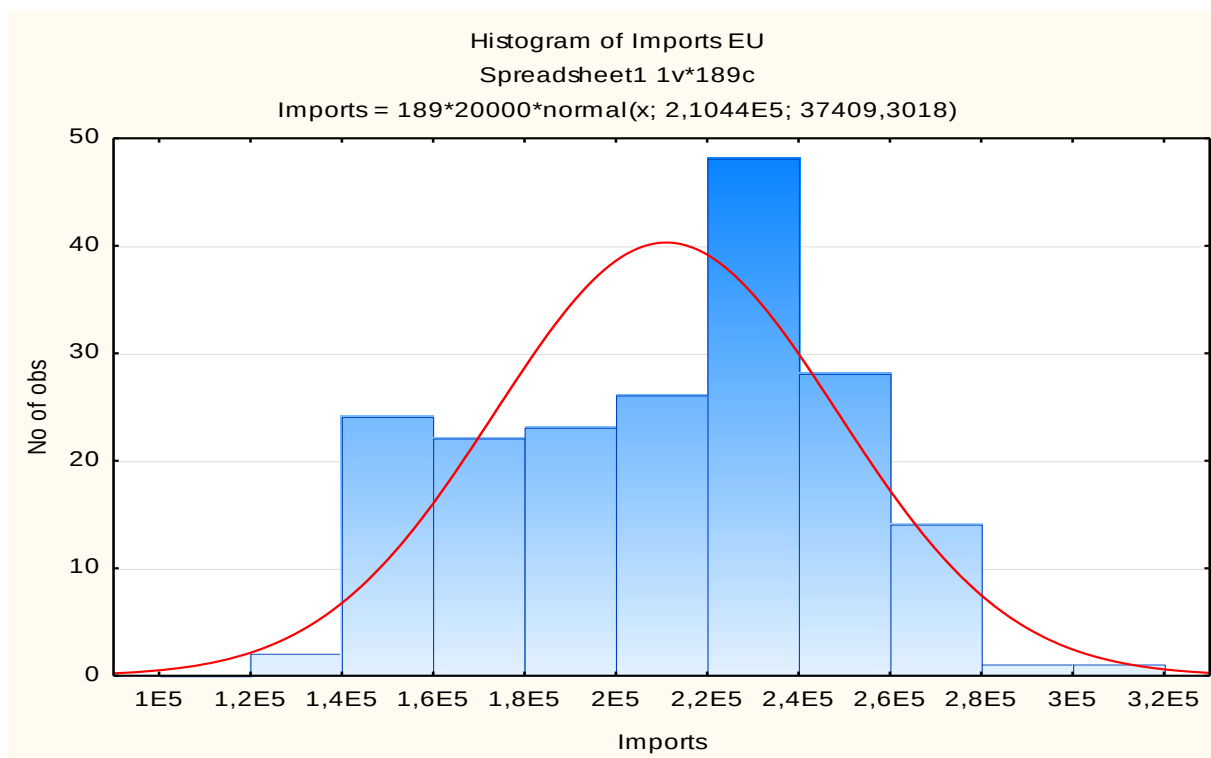
б)

Рис. 3.21. Лінійний графік торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.): а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)



б)

Рис. 3.22. Гістограма обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.): а) експорту; б) імпорту

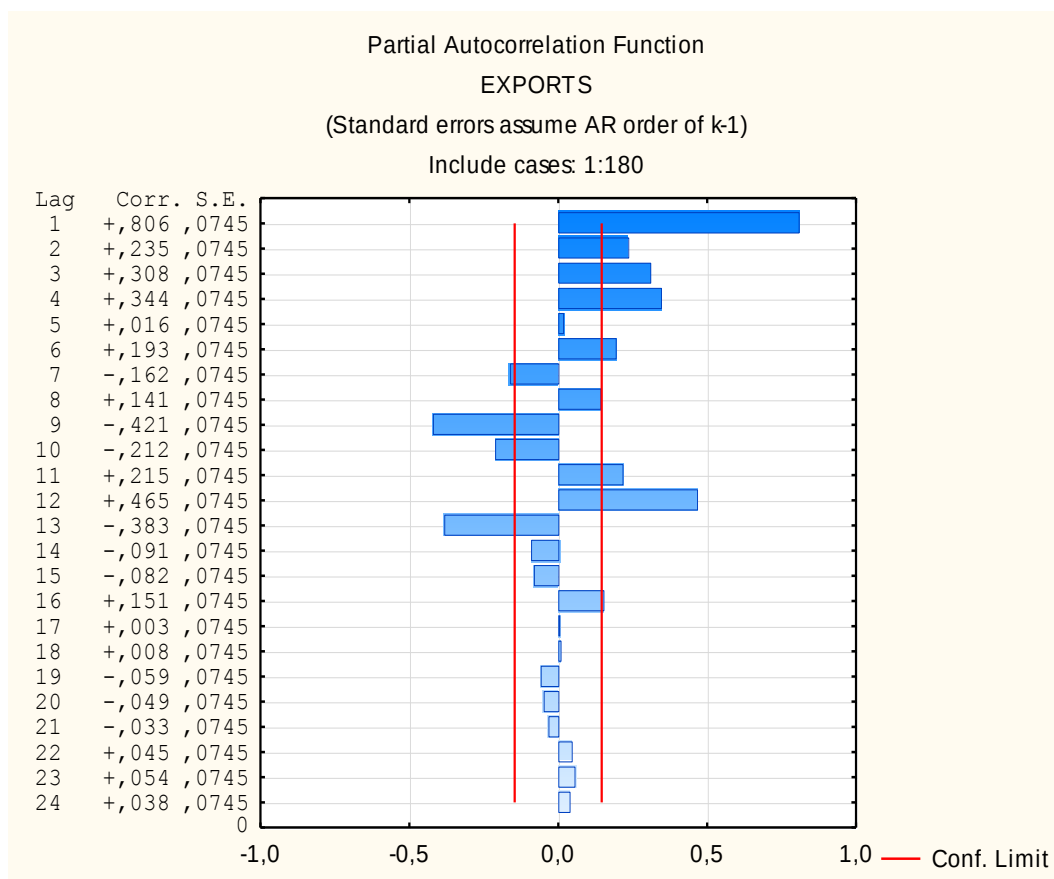
Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

За даними рис. 3.21 можна простежити, що існує сезонна залежність обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС. Для візуалізації побудуємо гістограми цих двох рядів (рис. 3.22).

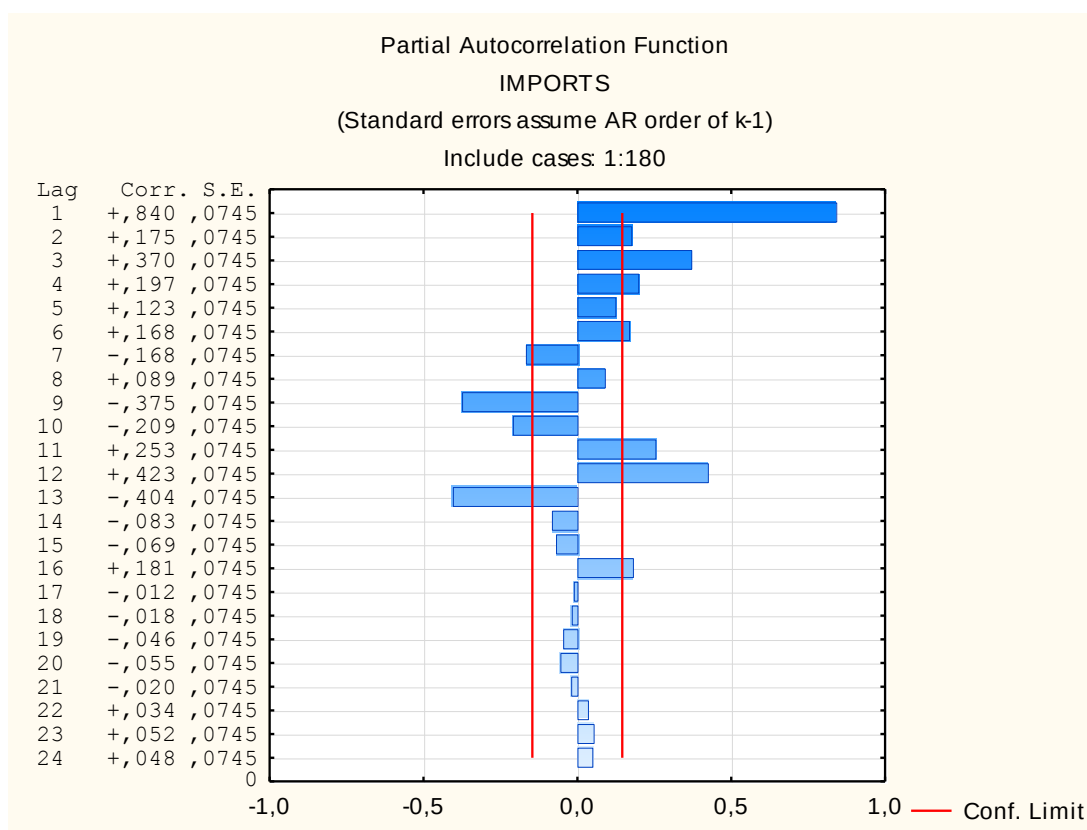
На основі гістограм можна зробити висновок, що ряди не є нормально розподіленим, тому надалі важливим завданням буде встановити залежності для цих рядів.

Для цього розіб'ємо вихідні ряди на дві складові: детерміновану функцію і випадкову складову. Випадкова складова має бути представлена у вигляді ряду Гаусса з незалежними приростами.

Для визначення характеру невинуваткової складової побудуємо автокореляційну функцію вихідних даних для перших 180 значень для обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС. Також важливо розглянути функції часткової автокореляції для вихідних даних (рис. 3.23).



a)



б)

Рис. 3.23. Функція часткової автокореляції обсягів експорту (а) та імпорту (б) товарів країн ЄС (січень 2002 р.–грудень 2016 р.)

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

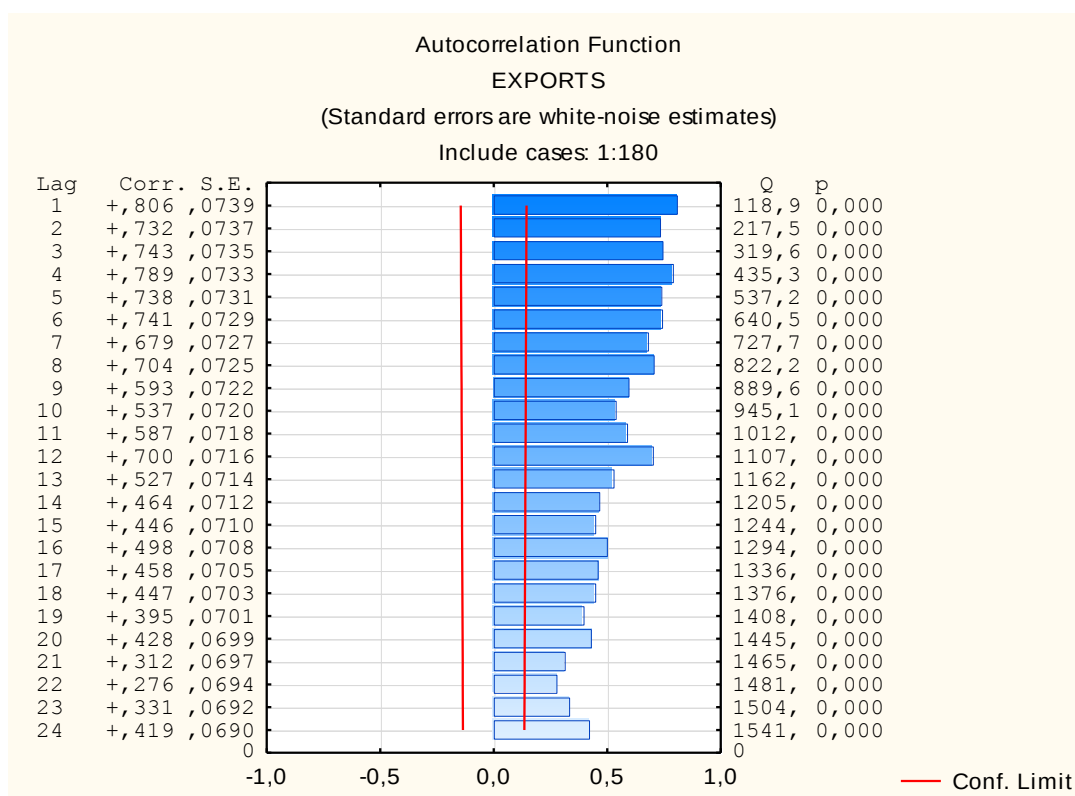
Також проаналізуємо характеристики автокореляційних функцій показників обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС (рис. 3.24). Маємо підстави стверджувати, що для моделювання динаміки цього показника можуть бути використані авторегресійні моделі.

Перетворимо вихідні досліджувані ряди у ряди виду:

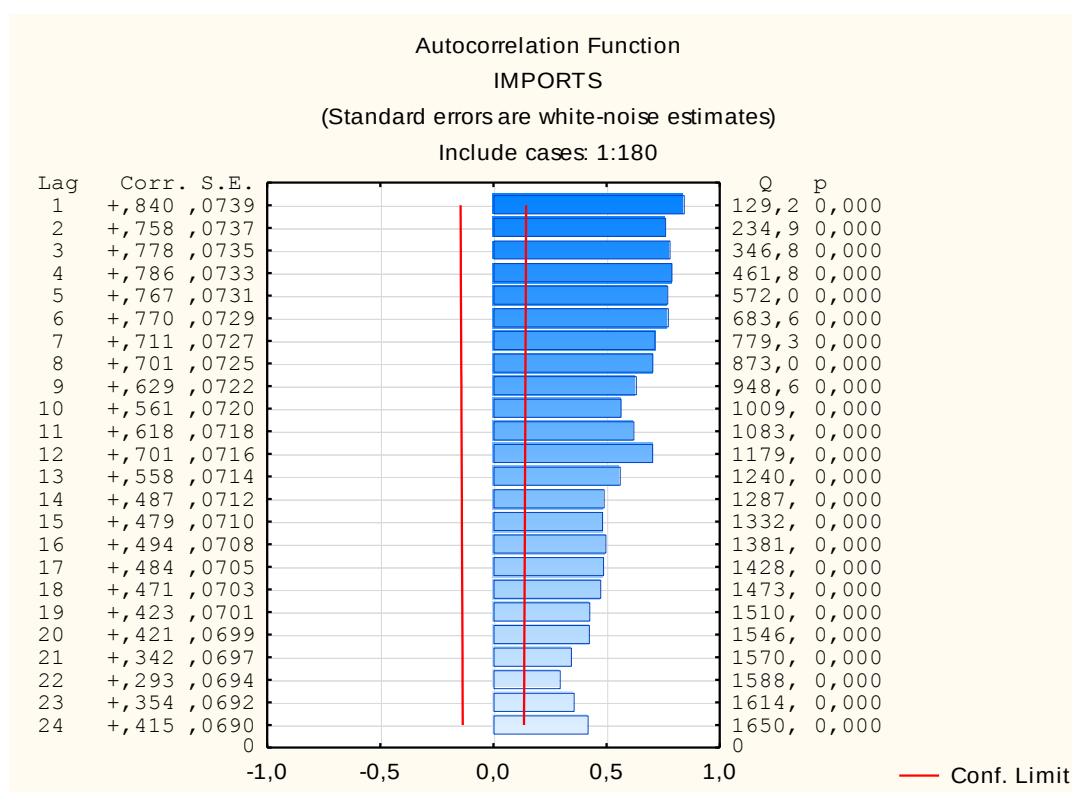
$$Dx(t) = x(t) - x(t-1). \quad (3.2)$$

Перетворені ряди відображено на рис. 3.24, а автокореляційні функції цих рядів – на рис. 3.25.

За функціями автокореляції (рис. 3.26) можна з'ясувати, що на перших лагах не спостерігається значуща кореляція, проте для значення лагів, кратних сезонності, вона значуща лише для першого періоду. Аналогічно за функцією часткової кореляції (рис. 3.27) простежуємо зменшення кореляційної залежності впродовж певного проміжку часу.



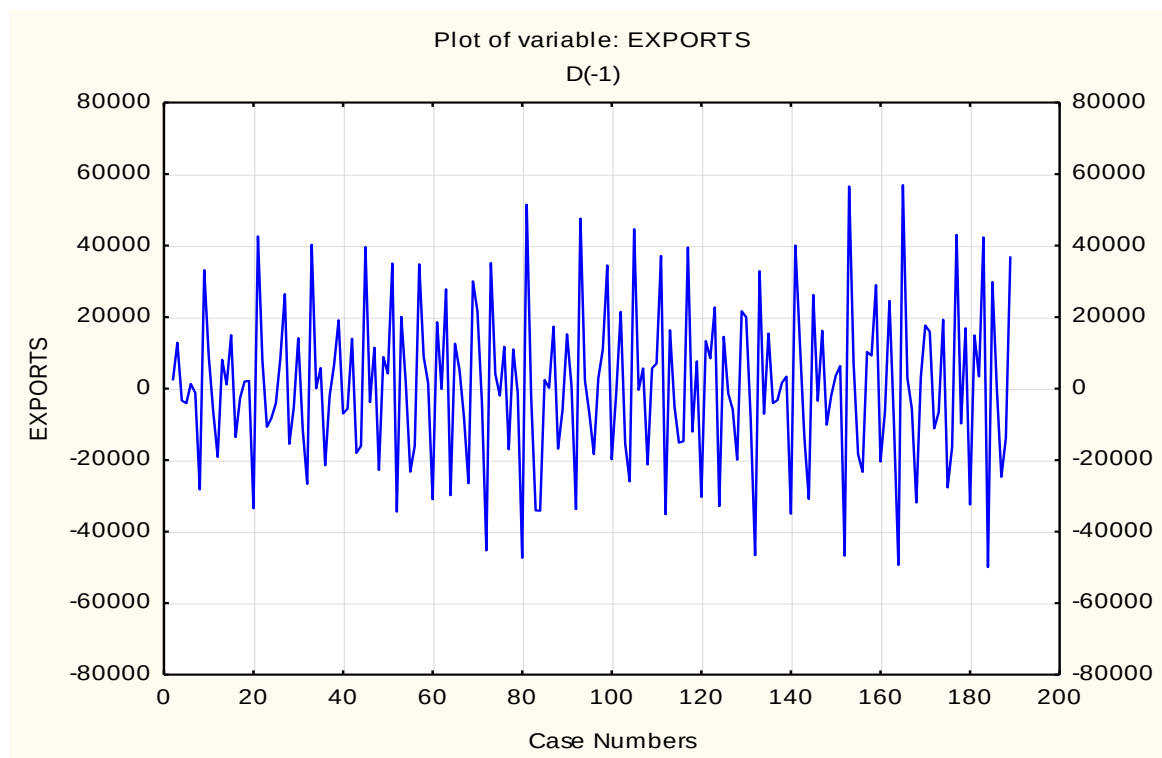
a)



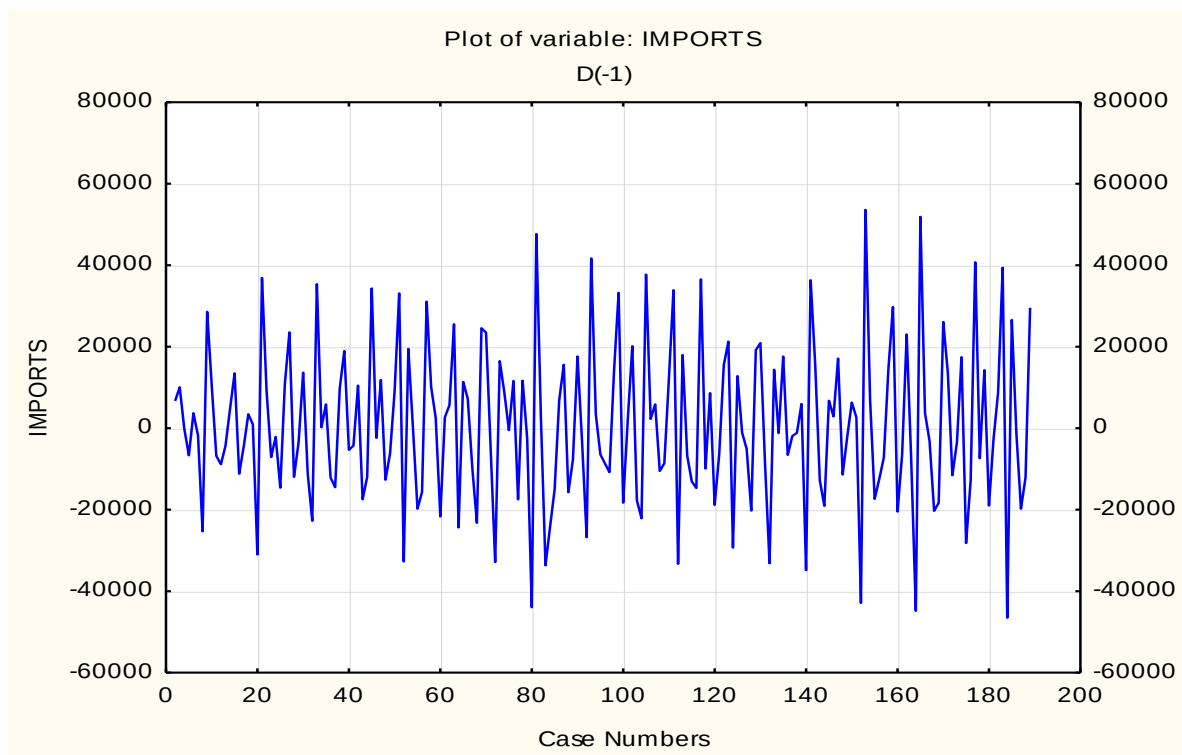
б)

Рис. 3.24. Функція автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–грудень 2016 р.): а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



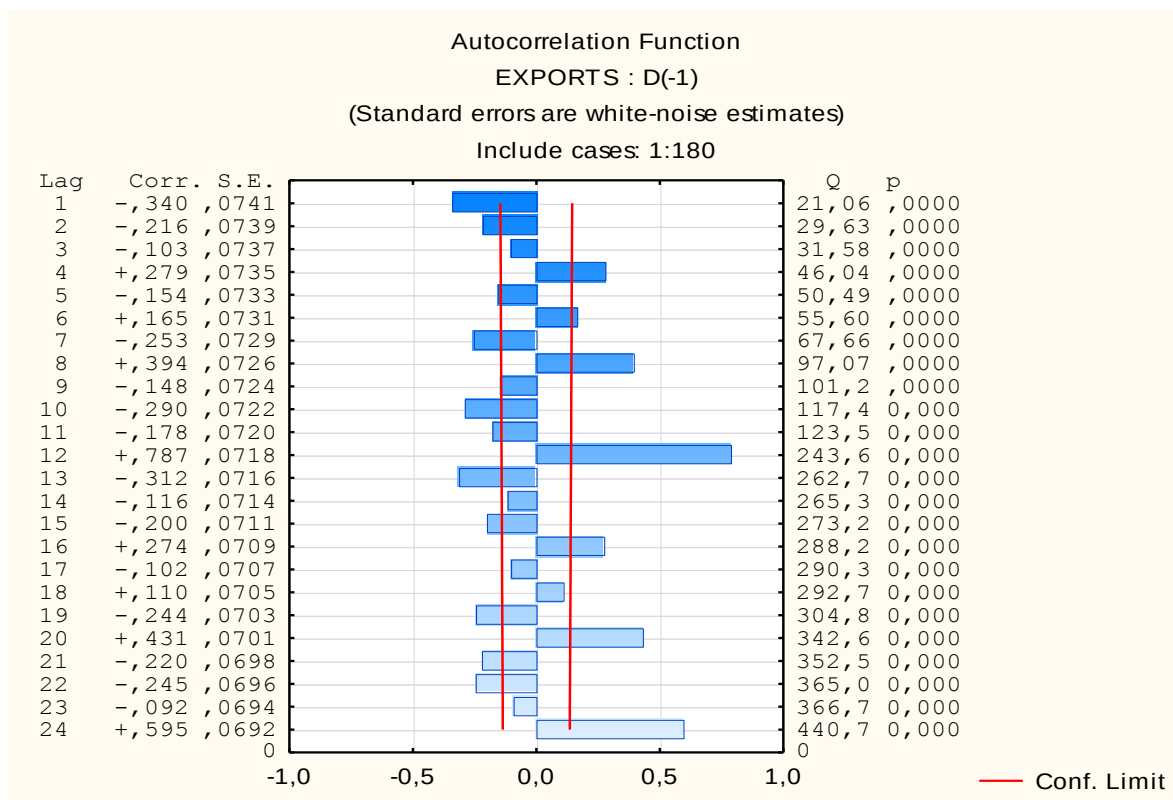
a)



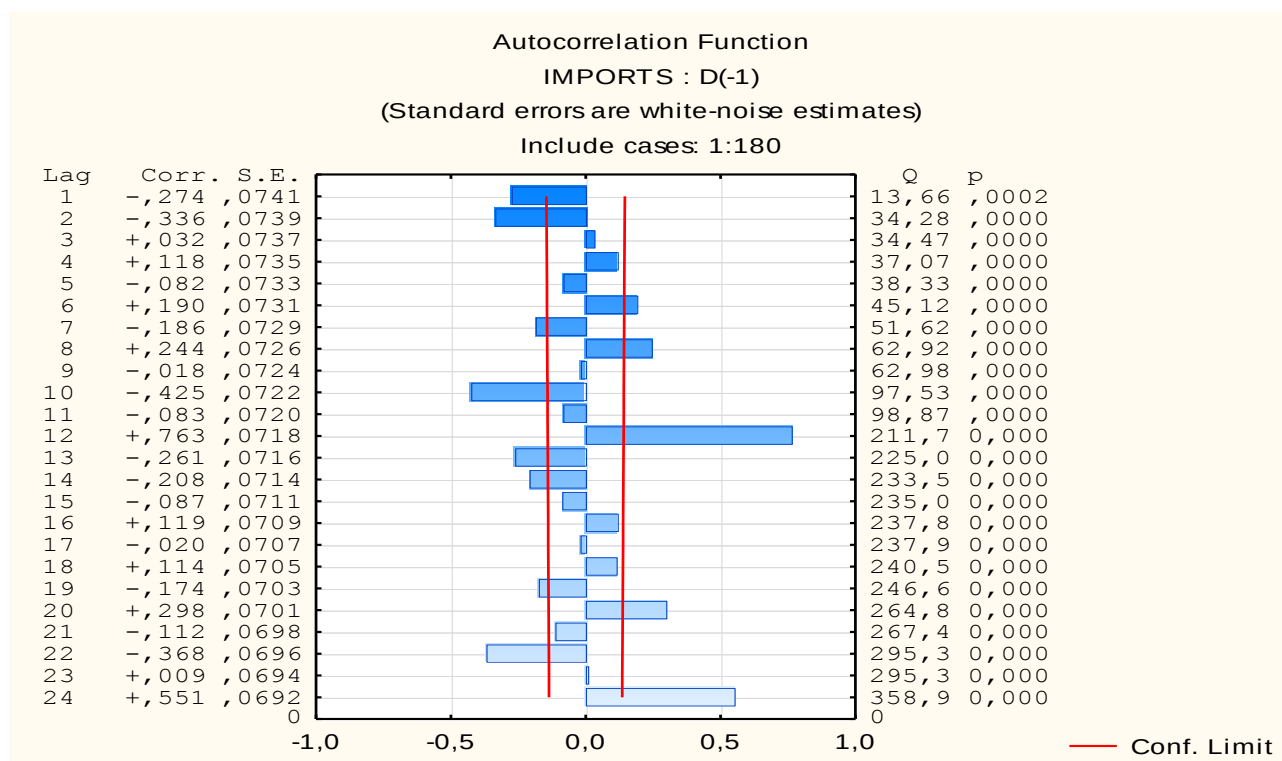
б)

Рис. 3.25. Динаміка обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.) (трансформований ряд): а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)

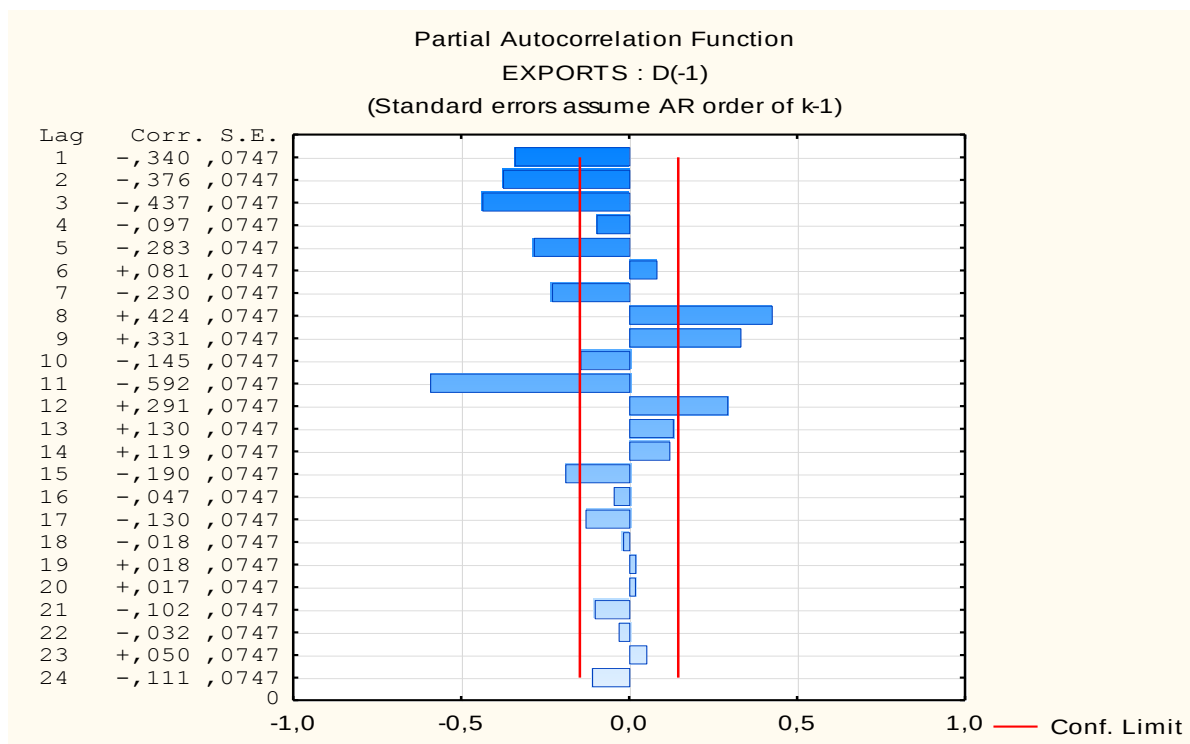


б)

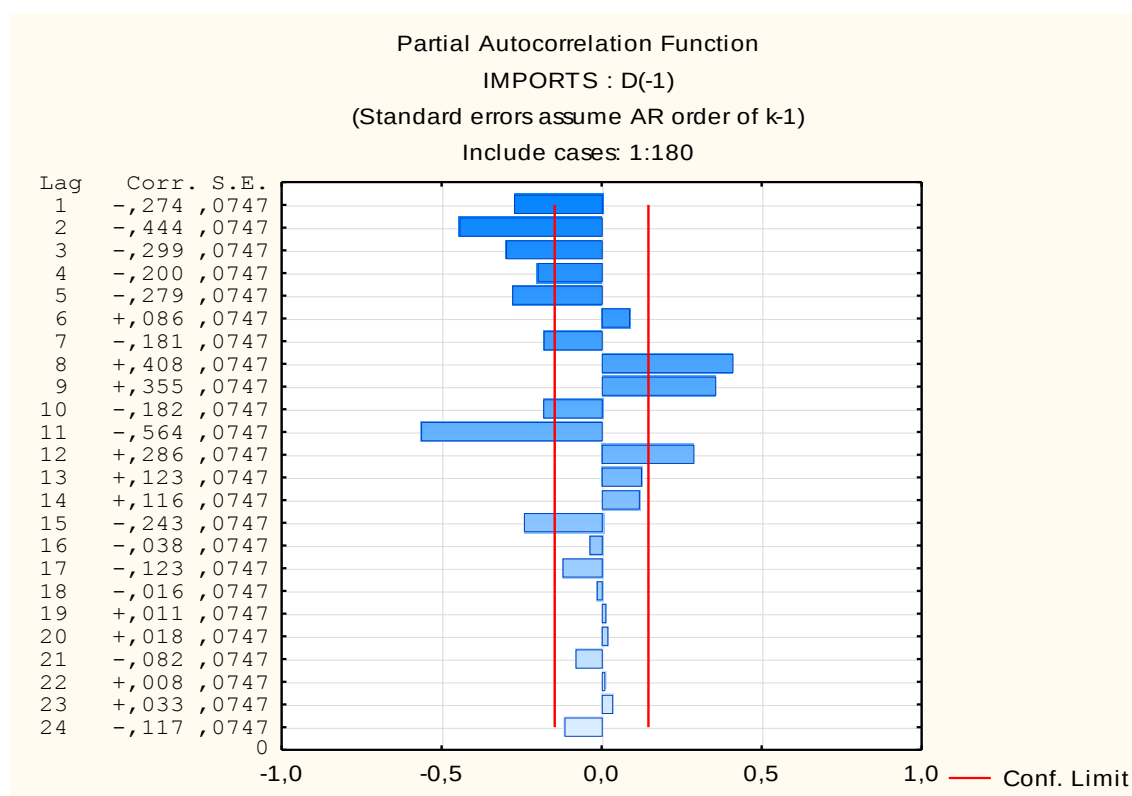
Рис. 3.26. Функція автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.) (трансформований ряд за (3.2)):

а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)



б)

Рис. 3.27. Функція часткової автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.) (трансформований ряд із різницею 12): а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Sheet1) Input: EXPORTS Start of origin: 1 End of origin: 180				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
181	251775,1	230818,1	272733,1	12675,0
182	266637,1	236998,1	296275,1	17925,2
183	280026,1	243726,1	316325,1	21953,8
184	270686,1	228771,1	312602,1	25350,0
185	265122,1	218259,1	311985,1	28342,2
186	281314,1	229978,1	332649,1	31047,3
187	258066,1	202617,1	313515,1	33535,0
188	244320,1	185043,1	303597,1	35850,4
189	280494,1	217621,1	343367,1	38025,1
190	272294,1	206020,1	338568,1	40081,9
191	286511,1	217002,1	356019,1	42038,3
192	259256,1	186657,1	331856,1	43907,6

a)

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spreadsheet1) Input: IMPORTS Start of origin: 1 End of origin: 180 Include cases: 1:180				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
181	240472,6	220955,3	259989,9	11803,55
182	262050,4	234448,8	289652,0	16692,75
183	273364,3	239559,4	307169,2	20444,36
184	263952,6	224918,0	302987,1	23607,11
185	261206,7	217564,8	304848,7	26393,55
186	275683,2	227875,8	323490,5	28912,69
187	252578,2	200940,3	304216,0	31229,27
188	242184,6	186981,4	297387,8	33385,49
189	275825,4	217273,6	334377,2	35410,66
190	269859,8	208140,8	331578,9	37326,12
191	281710,7	216979,2	346442,1	39147,96
192	266159,8	198550,0	333769,6	40888,71

б)

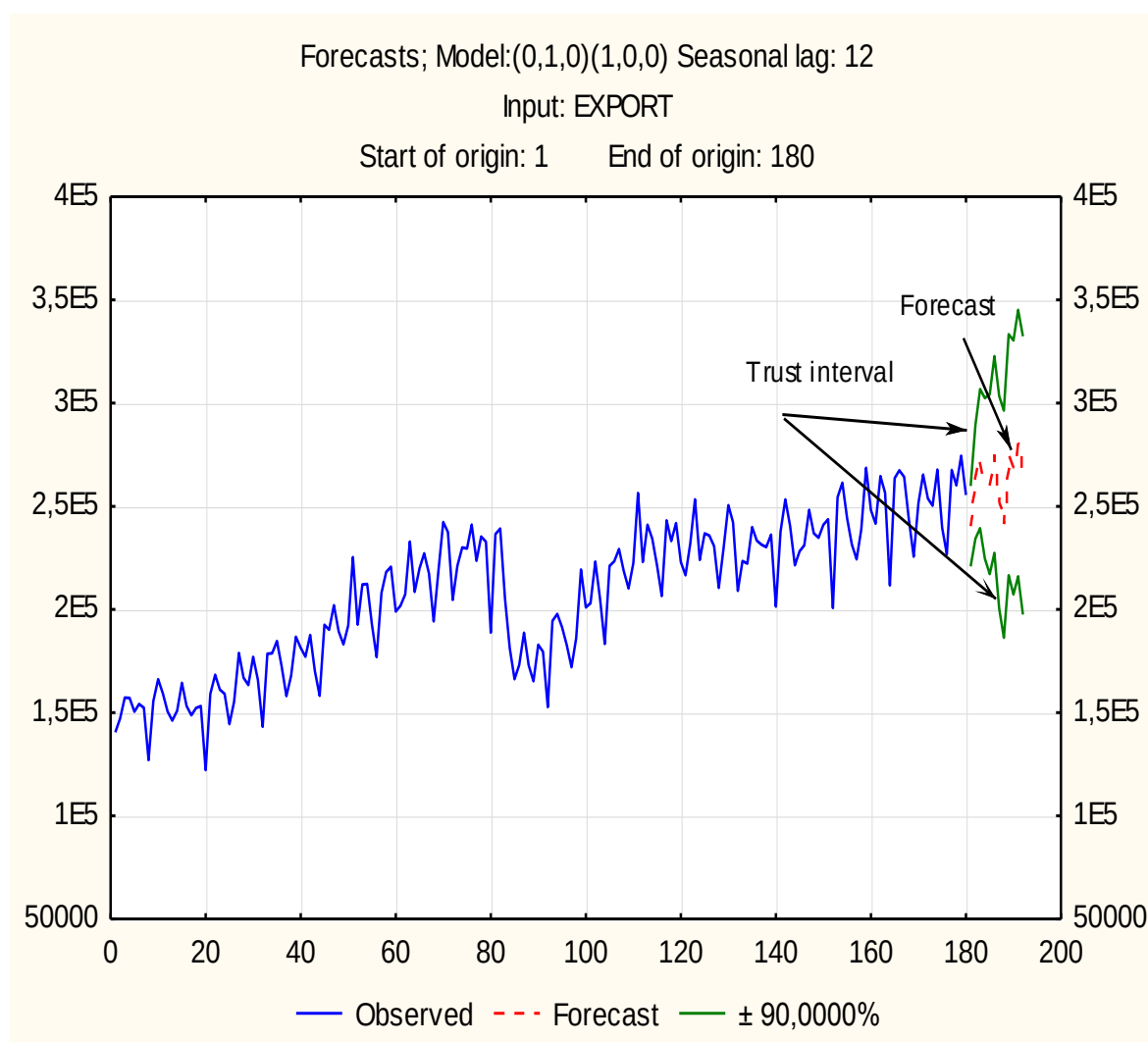
Рис. 3.28. Результати моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС на 2017 р.: а) експорту; б) імпорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

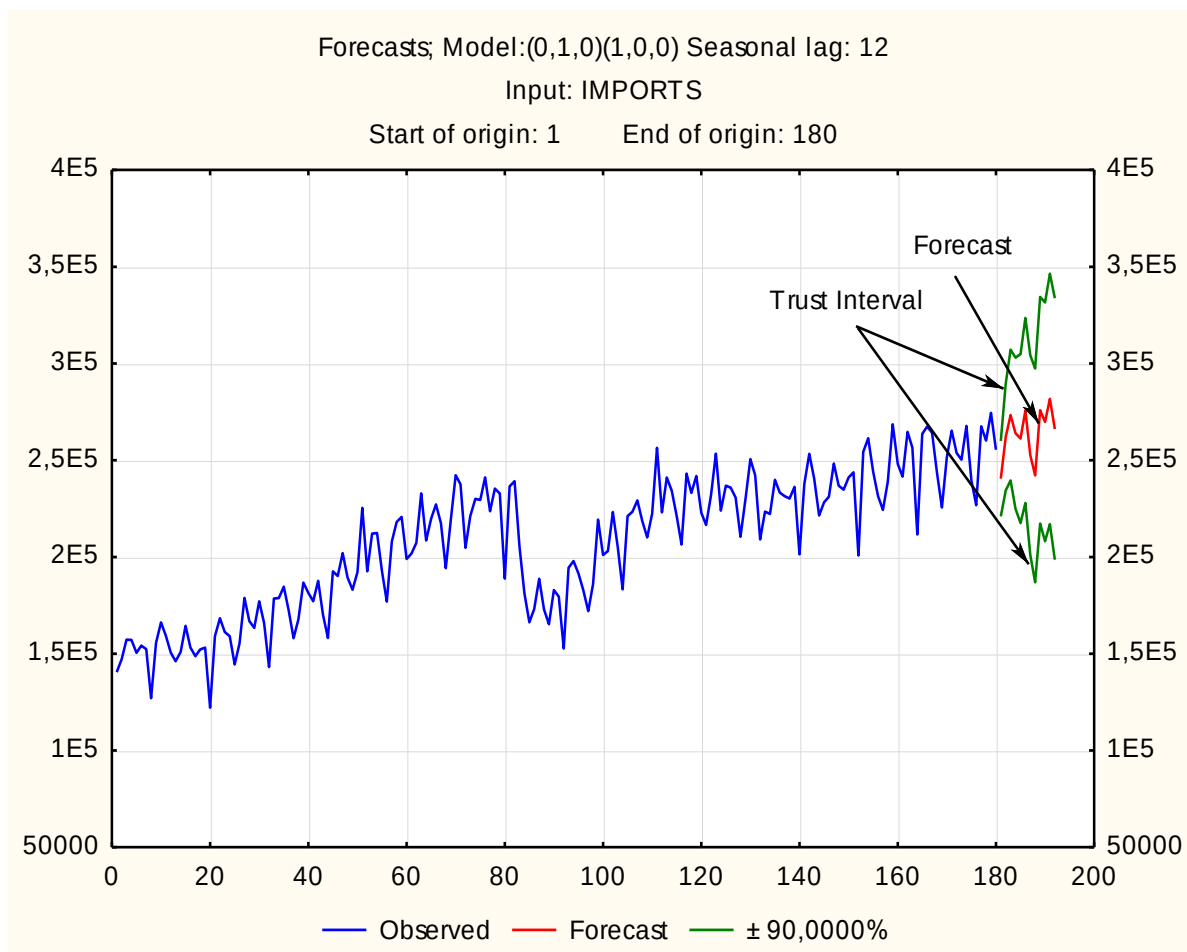
На основі значень АКФ і ЧАКФ визначаємо параметри для побудови прогнозних моделей динаміки обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС.

Для цього використаємо метод аналізу часових рядів із розривами, що реалізований у пакеті STATISTICA 10 (Interrupted Time Series Analysis ARIMA). На основі моделювання отримані прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту на період із січня по грудень 2017 р. відповідно (рис. 3.28).

Окрім того, результати моделювання динаміки обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС на 2017 р. можна представити графічно (рис. 3.29).



a)



б)

Рис. 3.29. Графік моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС на 2017 р.: а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Оскільки для побудови моделей використано не всі статистичні дані, а лише за період із січня 2002 р. по грудень 2016 р., маємо змогу порівняти отримані прогнозні дані за результатами моделювання і фактичні дані за період із січня по вересень 2017 р.

Порівнюючи значення додамо до табл. 3.3–3.4 стовпець із значенням похибки, що буде вказувати на адекватність побудованих моделей.

Таблиця 3.3

**Порівняння отриманих прогнозних значень обсягів експорту товарів
країн ЄС на 2017 р. із фактичними**

	Exports	Prognosis	Error
2017M01	264064,7	251775,8	0,046537362
2017M02	267468,2	266637,1	0,00310731167
2017M03	309808,8	280026,1	0,0961325684
2017M04	259891,4	270686,7	0,0415376271
2017M05	289697,7	265122,3	0,0848313118
2017M06	289295,5	281314,2	0,027588783
2017M07	264632,7	258066,7	0,0248119059
2017M08	250799,8	244320,5	0,0258345124
2017M09	287812,6	280494,8	0,0254257329
2017M010		272294,8	
2017M011		286511,1	
2017M012		259256,7	

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

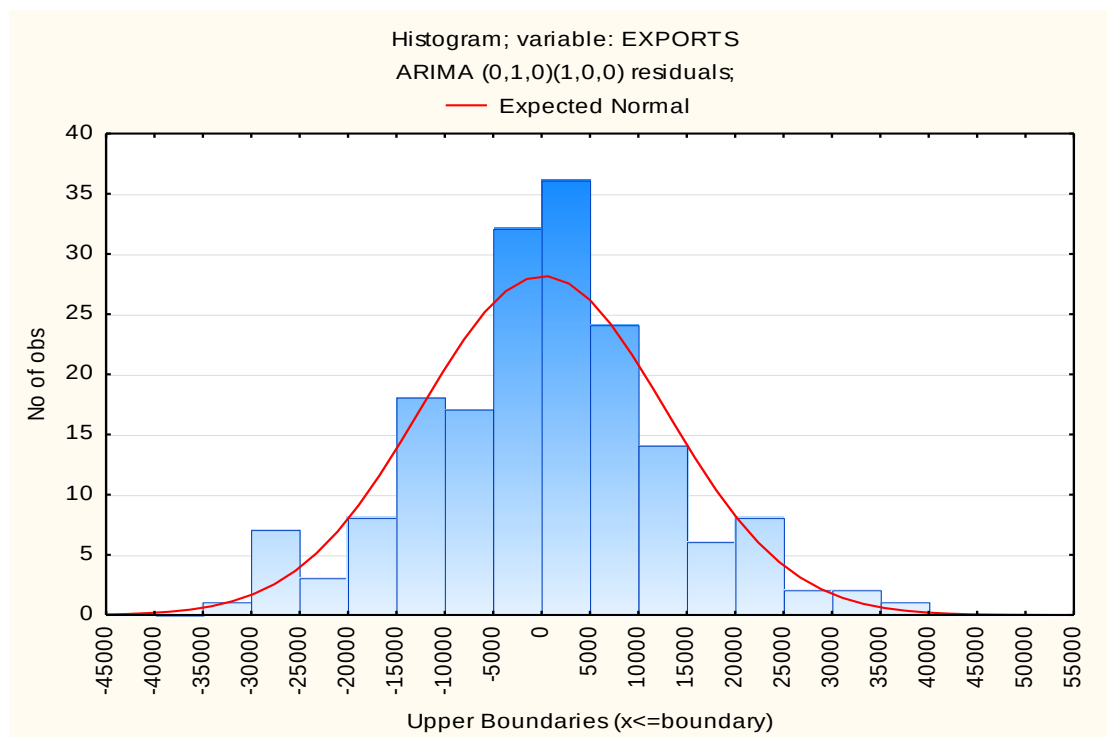
Таблиця 3.4

**Порівняння отриманих прогнозних значень обсягів імпорту товарів
країн ЄС на 2017 р. із фактичними**

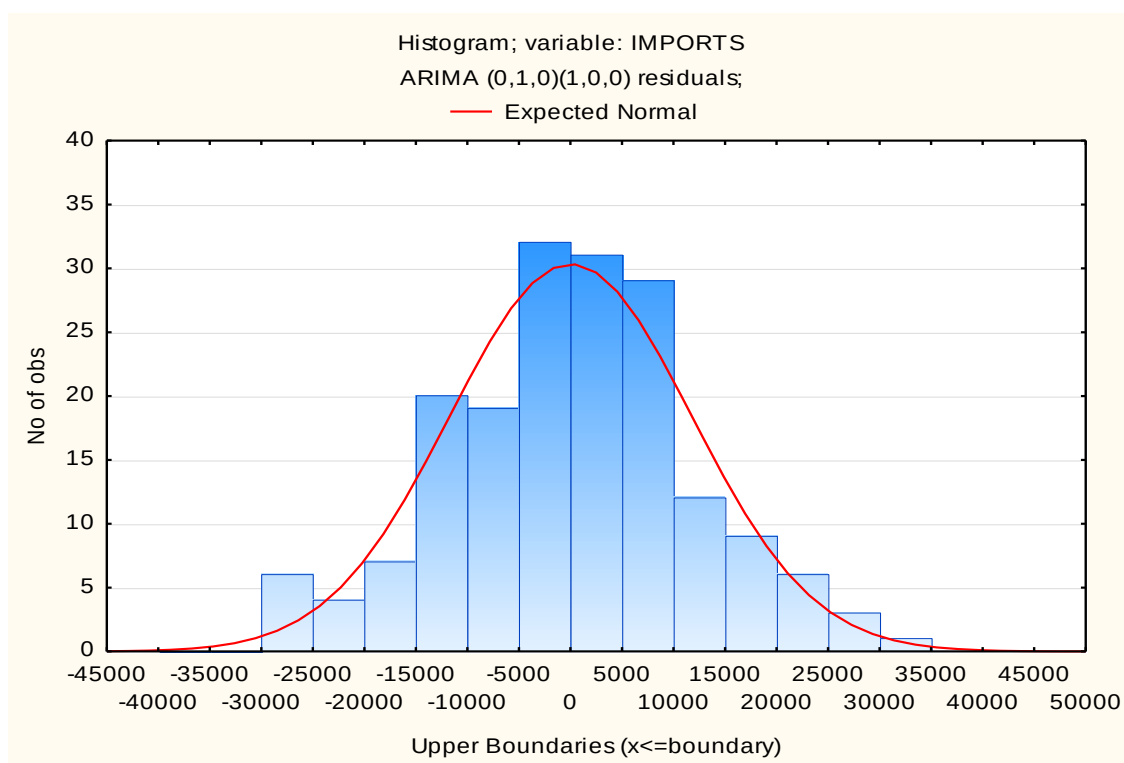
	Exports	Prognosis	Error
2017M01	264064,7	240472,6	0,048494356
2017M02	267468,2	262050,4	0,00208802
2017M03	309808,8	273364,3	0,091509197
2017M04	259891,4	263952,6	0,037712204
2017M05	289697,7	261206,7	0,07030035
2017M06	289295,5	275683,2	0,014327426
2017M07	264632,7	252578,2	0,028212522
2017M08	250799,8	242184,6	0,022744642
2017M09	287812,6	275825,4	0,005596729
2017M010		269859,8	
2017M011		281710,7	
2017M012		266159,8	

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

За результатами аналізу, середня похибка різниці між одержаними прогнозними значеннями і фактичними в середньому становить 4,2% за обсягами експорту і 3,6% за обсягами імпорту, що вказує на високу якість побудованих моделей.



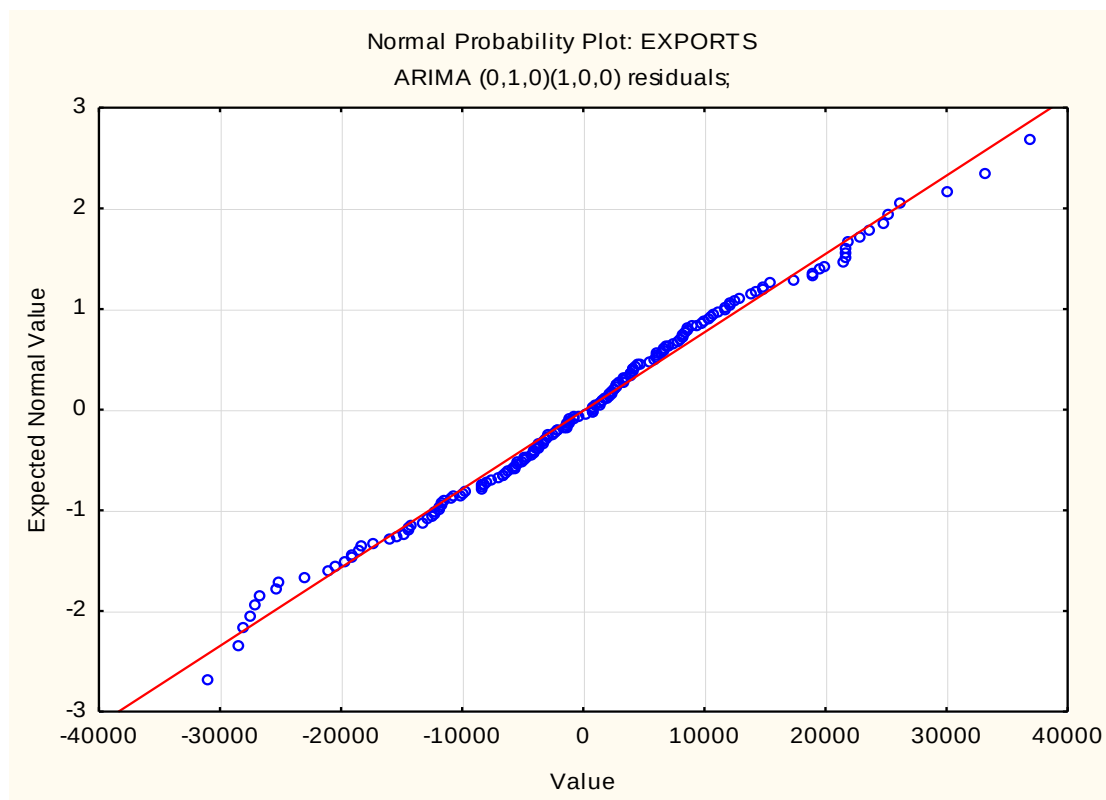
a)



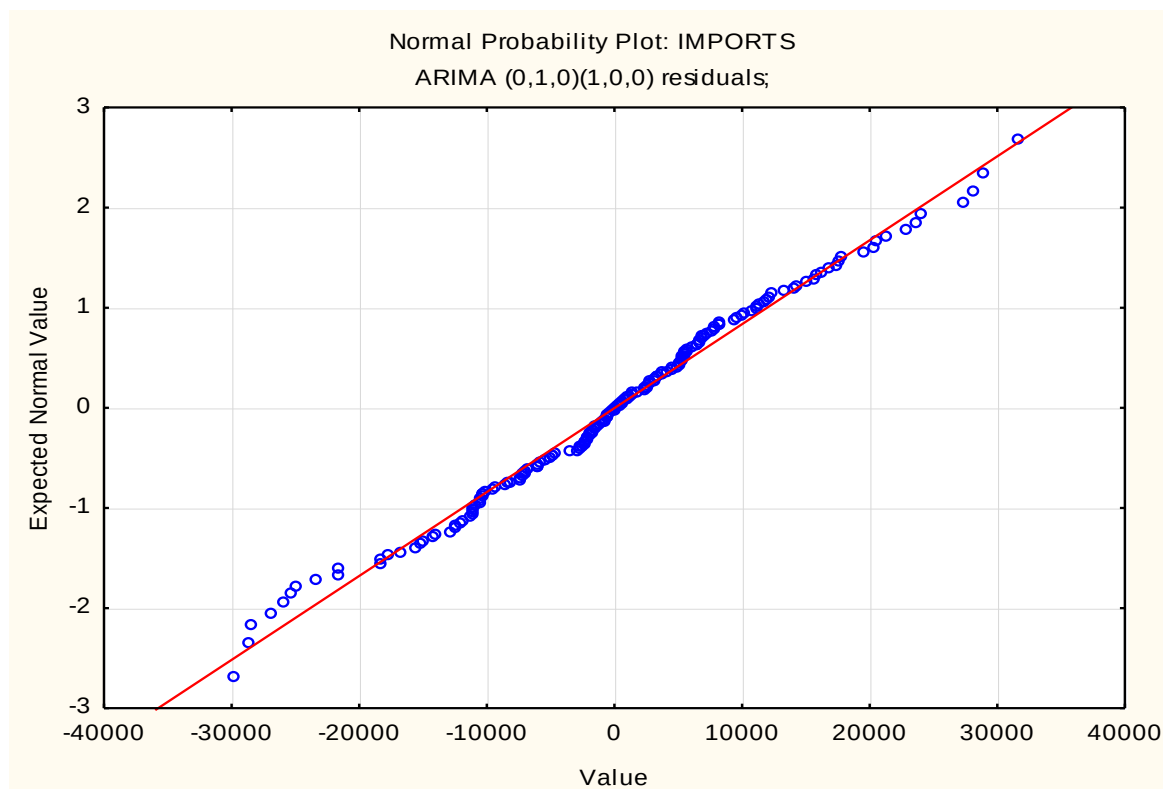
б)

Рис. 3.30. Гістограма залишків прогностної моделі обсягів торговельних операцій: а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)



б)

Рис. 3.31. Апроксимація розподілу залишків прогнозної моделі обсягів торговельних операцій: а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Окрім того, адекватність моделей підтверджена аналізом залишків моделей (рис. 3.30, 3.31), розподіл яких відповідно апроксимується нормальним розподілом.

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 Input: EXPORTS Start of origin: 1 End of origin: 189				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2017MO10	279580,1	257657,1	301504,1	13262,5
2017MO11	293852,1	262847,1	324856,1	18756,0
2017MO12	266492,1	228519,1	304465,1	22971,3
2018MO1	279068,1	235221,1	322915,1	26525,0
2018MO2	281941,1	232918,1	330963,1	29655,8
2018MO3	317685,1	263984,1	371387,1	32486,3
2018MO4	275544,1	217540,1	333549,1	35089,3
2018MO5	300707,1	238698,1	362716,1	37512,0
2018MO6	300368,1	234597,1	366138,1	39787,5
2018MO7	279547,1	210219,1	348875,1	41939,7
2018MO8	267869,1	195157,1	340581,1	43986,7
2018MO9	299116,1	223171,1	375061,1	45942,7

a)

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spreadsheet1) Input: IMPORTS Start of origin: 1 End of origin: 189				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2017MO10	271459,7	251076,6	291842,9	12330,35
2017MO11	283238,4	254412,3	312064,5	17437,75
2017MO12	267799,4	232494,8	303104,1	21356,79
2018MO1	265685,0	224918,7	306451,3	24660,70
2018MO2	272969,9	227391,8	318548,0	27571,50
2018MO3	305292,5	255364,2	355220,8	30203,07
2018MO4	267345,2	213416,5	321273,9	32623,04
2018MO5	289203,6	231551,4	346855,8	34875,50
2018MO6	288275,6	227126,2	349425,0	36991,05
2018MO7	272210,2	207753,1	336667,4	38991,99
2018MO8	262433,0	194829,7	330036,2	40895,14
2018MO9	286710,6	216101,3	357319,9	42713,59

b)

Рис. 3.32. Результати моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (жовтень 2017 р.–вересень 2018 р.): а) експорту; б) імпорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10.

На основі побудованих моделей можна отримати прогностні значення на період з жовтня 2017 р. по вересень 2018 р., тобто на рік наперед, враховуючи, що маємо спостережні дані по вересень 2017 р. (рис. 3.32).

Отже, застосувавши до міжнародної торгівлі теорію часових рядів, доходимо висновку, що на основі статистичного аналізу можна побудувати математичні моделі, які дадуть змогу пояснити поведінку рядів статистичних даних основних показників торгівлі і здійснити прогноз на майбутні періоди.

При цьому дослідження міжнародної торгівлі передбачає реалізацію таких етапів для кожного із показників: аналіз динаміки показника на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду; побудова моделі, що адекватно відображає динаміку показника в часі; прогнозування на основі отриманої моделі.

Таким чином, отримані засобами пакета STATISTICA 10 ARIMA-моделі динаміки з інтервенціями (перерваного часового ряду) можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних й імпортних потоків країн.

Отже, математичні моделі, побудовані на основі теорії часових рядів дають змогу за статистичним рядом даних пояснити поведінку цього ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди. При цьому дослідження міжнародної торгівлі передбачає реалізацію таких етапів для кожного із показників: аналіз динаміки визначеного показника на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду; побудова моделі, що адекватно відображає динаміку цього показника у часі; прогнозування на основі отриманої моделі. Таку динамічну модель можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних та імпортних потоків країн, що є важливим етапом за ефективного прийняття рішень у сфері торгівлі.

3.3. Моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн із застосуванням нейромережних технологій

Сьогодні, коли стрімко розвиваються інтеграційні процеси, серед різних методів оцінювання та вимірювання показників міжнародної торгівлі важливе місце відводиться побудові прогнозних моделей. Вибір напрямку стратегічного планування та розробка сценаріїв розвитку торговельних відносин зумовлюють необхідність ефективного прогнозування основних показників міжнародної торгівлі. Часто цінні управлінські рішення приймаються в результаті прогнозу. Вибір правильної моделі надзвичайно важливий, оскільки вона відображає основні структурні зміни, і ця відповідна модель застосовується для прогнозування майбутніх значень.

Найпопулярнішою моделлю для прогнозування часових рядів є ARIMA. Ця модель має дуже чітке математичне та статистичне обґрунтування, що робить її однією з найбільш науково обґрунтованих із багатьох моделей для прогнозування тенденцій у часових рядах. Побудова моделей ARIMA базується на припущенні, що часовий ряд генерується нескінченно відповідно до деяких функцій, параметри яких нам потрібно визначити та оцінити, тобто основа підходу до побудови ARIMA-моделі базується на гіпотезі стабільності процесу.

З швидким розвитком комп'ютерних інформаційних технологій традиційні математичні методи замінюються більш сучасними методами моделювання економічних процесів. Одним із цих методів є нейромережні технології [101, 88].

Штучні нейронні мережі були запропоновані як альтернатива прогнозуванню часових рядів і набули величезної популярності за останні кілька років. Основним завданням нейронних мереж є побудова моделі для імітації інтелекту людського мозку за допомогою машини. Нейронні технології намагаються розпізнати закономірності у вхідних даних, отримати висновки з досвіду, а потім надати узагальнені результати на основі своїх попередніх знань. Нейронні мережі є самоадаптивними. Немає необхідності вказувати конкретну

модель або робити апріорні припущення щодо статистичного розподілу даних, бажана модель формується адаптивно і базується на ознаках, представлених на основі даних.

Моделювання нейронних мереж за своєю суттю є нелінійним, що робить його більш практичним та точним при моделюванні даних, на відміну від традиційних лінійних підходів, таких як методи ARIMA. Крім того, вони моделюють ситуацію навіть, коли вхідні дані є неправильними, неповними або розмитими. Це призвело до вибору нейромережових технологій як ще одного інструмента для моделювання і прогнозування міжнародної торгівлі країн. Для прикладу здійснено аналіз статистичних даних основних показників торгівлі країн ЄС [88] та побудовано прогнозну модель за допомогою нейромережних технологій.

У пакеті STATISTICA 10 вбудований модуль Neural networks, що передбачає застосування технологій штучного інтелекту до побудови прогнозних моделей. У цьому модулі запропоновано два типи нейронних мереж у якості інструментів прогнозування: MLP (багатошаровий перцептрон) і RBF (радіально-базисні функції).

Мережа типу радіальної базисної функції (RBF) має проміжний шар, що складається із радіальних елементів, кожен з яких відтворює гауссову поверхню. Так як ці функції нелінійні, тому для моделювання довільної функції не потрібно брати більше одного проміжного шару, необхідно взяти лише достатню кількість радіальних елементів. Мережа RBF має вихідний шар, що складається з елементів із лінійними функціями активації.

Мережі радіальної базисної функції (RBF) мають ряд переваг перед мережами багатошарового перцептрону (MLP). Вони моделюють будь-яку нелінійну функцію за допомогою лише одного проміжного шару, і таким чином, нам не потрібно вирішувати скільки шарів матиме модель. А також параметри лінійної комбінації у вихідному шарі можна оптимізувати за допомогою методів лінійного моделювання, що дають швидкий результат і не виникає труднощів із

локальними мінімумами, що є недоліком при навчанні MLP. Тому мережа RBF навчається на порядок швидше MLP.

Проте, для застосування методів лінійної оптимізації у вихідному шарі мережі RBF, потрібно визначити кількість радіальних елементів та положення їх центрів і величини відхилень. Ці алгоритми є менш придатними для знаходження субоптимальних рішень.

Окрім того, відмінності в роботі цих двох типів мереж пов'язані з різним поданням простору моделі: «груповим» в RBF і «площинним» в MLP.

Для отримання адекватної моделі за допомогою мережі RBF потрібна більша кількість елементів, зважаючи на її ексцентричну поверхню. Таким чином, модель, що базується на RBF, буде працювати повільніше і вимагатиме більше пам'яті, ніж відповідна MLP.

Так як мережа RBF має «групове» подання простору, як наслідок вона не вміє мереж екстраполювати свої висновки за межі області відомих даних і із видаленням від навчальної множини деяких значень, функція спадає до нуля. Щодо мережі MLP, при обробці даних, що відхиляються, вона видає більш точні прогностні значення.

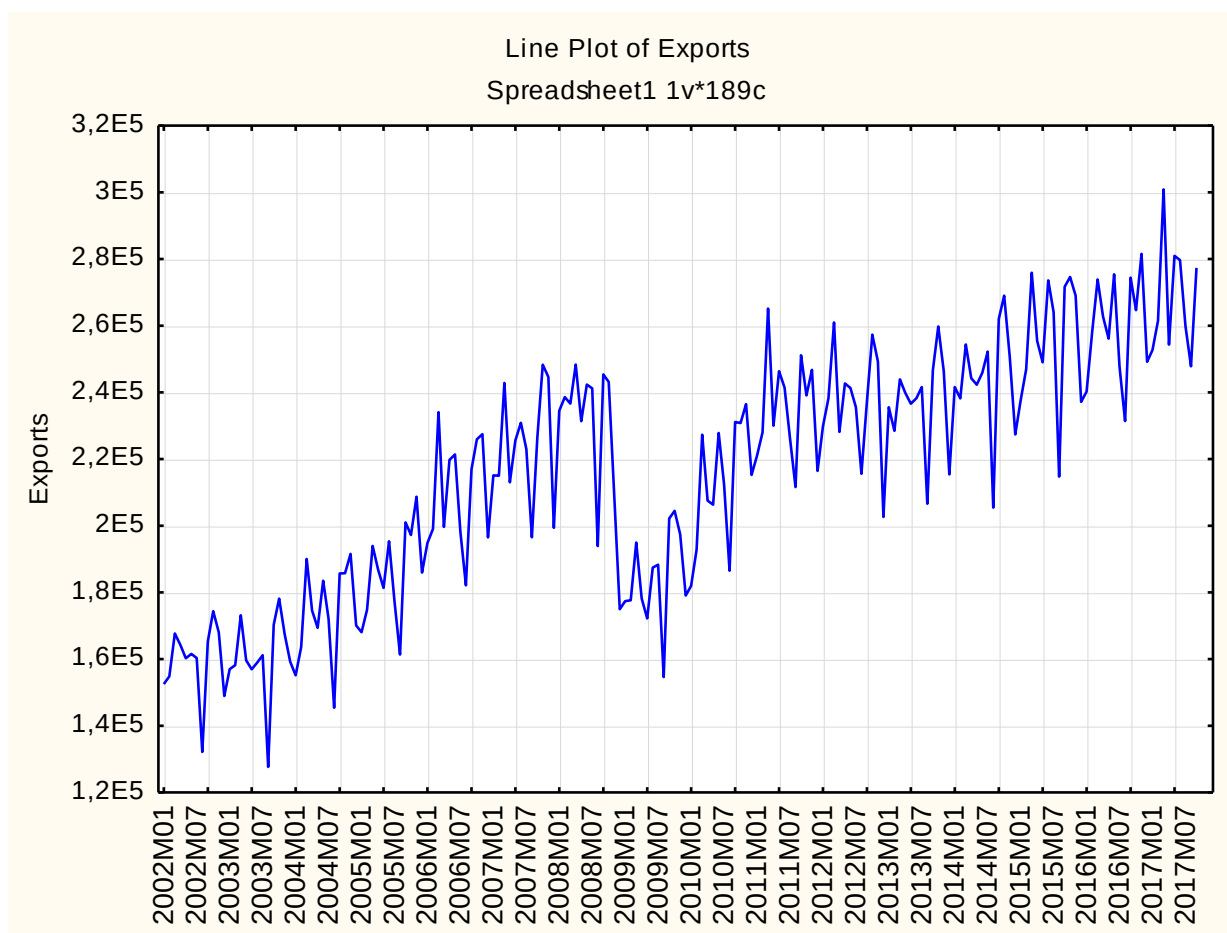
Сьогодні архітектура мережі MLP використовується частіше, ніж мережі RBF. І основною причиною є те, що мережа радіально-базисних функцій (RBF) є занадто нелінійною і при її тренуванні не відбувається зменшення розмірності, натомість, при моделюванні із допомогою мережі багат шарового перцептрона (MLP) кожен нейрон має обмежене поле сприйняття і в кожному шарі їх значно меншає. Елементи організовані в пошарову топологію з прямою передачею сигналу і таку мережу легко можна інтерпретувати як модель «вхід–вихід», в якій ваги і порогові значення є вільними параметрами моделі.

Мережа MLP може моделювати функцію будь-якого ступеня складності, окрім того, складність функції визначають кількість шарів і кількість елементів в кожному шарі. При тренуванні нейромережі багат шарового перцептрону (MLP) спочатку визначається кількість шарів і елементів в кожному з них, а вагам і порогам випадковим чином присвоюються невеликі за величиною

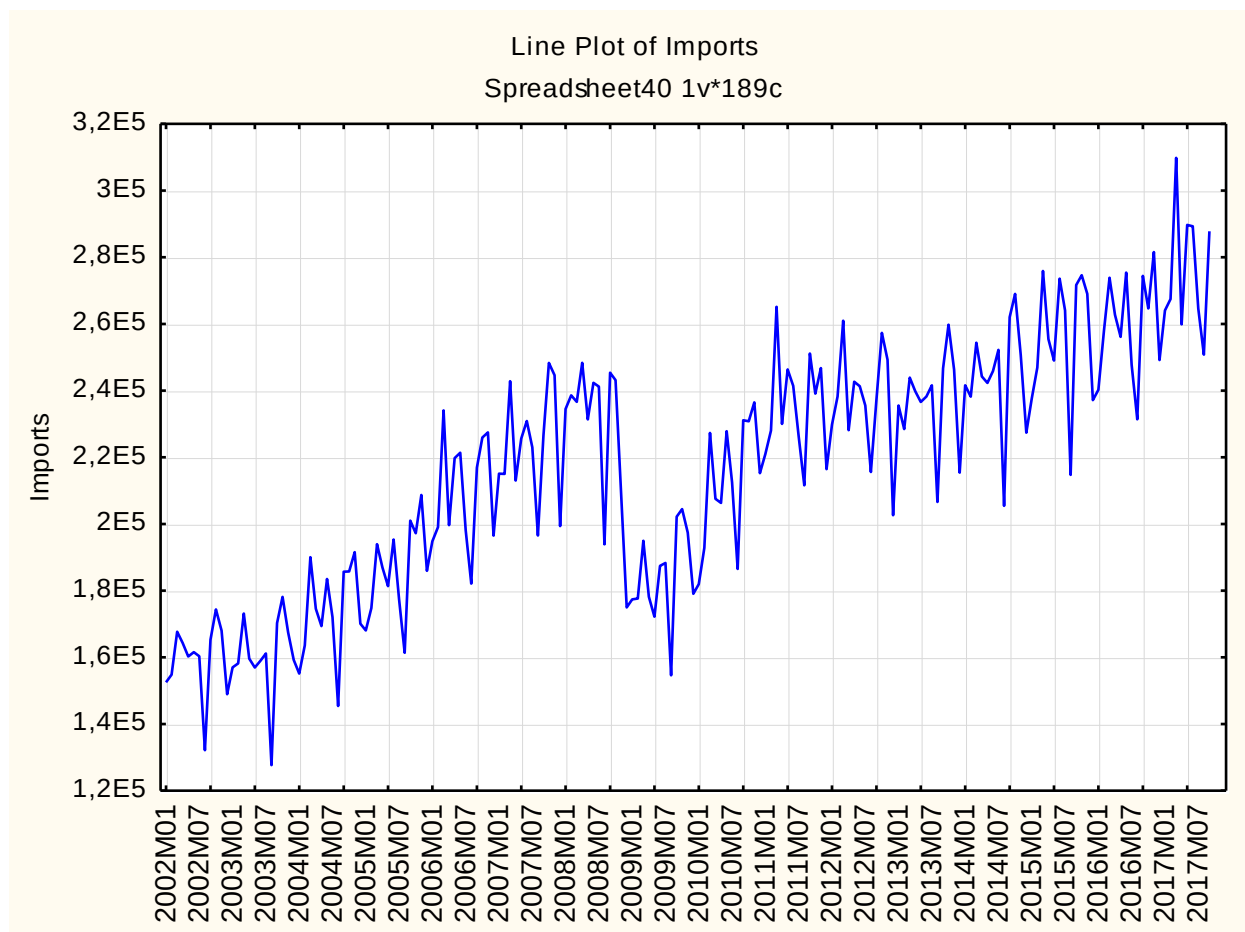
початкові значення. Таким чином, вони практично не пов'язані один з одним. У процесі навчання значення ваг збільшуються. На основі значень ваг і порогів мінімізується помилка прогнозу, що видається мережею.

Враховуючи переваги і недоліки двох типів нейронних мереж вбудованих в програмний продукт STATISTICA 10, для побудови прогнозної моделі обсягів імпорту та експорту товарів країн ЄС нами було обрано мережу MLP. Для тренування нейронної мережі використовуємо дані Eurostat [345] про обсяги експорту й імпорту товарів (млн. євро) країн ЄС за кожен місяць із січня 2002 р. по вересень 2017 р. (див. дод. Е).

Розглянемо спочатку тенденції динаміки обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС протягом досліджуваного періоду (рис. 3.33).



a)



б)

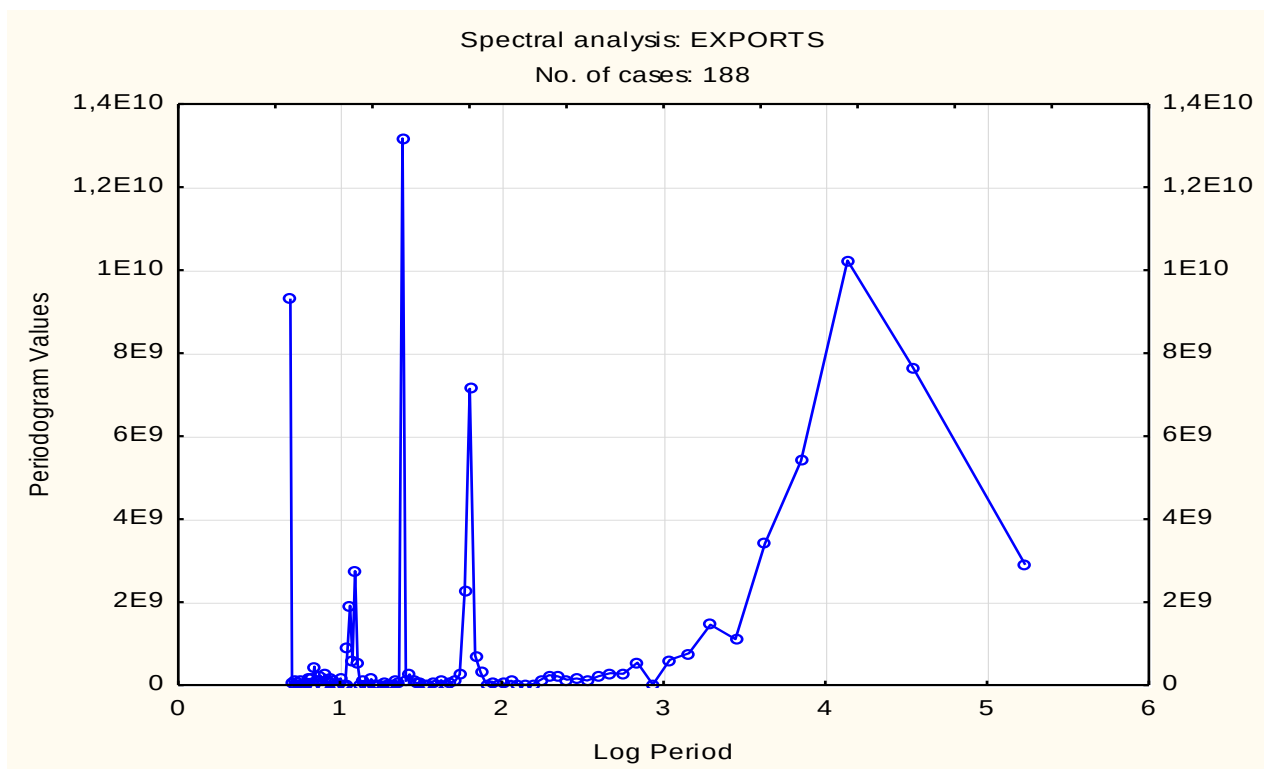
Рис. 3.33. Лінійний графік торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.): а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

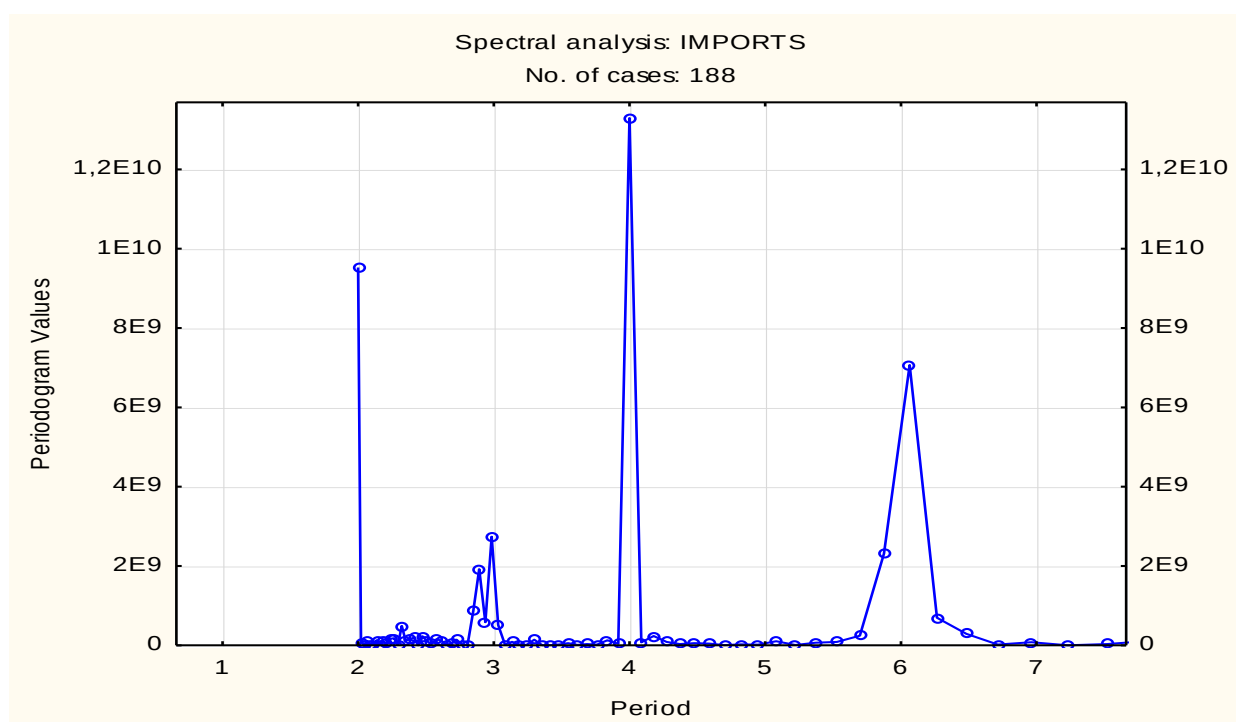
За даними графіків можна визначити, що впродовж певного проміжку часу обсяги експорту й імпорту товарів країн ЄС зростають, простежується зростаючий лінійний тренд і певна періодичність.

Як зазначено в одній із наукових праць [101;107], зважаючи на характер перебігу міжнародної торгівлі, дослідження цього процесу можна провести із використанням теорії часових рядів. Для визначення періодичності часового ряду застосуємо модуль Time series analysis/Forecasting пакета STATISTICA 10 та спектральний аналіз Фур'є (рис. 3.34).

За даними рис. 3.34 можна визначити, що досліджувані часові ряди мають періодичність 4. Це значення використаємо при налаштуванні нейронної мережі.



a)



б)

Рис. 3.34. Періодограма спектрального аналізу Фур'є обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–вересень 2017 р.):
а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Для побудови нейромережної прогнозної моделі застосуємо модуль Statistics/Neural networks пакету STATISTICA 10. Адекватність моделі досліджуватимемо за допомогою крос-перевірки. Для тренування нейронної мережі застосуємо дані з січня 2002 р. по грудень 2016 р., а перевірку виконаємо для значень обсягів торговельних операцій перших дев'яти місяців 2017 року.

Отже, на основі результатів аналізу (рис. 3.35) отримано 5 нейронних мереж для обсягів експорту (рис. 3.35а) й імпорту (рис. 3.35б) відповідно.

Summary of active networks (Spreadsheet1)											
Include cases: 1:180											
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-3-	0,95793	0,93983	0,94933	3793938	4272555	5881714	BFGS 23	SOS	Exponential	Tan
2	MLP 12-8-	0,95593	0,93780	0,94577	3985197	4500609	6012793	BFGS 28	SOS	Tan	Tan
3	MLP 12-2-	0,96220	0,94302	0,94987	3374287	3975964	4964340	BFGS 71	SOS	Exponential	Identity
4	MLP 12-6-	0,96194	0,93976	0,94576	3407395	4314396	5860264	BFGS 28	SOS	Exponential	Logistic
5	MLP 12-6-	0,95614	0,93702	0,95171	3977033	4545968	4989017	BFGS 15	SOS	Exponential	Tan

a)

Summary of active networks (Spreadsheet40)											
Include cases: 1:180											
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-8-	0,96412	0,94595		3191796	4474819		BFGS 31	SOS	Logistic	Identity
2	MLP 12-6-	0,97236	0,94552		2387025	4487423		BFGS 42	SOS	Tan	Identity
3	MLP 12-2-	0,97026	0,94444		2588845	4675245		BFGS 66	SOS	Logistic	Identity
4	MLP 12-5-	0,96182	0,94518		3417916	4565633		BFGS 28	SOS	Logistic	Identity
5	MLP 12-7-	0,96702	0,94539		2910582	4491271		BFGS 38	SOS	Logistic	Identity

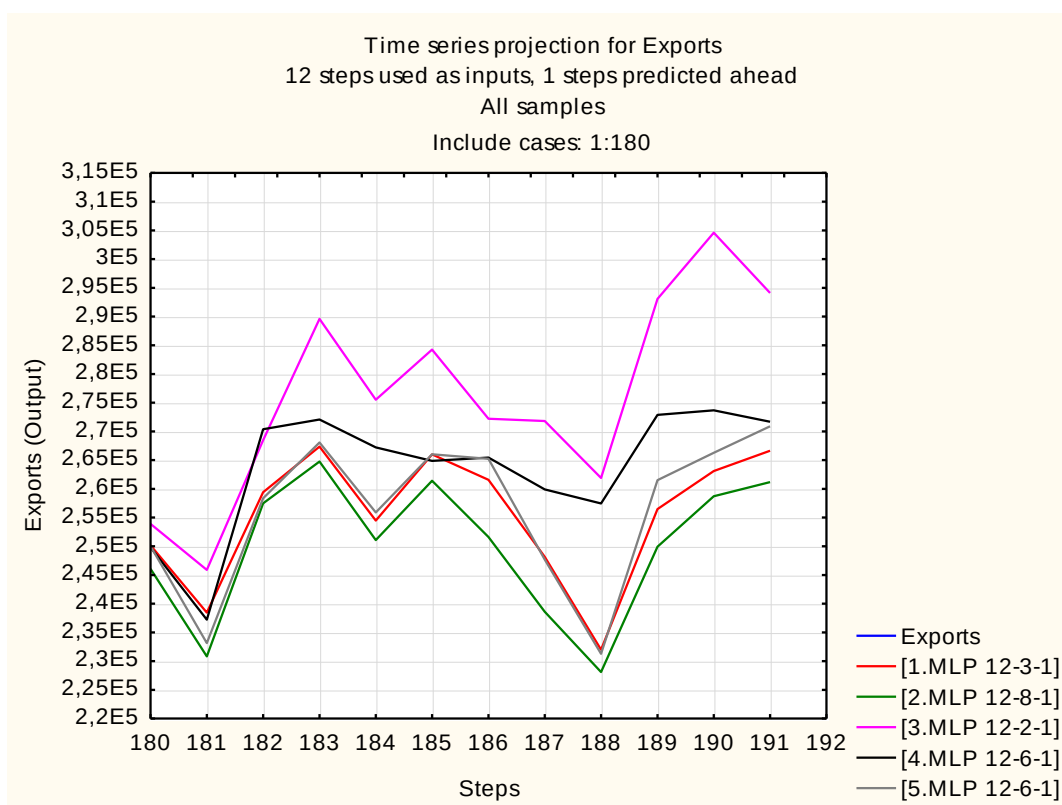
б)

Рис. 3.35. Результати моделювання обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС: а) експорту; б) імпорту

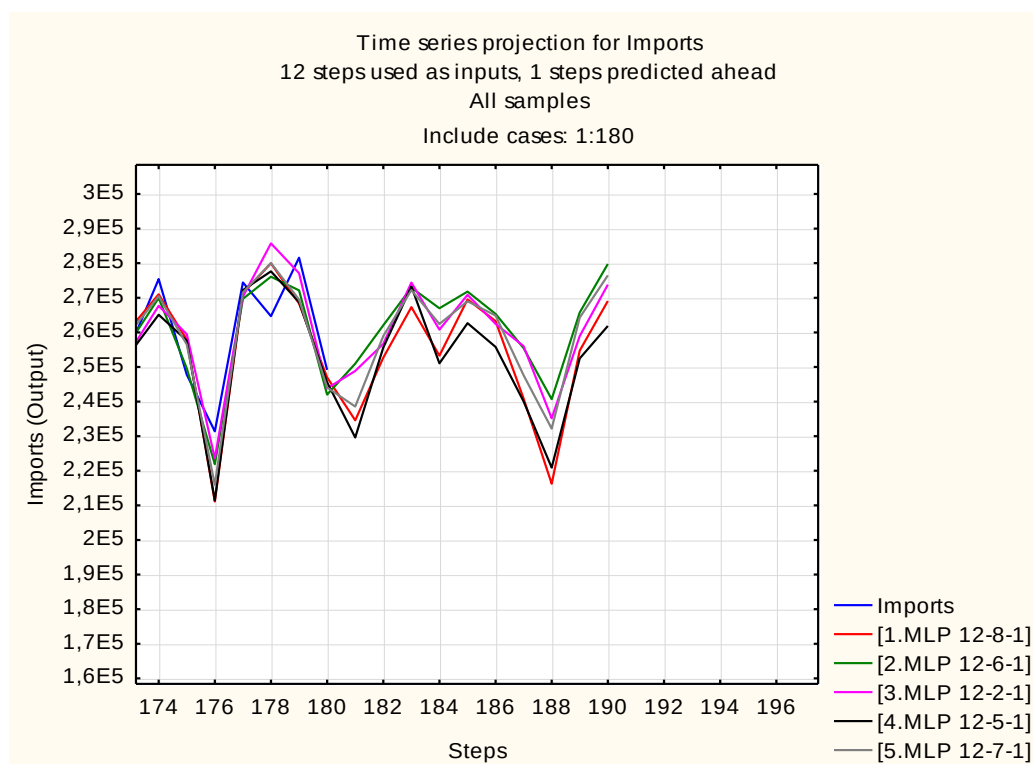
Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Далі оберемо серед п'яти нейронних мереж для обсягів експорту й імпорту по одній, що найбільш оптимально описують прогнозні ряди. Цей вибір здійснимо на основі графіків прогнозних значень моделей (рис. 3.36).

На кожному із них зображено не лише по п'ять різних нейромереж багат шарового перцептрона, що отриманні внаслідок аналізу, а й ряд, що відображає дані обсягів експорту і імпорту відповідно. За даними рисунків вибираємо ті моделі, що найбільш точно відображають дані торговельних операцій країн ЄС.



a)

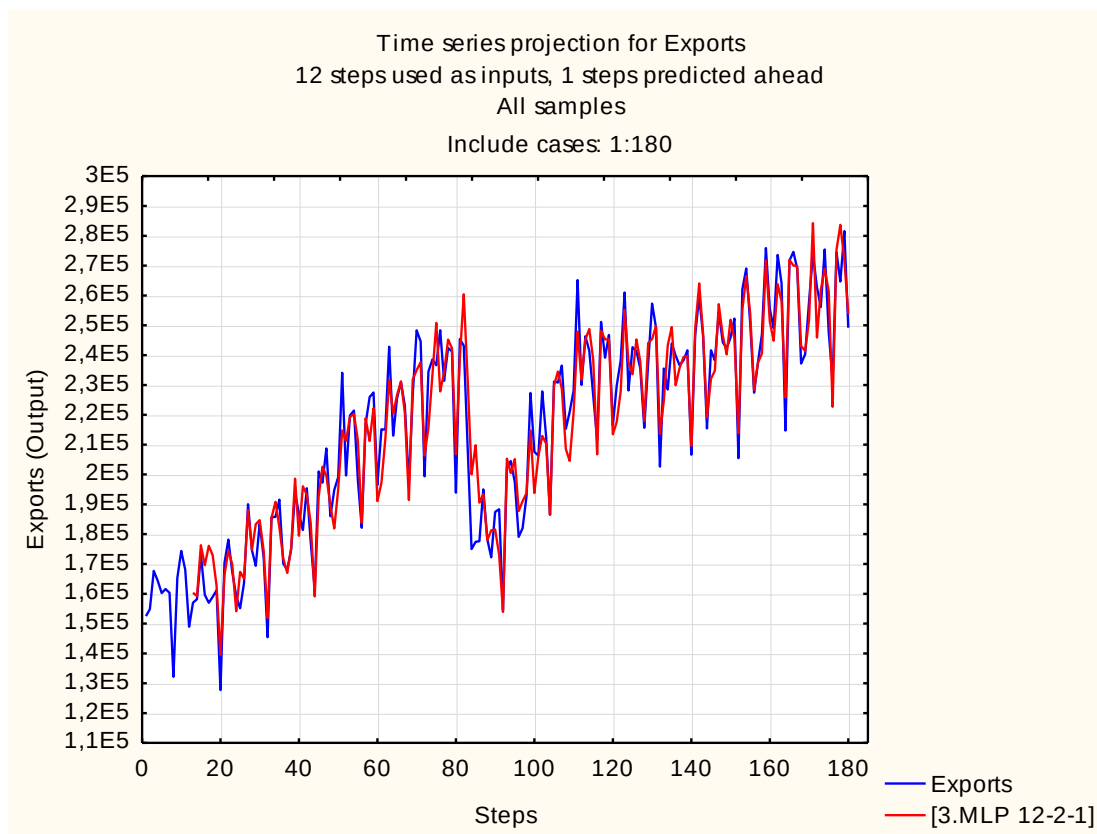


б)

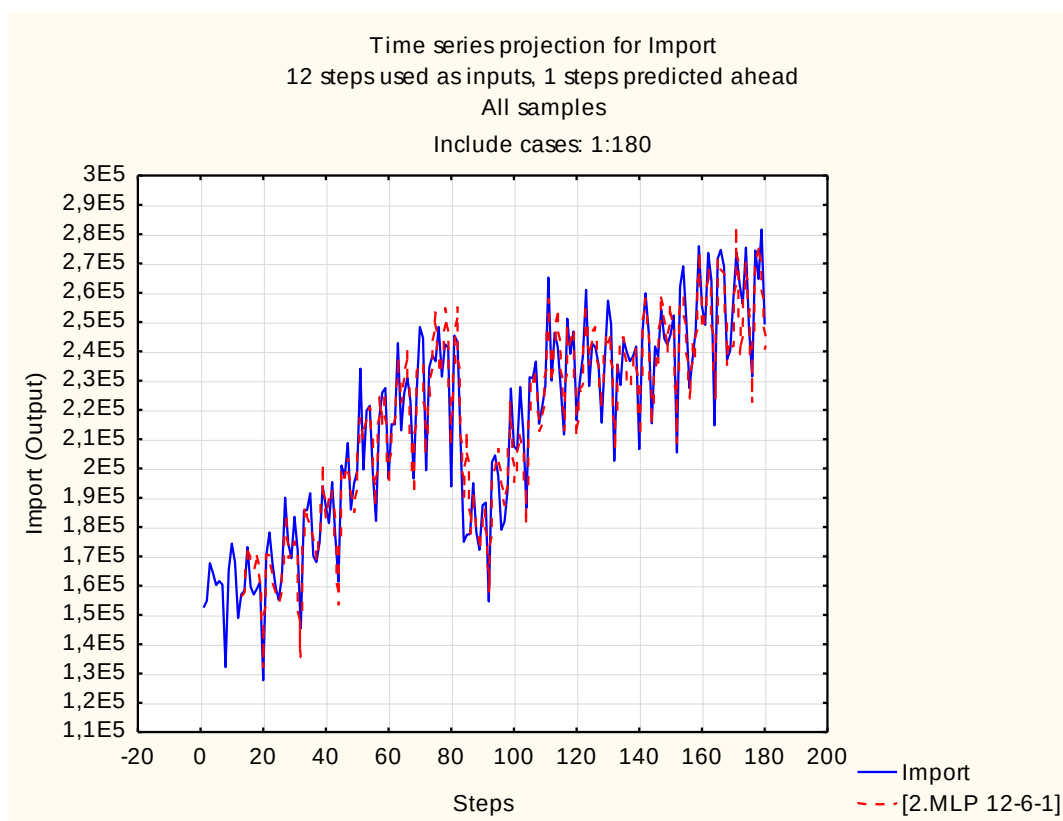
Рис. 3.36. Графіки прогнозних значень нейромережних моделей:

а) експорту; б) імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



a)



б)

Рис. 3.37. Проекція часового ряду: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

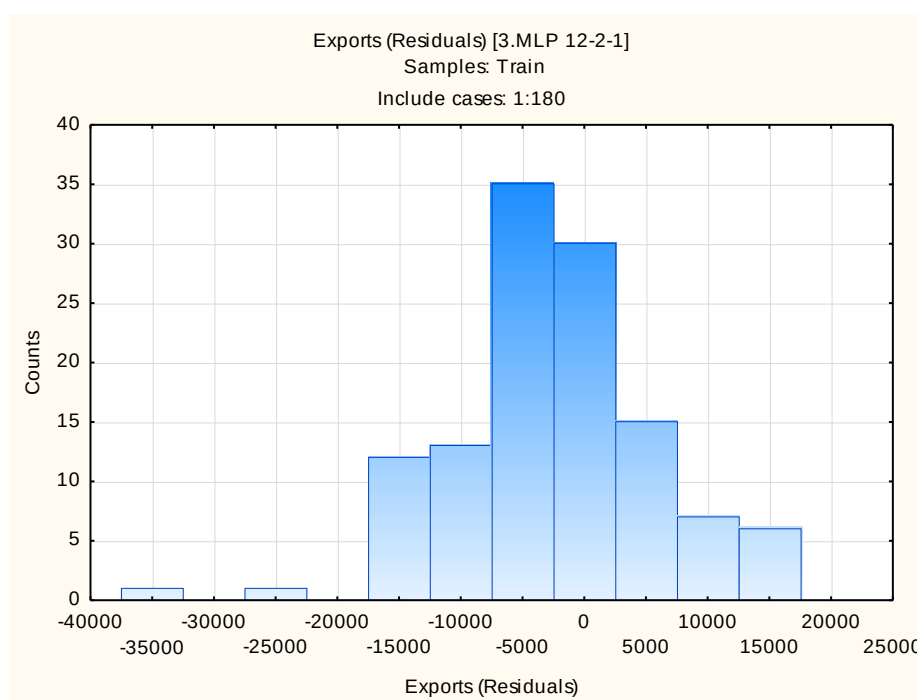
За даними графіків (рис. 3.36) зроблено висновок, що найбільш оптимальний ряд для обсягів експорту, прогнозований моделлю MLP 12-2-1 та для обсягів імпорту – моделлю MLP 12-6-1. Візуальне підтвердження вибору обраних моделей зображено на графіках проекції часових рядів (рис. 3.37).

Так, побудована мережа (див. рис. 3.37) оптимально відображає реальні статистичні дані.

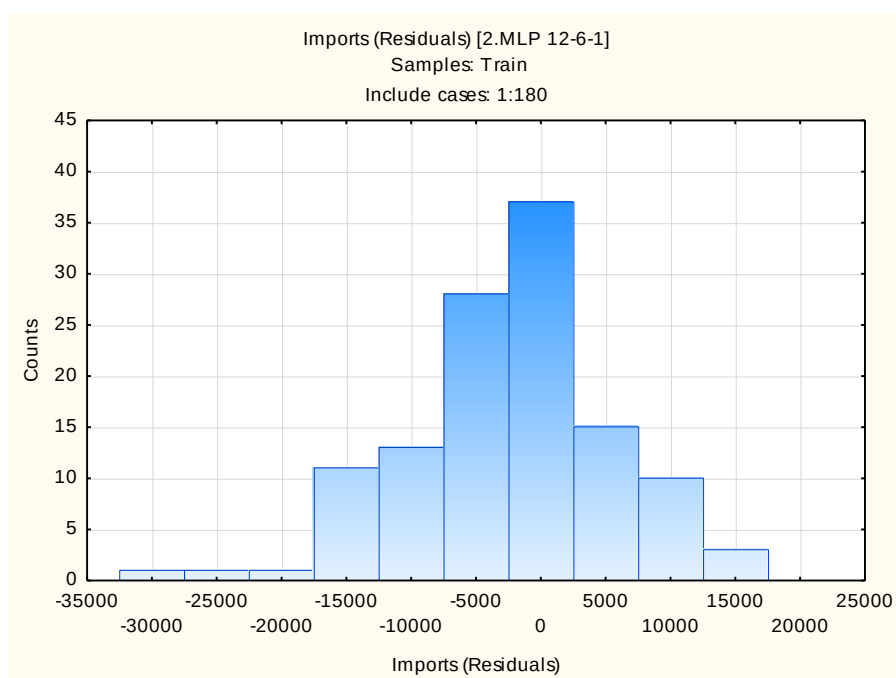
Для підтвердження правильності отриманих при моделюванні результатів необхідно здійснити перевірку адекватності моделей. Відповідно перевірку також можна виконати на основі аналізу залишків моделей. У нашому разі залишки моделей є різницею між фактичними значеннями обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС та значеннями, обчисленими за допомогою побудованих нейромережних моделей. Якщо моделі адекватні, то ряди залишків моделей матимуть нормальний розподіл.

Інколи достатньо здійснити лише графічний аналіз залишків. Для цього потрібно побудувати гістограму залишків моделей (рис. 3.38) та нормальний імовірнісний графік залишків для наших моделей (рис. 3.39).

Дані рис. 3.38 підтверджують, що залишки двох прогнозних моделей розподілені за нормальним законом розподілу.



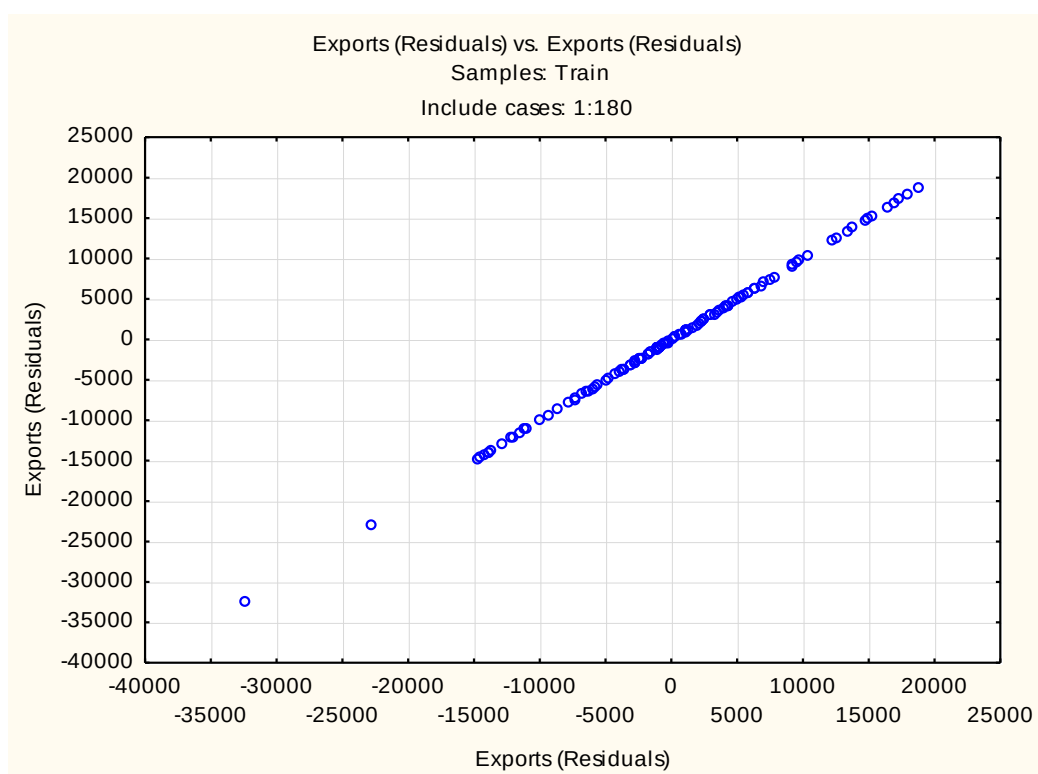
a)



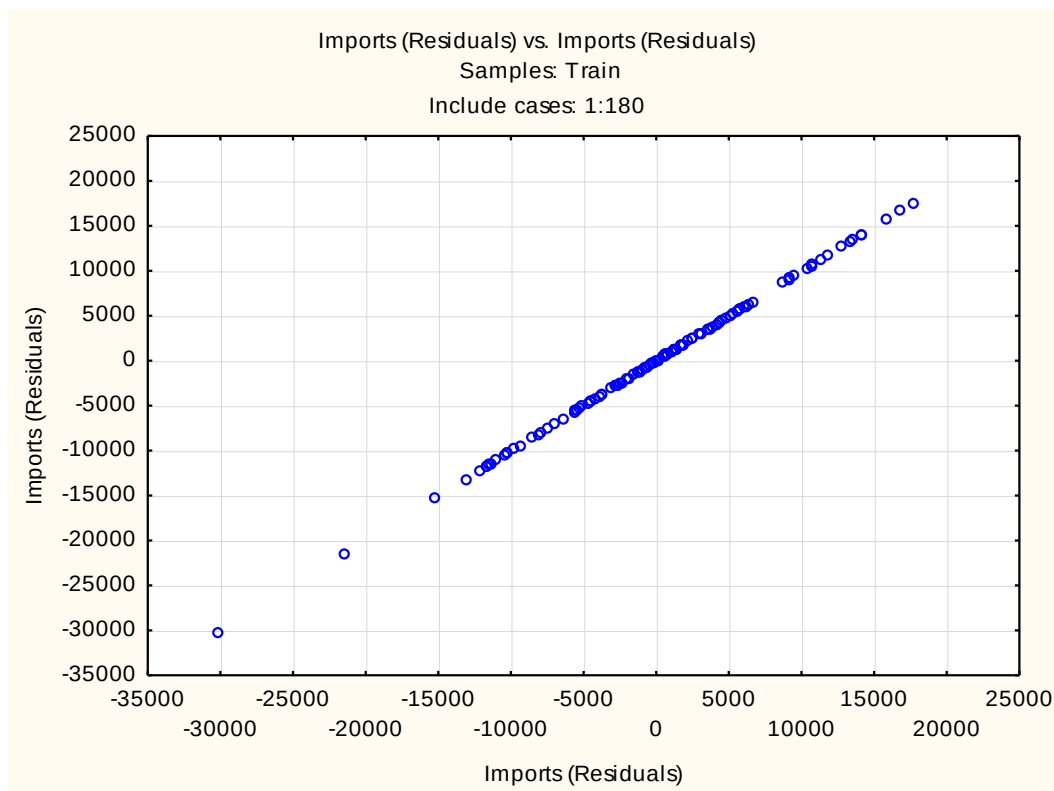
б)

Рис. 3.38. Гістограма залишків прогнозних моделей: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10



а)



б)

Рис. 3.39. Нормальний імовірнісний графік залишків прогнозних моделей: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Крім того, відомо, що за більшого наближення розподілу до нормального значення залишків формують пряму лінію. За даними рис. 3.38 можна візуально визначити, що ряд залишків моделі нормально розподілених. На основі проведеного графічного аналізу залишків моделі можна стверджувати про достатню адекватність побудованої моделі.

Оскільки точки на графіках (рис. 3.39) розміщені у вигляді лінійної залежності, тому нормальні ймовірнісні графіки залишків прогнозних моделей припускають, що дані розподілені нормально.

Крім графічного підтвердження адекватності моделі, проведемо крос-перевірку. Для цього розглянемо таблицю із реальними статистичними даними та прогнозними (рис. 3.40), а також відобразимо у таблиці дані про похибку прогнозних значень.

Оскільки крос-перевірку виконуємо для останніх дев'яти значень із таблиці, тобто для січня-вересня 2017 р., розрахуємо середнє значення похибки для цих значень (рис. 3.41). Отже, прогнозна модель має похибку 5,7%, що відповідає нормі.

Time series projection for Exports (Spreadsheet 12 steps used as inputs, 1 steps predicted ahe All samples Include cases: 1:180			
Case name	Exports Target	Exports(Output) MLP 12-2-1	Error $=\text{Abs}(v1-v2)/v1$
2016M01	240272,9	241380,8	0,00461094302
2016M02	257944,6	251662,1	0,0243559934
2016M03	273865,6	284250,1	0,0379183844
2016M04	262760,0	245878,1	0,0642485508
2016M05	256143,3	261826,9	0,0221890816
2016M06	275397,3	268940,9	0,0234440719
2016M07	247753,4	261455,1	0,0553036425
2016M08	231407,7	222650,1	0,037845057
2016M09	274422,9	275322,8	0,00327938855
2016M10	264672,2	283670,0	0,0717786263
2016M11	281577,0	271847,1	0,0345548745
2016M12	249168,5	253903,6	0,019003721
2017M01	264 064,7	245884,4	0,0688479758
2017M02	267 468,2	268473,5	0,00375875593
2017M03	309 808,8	289596,8	0,065240365
2017M04	259 891,4	275517,4	0,0601251297
2017M05	289 697,7	284248,1	0,0188114546
2017M06	289 295,5	272198,7	0,0590981859
2017M07	264 632,7	271800,5	0,0270858025
2017M08	250 799,8	261885,5	0,0442015634
2017M09	287 812,6	293073,0	0,0182773267

a)

Time series projection for Imports (Spreadsheet40) 12 steps used as inputs, 1 steps predicted ahead All samples Include cases: 1:180			
Case name	Imports Target	Imports(Output) MLP 12-6-1	Error =Abs(v1-v2)/v1
2016M01	240272,9	248715,7	0,0351384401
2016M02	257944,6	251660,9	0,0243607304
2016M03	273865,6	282639,7	0,0320380569
2016M04	262760,0	248962,0	0,0525118922
2016M05	256143,3	257529,1	0,00541036126
2016M06	275397,3	269940,5	0,0198143707
2016M07	247753,4	249568,0	0,00732406007
2016M08	231407,7	221887,0	0,0411426076
2016M09	274422,9	269703,615	0,017197125
2016M10	264672,2	276075,4	0,0430841565
2016M11	281577,0	272147,5	0,0334882148
2016M12	249168,5	242016,5	0,0287033457
2017M01	264064,7	250948,6	0,0496699521
2017M02	267468,2	262045,2	0,0202752533
2017M03	309808,8	272933,1	0,119027429
2017M04	259891,4	266960,0	0,0271981636
2017M05	289697,7	271785,7	0,0618300287
2017M06	289295,5	265325,2	0,0828573234
2017M07	264632,7	255483,9	0,0345715813
2017M08	250799,8	240695,1	0,0402899692
2017M09	287812,6	265721,5	0,0767552398

б)

Рис. 3.40. Таблиця значень реальних даних, прогнозних та значення похибки: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Time series proje 12 steps used as All samples Include cases: 1:	
1 Error =Abs(v1-v2)/v1	
MEAN case 181-189	0,0406051733

а)

Case name	Time series
	12 step
	All samples
	Include
	1
	Error
MEAN case 181-189	0,057

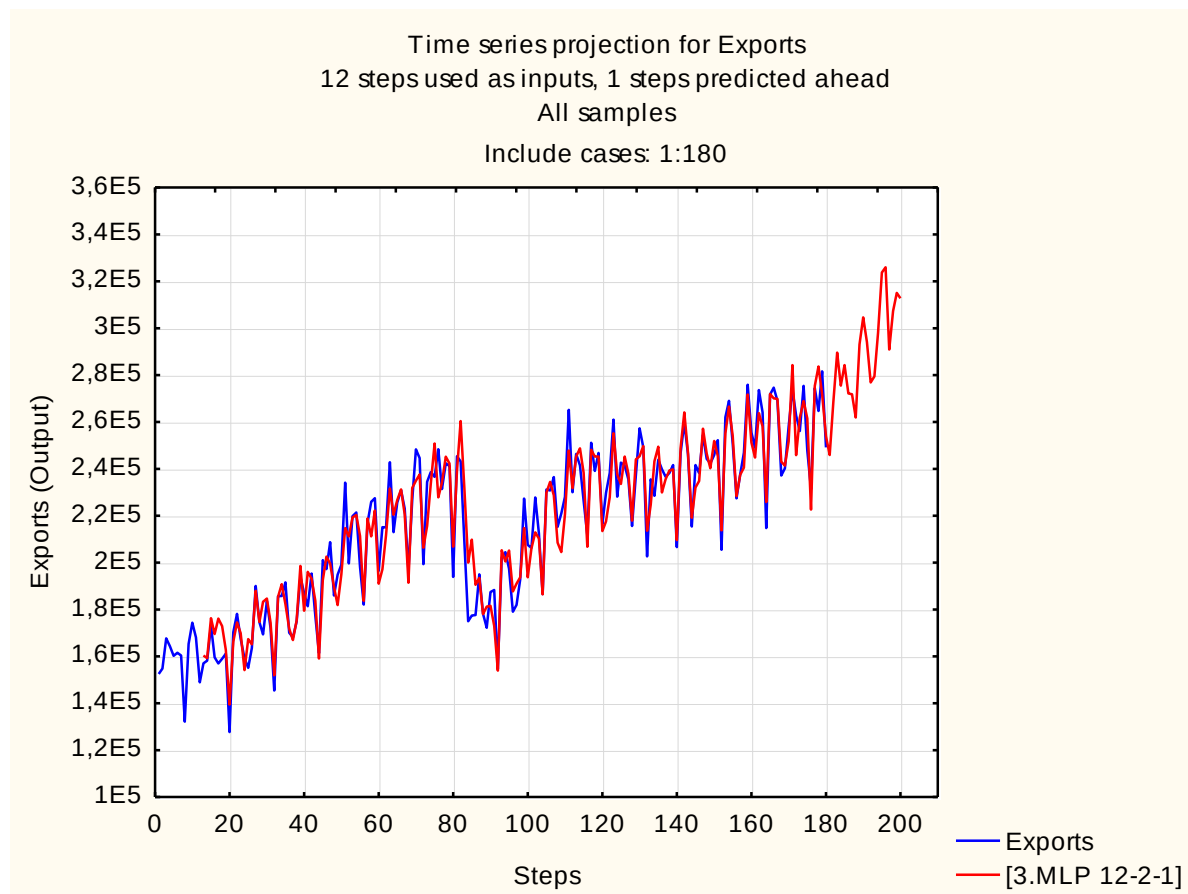
б)

Рис. 3.41. Середнє значення похибки прогнозної моделі: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

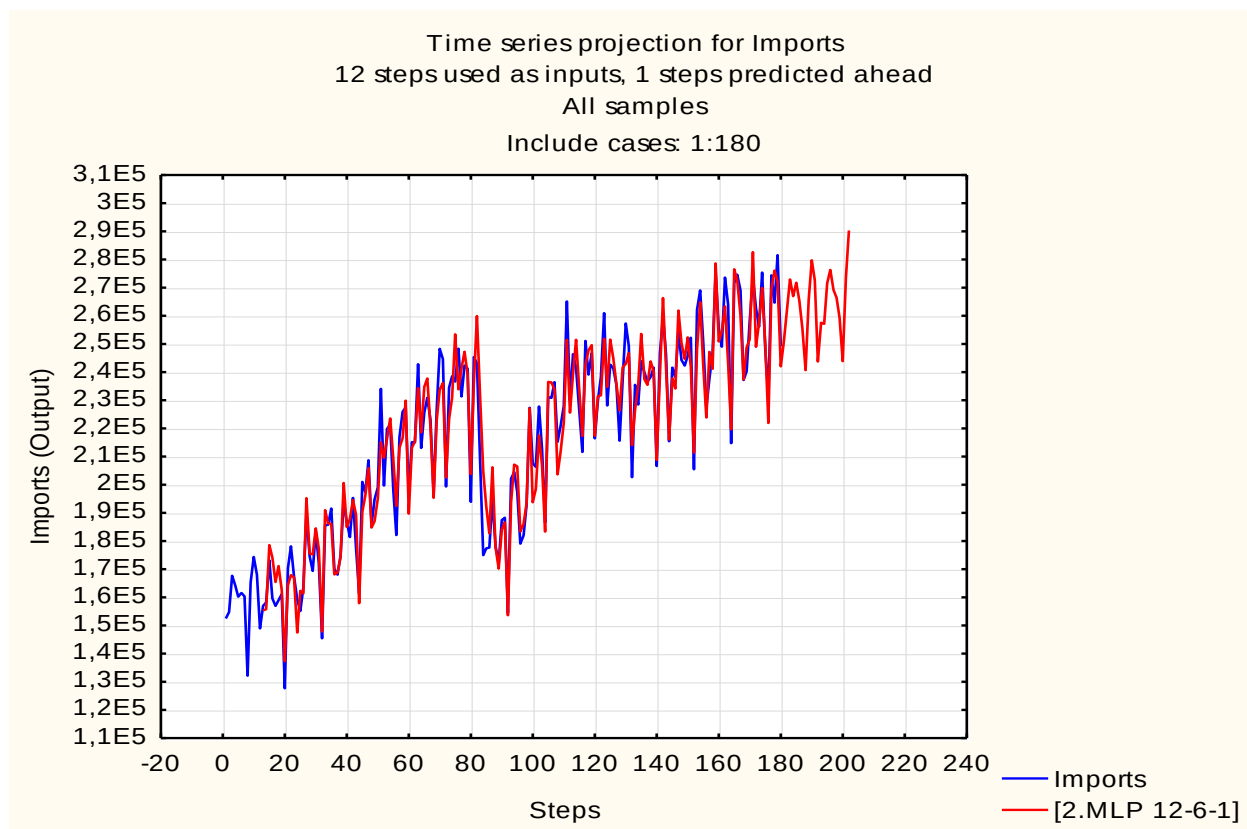
Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Після перевірки побудованої нейромережної моделі на адекватність можна використовувати її як інструмент прогнозування обсягів експорту й імпорту країн на майбутні періоди.

Розрахуємо прогнозні значення для обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС на період із жовтня 2017 р. до грудня 2018 р. Одержані дані відобразимо графічно (рис. 3.42) і подамо в таблиці (рис. 3.43).



а)



б)

Рис. 3.42. Графік прогнозних значень обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (жовтень 2017 р.–грудень 2018 р.): а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: побудовано автором засобами STATISTICA 10

Таким чином, на основі статистичних даних обсягів імпорту товарів країн ЄС за попередні періоди, застосувавши нейромережні технології, отримано прогнозні значення цього показника торгівлі на майбутнє.

Отже, на основі проведеного дослідження доходимо висновку, що для результативного оцінювання і прогнозування показників міжнародної торгівлі можна застосовувати теорію часових рядів і нейромережні технології. Принцип роботи нейромережних технологій полягає у вмінні навчатися на певних прикладах. Більше того, нейронна мережа здатна змінювати свою поведінку залежно від змін зовнішніх факторів та, врахувавши приховані закономірності великої множини даних.

Отже, за допомогою побудованої таким чином прогнозної моделі отримано передбачені значення обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС на майбутні періоди.

Таким чином, отриману засобами пакета STATISTICA 10 модуля Neural networks прогнозу модель динаміки часового ряду можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій зміни обсягів експортних й імпортних потоків країн.

Time series projection for Exports: 12 steps used as inputs, 1 steps All samples Include cases: 1:180		
Case name	Exports Target	Exports(Output) MLP 12-2-1
2017M03	309 808,8	289596,8
2017M04	259 891,4	275517,4
2017M05	289 697,7	284248,1
2017M06	289 295,5	272198,7
2017M07	264 632,7	271800,5
2017M08	250 799,8	261885,5
2017M09	287 812,6	293073,0
2017M10		304604,2
2017M11		294109,6
2017M12		276839,7
2018M01		279405,1
2018M02		297996,9
2018M03		323721,6
2018M04		325980,6
2018M05		290912,7
2018M06		307296,4
2018M07		315055,2
2018M08		312742,0
2018M09		352650,7
2018M10		292823,2
2018M11		319283,9
2018M12		326807,3

а)

Time series projection for Imports (Sprea 12 steps used as inputs, 1 steps predict All samples Include cases: 1:180		
Case name	Imports Target	Imports(Output) MLP 12-6-1
2017M06	289 295,5	265325,2
2017M07	264 632,7	255483,9
2017M08	250 799,8	240695,1
2017M09	287 812,6	265721,5
2017M10		279756,6
2017M11		272639,3
2017M12		243759,4
2018M01		257532,3
2018M02		257115,5
2018M03		271606,6
2018M04		276350,6
2018M05		269210,0
2018M06		266434,1
2018M07		259207,7
2018M08		243849,9
2018M09		273544,9
2018M10		290302,5
2018M11		266227,9
2018M12		252352,4

б)

Рис. 3.43. Прогнозні значення обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (жовтень 2017 р.–грудень 2018 р.): а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Джерело: отримано автором засобами STATISTICA 10

Використовуючи нейромережні технології, аналогічні моделі можна побудувати для дослідження динаміки інших показників міжнародної торгівлі.

Застосування динамічних моделей оцінювання і прогнозування міжнародної торгівлі країн дало змогу зробити такі висновки.

1. Здійснено багатофакторний регресійний аналіз оцінювання впливу демографічних і соціально-економічних факторів (середній дохід населення (євро), загальна національна концепція зайнятості, чисельність населення, еміграція населення, імміграція населення, онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%), експорт вторинної сировини (тис. євро), імпорт вторинної сировини (тис. євро)) на основні показники торгівлі.

2. Використання багатофакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі дало змогу отримати множину детермінант, що впливають на основні показники торгівлі. Зважаючи на зростання міграції населення, врахувавши середній дохід населення та загальну національну концепцію зайнятості, спостерігаємо наявність прямо пропорційної залежності основних показників торгівлі від ситуації на ринку праці. Проте найбільший вплив на ці показники мають зростання онлайн-торгівлі та експорт високотехнологічної продукції.

3. Застосовано метод бінарної класифікації для оцінки міжнародної торгівлі країн ЄС за допомогою програмного пакету STATISTICA 10. Значна кількість економетричних моделей використовується для оцінки динаміки економічних процесів та дослідження впливу факторів на цей процес. Більшість із них взаємодіють лише з кількісними змінними, хоча на практиці існує багато ситуацій, коли залежна змінна є дихотомічною або деякі фактори впливу є категоріальними змінними. Міжнародна торгівля як складний соціально-економічний процес, що зазнає постійних структурних та динамічних змін. Ці зміни спричинені численними факторами, а деякі з них є категоріальними змінними. Проаналізовано вплив деяких факторів (середній дохід населення (євро), загальна національна концепція зайнятості, чисельність населення, еміграція населення, імміграція населення, онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%), експорт вторинної сировини (тис. євро), імпорт вторинної сировини (тис. євро), індекс сприйняття корупції, податок на виробництво та імпорт (млн. євро), податок на продукцію (млн. євро))

на додатне сальдо торгівлі товарами та послугами країн ЄС. За результатами аналізу встановлено, що із запропонованих факторів на показник додатного сальдо торгівлі впливають онлайн-купівля продукції (%), експорт високотехнологічної продукції (%) та індекс сприйняття корупції. За результатами аналізу побудовано дві імовірнісні моделі бінарного вибору для оцінки ймовірності позитивного сальдо торгівлі товарами та послугами: на основі логістичної функції (Logit-модель) та на основі стандартної функції нормального розподілу (Probit-модель). Адекватність побудованих моделей було перевірено за допомогою ROC-аналізу та аналізу залишків моделей. Перевагою застосування моделей бінарного вибору до оцінювання міжнародної торгівлі є те, що вони дають змогу дослідити чи відбудеться подія для конкретного випробування. Тобто при оцінюванні торгівлі маємо можливість оперувати не лише факторами, що описані кількісними характеристиками, а фактори, які визначені бінарними величинами.

4. Обґрунтовано можливість використання теорії часових рядів для дослідження міжнародної торгівлі. Наголошено, що моделі із використанням часових рядів на сьогоднішній день є найбільш ефективними. Означено часовий ряд та залежно від кількості показників розглянуто одновимірні та багатовимірні ряди. Визначено основні труднощі формування часових рядів, що приводять до не порівнянності одних даних з іншими. Описано мету застосування статистичного аналізу часових рядів. Зазначено, що для аналізу часового ряду важливим етапом є побудова та дослідження його графіка тоді, як описові статистики не дають розуміння характеру процесу. Показано, що на основі статистичного аналізу можна побудувати математичну модель, що зможе пояснити поведінку ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди. Визначено, що при прогнозуванні динаміки часових рядів важливим є вибір технології, що забезпечить отримання високої якості прогнозів та прийнятих рішень, які на них ґрунтуються.

5. Побудовано прогнозні моделі обсягів експортних та імпорتنих потоків з метою підвищення ступеня поінформованості особи, яка приймає рішення

стосовно важливих тенденцій у сфері зовнішньої торгівлі країни. До дослідження міжнародної торгівлі застосовано теорію часових рядів, із врахуванням динамічного характеру протікання даного процесу. На основі аналізу часового ряду можна побудувати математичну модель і здійснити прогноз на майбутні періоди. Для моделювання використано модуль Time series analysis/Forecasting пакету STATISTICA 10 та статистичні дані Eurostat обсягів експорту і імпорту товарів у млн. євро країн Європейського Союзу за кожен місяць з січня 2002 року по вересень 2017 року. При проведенні дослідження міжнародної торгівлі першочергово було проведено аналіз динаміки показників, що характеризують обсяги експорту та імпорту країн ЄС на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду. Із результатів аналізу ряду випливає, що прослідковується зростаючий лінійний тренд для основних показників торгівлі, а також видно певну періодичність. На основі значень функції автокореляції та функції часткової автокореляції визначено параметри для побудови прогнозної моделі динаміки обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС. Використавши метод аналізу часових рядів з розривами, що реалізований у пакеті STATISTICA 10 (Interrupted Time Series Analysis ARIMA), побудована ARIMA-модель динаміки з інтервенціями (перерваного часового ряду), що адекватно відображає зміну показника у часі.

6. Обґрунтовано актуальність використання нейронних мереж до дослідження міжнародної торгівлі, зокрема для моделювання основних тенденцій зміни показників міжнародної торгівлі. Описано переваги застосування нейронних мереж над традиційними методами при прогнозуванні економічних процесів. Побудовано нейромережні моделі для прогнозування обсягів експорту та імпорту товарів країн Європейського Союзу. Для моделювання використано модуль Statistics/Neural networks пакету STATISTICA 10 та статистичні дані обсягів експорту та імпорту товарів у млн. євро країн ЄС за кожен місяць з січня 2002 року по вересень 2017 року. Періодичності часових рядів визначено із застосуванням спектрального аналізу Фур'є. Побудовані нейромережні прогнозні моделі, досить оптимально

відображають реальні статистичні дані. Підтвердження адекватності побудованих моделей здійснено на основі крос-перевірки та аналізу залишків моделі. За допомогою отриманих нейромережних моделей, розраховано прогностні значення для обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС на майбутні періоди.

РОЗДІЛ 4

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ПОПИТУ І ПРОПОЗИЦІЇ У МІЖНАРОДНІЙ ТОРГІВЛІ

4.1. Концептуальні основи побудови моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі

Результативність міжнародної торгівлі країн характеризується також такими показниками як попит і пропозиція на ринку товарів і послуг. При чому попит представлений на міжнародному ринку у якості потреби споживачів у товарах чи послугах, а пропозиція – це кількість товару, що є на ринку або може бути доставлена на нього. Важливою умовою є урівноваження цих двох показників. З метою кількісного вимірювання попиту на товар чи послуги означимо цей показник як кількість продукту, що споживачі здатні придбати за різними цінами. Що ж до пропозиції, то кількісно вона виражає обсяг продукту (товарів, послуг), яку виробник здатний запропонувати для продажу на ринку протягом деякого періоду часу за певної ціни. Оскільки в контексті даної роботи ми розглядаємо міжнародну торгівлю країн, у якості кількісного виміру попиту на товари і послуги приймемо обсяг експорту країни, а за кількісне вимірювання пропозиції виберемо обсяг товарів і послуг, що країна-експортер зможе згідно з її виробничими можливостями забезпечити для продажу на ринку протягом найближчого періоду часу. Важливою умовою при побудові моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції на ринку міжнародних відносин є збалансування цих двох показників.

Враховуючи, що між попитом і пропозицією на ринку товарів і послуг існує причинно-наслідковий зв'язок, схематично його можна зобразити на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Структурна схема причинно-наслідкової залежності між попитом і пропозицією на ринку товарів і послуг

Джерело: побудовано автором.

Також варто зважати на те, що сьогодні міжнародний ринок, в основному, є ринком покупців, тому дещо змінюється вплив як внутрішнього, так і зовнішнього попиту на розвиток торговельної діяльності країни. Іншими словами, спостерігаємо стан ринку, де пропозиція товарів перевищує попит на них при фіксованій ціні. Таким чином, щоб виробники могли все таки збільшити свої доходи, їм потрібно забезпечити споживачів товарами чи послугами високої якості і за прийнятними цінами.

Окрім того, потрібно також враховувати конкуренцію між виробниками продукції, яка є неминучою і її характер частково залежить від орієнтирів на потреби споживачів. Отже, попит на виготовлення певного виду продукції з'являється як віддзеркалення потреб і бажань покупців. Однак, потреби і бажання не достатньо, потрібно ще мати змогу купити необхідну чи бажану річ, а це вже питання конкурентоздатної ціни встановленої виробниками на товар. Тому платоспроможна потреба споживачів визначає сутність попиту, характеризує не тільки бажання придбати товар чи послугу, але й можливість це зробити.

Попит для споживачів певної продукції означає її гіпотетичні обсяги, які покупець може придбати залежно від різних цін на цю продукцію. Причому між попитом і ціною існує обернено пропорційна залежність: із збільшенням ціни попит на більшість товарів знижується, і навпаки, при зниженні ціни – попит зростає.

Розглянемо величину попиту як кількість проданих товарів / наданих послуг (обсяг експорту країни) – деякий параметр, що залежить від часу $x(t)$, а величину пропозиції як обсяг товарів і послуг, що країна-експортер зможе забезпечити для продажу – параметр $y(t)$, який також залежить від часу, можна скористатися кібернетичною «чорною скринькою» для опису процесу нагромадження виробничих потужностей країни, вхідним параметром для якої є величина реально спожитих товарів/послуг $x(t)$, а вихідним – величина виготовленого продукту $y(t)$.

Структурну схему процесу виробництва товарів і послуг країною-експортером у вигляді «чорної скриньки» зобразимо на рис. 4.2.

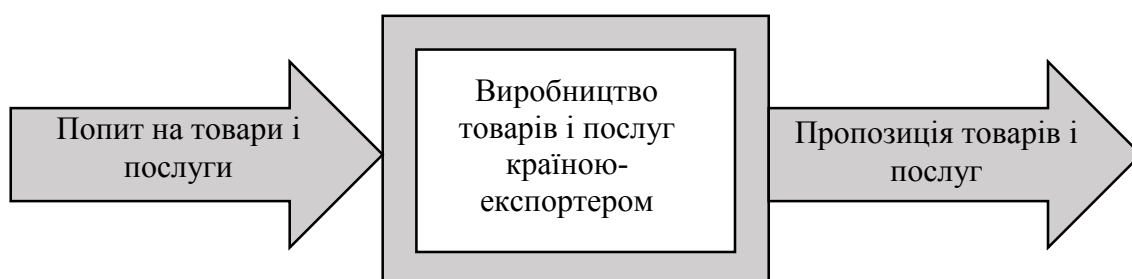


Рис. 4.2. Структурна схема реалізації товарів і послуг у вигляді «чорної скриньки»

Джерело: побудовано автором.

Наявність часового запізнення між обсягами експорту країни $x(t)$ та забезпечення продуктів (товарів, послуг) споживання $y(t)$ – один із факторів, що ускладнює планування випуску продукції для більшості країн-експортерів.

Дана проблема є досить актуальною, тим не менше, знаючи величину обсягу експортних операцій країни за попередні періоди, потрібно розрахувати величину випуску продукції, від якої у значній мірі залежить ефективність оперативного планування в торговельній сфері.

Нашою задачею є отримати прогнозне значення величини випуску продукції $y(t)$ на основі відомих значень обсягів експорту країни $x(t)$, при $t \in [t_0; t_n]$, де t_0 – початковий період часу спостереження за величинами $x(t)$, $y(t)$, t_n – кінцевий період часу цього спостереження. Необхідно знайти величину

$y(t)$ для майбутніх періодів часу $t > t_n$, а також наближення величини $y(t)$ на відрізок спостереження $t \in [t_0; t_n]$.

Структурна схема такого об'єкту моделювання показана на рис.4.2. В досліджуваному випадку «чорна скринька» містить групу соціально-економічних явищ, що впливають на виробничі процеси країни-експортера на основі відомих обсягів експортованих товарів і послуг країн-імпортерів за попередні періоди. Зрозуміло, що факторів впливу на поведінку такої системи багато, – це і реальні доходи населення, ціноутворення, коливання на споживчому ринку, дія сторонніх факторів, природних, політичних тощо. Тому знайти точний математичний опис процесу, що пов'язує потреби у певних благах з інтенсивністю випуску продукції, наряд чи можливо. Отже, залишається використовувати методи, що ґрунтуються на екстраполяційному моделюванні реакцій динамічних систем $y(t)$, за відомим входним параметром $x(t)$. Тобто – шукати модельний метод серед підходів, що належать до методів «чорної скриньки».

Поставлена задача відрізняється характерною особливістю, яка не виключає її із загального класу моделей типу «вхід–вихід», але додає їм додаткових можливостей щодо постановки модельних експериментів. А саме – реакція $y(t)$, величина випуску продукції, залежить від значення величини обсягу експорту $x(t)$, передусім на проміжку $[t_{n-\tau}; t_n]$, де τ – тривалість виробничого циклу. Параметри ж, які входять у відображення величини $x(t)$ у величину $y(t)$ мають бути ідентифіковані за даними всього періоду спостереження $[t_0; t_n]$.

Розглянемо основні методи математичного моделювання, що застосовують для розв'язування задач такого типу.

1) Одним із таких методів є застосування моделі Хо-Калмана. При моделюванні динамічних систем за «входом–виходом» часто застосованою є лінійна динамічна модель, що задається рівняннями виду [133]:

$$\begin{aligned} z' &= Az + Bx; \\ y' &= Cz + Dx; \end{aligned} \quad (4.1)$$

де A, B, C, D – відомі матриці. В одних задачах ці матриці приймають сталими, в інших – залежними від часу $A = A(t), B = B(t), C = C(t), D = D(t)$.

В теорії лінійних динамічних моделей розроблено численні методи визначення матриць рівнянь (4.1) за експериментальними даними $x(t_i), y(t_i)$, $i = 0, 1, \dots, n$. [146], а також визначення оптимальної розмірності невідомого вектора станів $z(t)$ системи (4.1).

Модель (4.1) придатна для відображення залежності між випуском продукції країною-експортером й величиною експорту товарів і послуг країнами, що їх імпортують. Знаючи якісні властивості лінійних моделей, такий підхід дасть прийнятні результати лише при лінійних залежностях між модельованими величинами. Спостережувані ж величини пов'язані між собою невідомим нелінійним зв'язком та мають характерний швидкозмінний тип поведінки, що відповідає випадковій чи хаотичній величині. Тому застосування моделі Хо-Калмана для оцінки величини випуску продукції дасть результат не набагато точніший ніж лінійна екстраполяція залежностей $x(t), y(t)$, проте буде більш затратною при розробці моделі.

2) Ще одним методом є застосування лінійної інтегральної моделі. Порівняно із диференціальною динамічною моделлю дасть точніший результат. Так як відомо, що вихідний параметр $y(t)$ сильно залежить від вхідних даних $x(t)$ саме на відрізку $[t - \tau, t]$.

Відомо декілька інтегральних структур моделей, що пов'язують величину вхідних даних $x(t)$ та результуючих $y(t)$ [41], серед них, зокрема, – найпростіша модель, що задається за допомогою інтеграла згортки [40]:

$$y(t) = \int \phi(t, \tau) * x(\tau) d\tau; \quad y(t_0) = 0; \quad (4.2)$$

де $\phi(t, \tau)$ – вагова або імпульсна перехідна функція системи, що зображена на рис.4.2.

Ідентифікація моделі (4.2) полягає у знаходженні вектора коефіцієнтів

апроксимації p вагової функції $\varphi(t, \tau, p)$, при яких відхилення результуючої величини

$$y(t) = \int \varphi(t, \tau, p) * x(\tau) d\tau \quad (4.3)$$

від відомої величини $y(t)$, отриманої при відомому параметрі $x(t)$ стане мінімальним.

В [197] описано метод ідентифікації системи (4.2) для стаціонарного випадку, коли вагова функція набуває виду $\varphi(t, \tau) = \varphi(t - \tau)$.

Проінтегрувавши рівняння

$$y(t) = \int \varphi(t - \tau) * x(\tau) d\tau; \quad y(t_0) = 0; \quad (4.4)$$

та використовуючи метод інтегрування за частинами, отримуємо:

$$y(t) = \sum_i \varphi_i(t) \int x(\xi) d^{i+1} \xi; \quad (4.5).$$

Ввівши значення $z'_1 = x$; $z'_2 = z_1$; ... ; $z'_i = z_{i+1}$, ряд (4.5) перепишеться у вигляді системи звичайних диференціальних рівнянь та алгебраїчного співвідношення:

$$z_1 = x; \quad z_i = z_{i+1};$$

$$y(t) = \sum_{i=1}^{\infty} z_i(t), \quad (4.6)$$

Обмежившись порядком n системи (4.6) і вибравши вагові функції у формі степеневих поліномів

$$\varphi(t) = \sum_{i=0}^n a_i t^i, \quad (4.7)$$

отримуємо модель, в якій невідомі коефіцієнти a_i можуть бути знайдені з умови мінімального відхилення правої і лівої сторін рівняння (4.6).

Побудована таким методом модель дозволяє відобразити складну лінійну стаціонарну залежність між вхідною $x(t)$ та вихідною $y(t)$ величинами.

Лінійна інтегральна модель в порівнянні з моделлю лінійною диференціальною має істотну перевагу, в ній закладено залежність модельованої результуючої (величини випуску продукції $y(t)$) від зовнішньої дії (величини

обсягу експортних операцій $x(t)$), що дає змогу отримати модель з вищою точністю наближення, ніж в інших методах лінійного моделювання.

Все ж, в лінійній інтегральній моделі не враховано два істотні фактори, характерні для модельованого процесу: суттєва нелінійність величини обсягу експортних операцій $x(t)$ та випуску продукції $y(t)$, а також хаотично-випадковий вид їх часової реалізації.

Тому, знехтувавши цими факторами, отримаємо модель, що буде описувати не стільки процес торівлі, скільки його лінеаризований варіант. Такий результат значно точніший за методи оцінювання величини, що застосовують при розробці стратегій управління в торговельній політиці в даний час, проте оскільки вони не враховують хаотично-випадкові складові модельованих величин, отримані з їх допомогою результати залишатимуться доволі неточними.

3) Наступний метод математичного моделювання задач типу «вхід–вихід» розглянемо нелінійну інтегральну модель у формі рівняння Гаммерштейна. Рівняння Гаммерштейна доволі часто застосовують до моделювання нелінійних систем:

$$y(t) = \int \varphi(t - \tau) * \chi(y, x, \tau) d\tau \quad (4.8)$$

де φ, χ – деякі нелінійні функції.

В [302] показано, що для рівняння Гаммерштейна нелінійна функція є стаціонарною і має вигляд $\chi(x, y) = x - F(y)$, тоді для неї легко записати ідентифікаційні рівняння.

Якщо вагові функції $\varphi(t)$ відповідають дробово-раціональній функції $u(\lambda) = \frac{b(\lambda)}{a(\lambda)}$, де $\lambda = \frac{d}{dt}$ – позначає операцію диференціювання, тоді при нульових початкових умовах рівнянню (4.8) відповідає диференціальне рівняння:

$$\begin{aligned} a(\lambda)y &= (x - F(y)), \\ \lambda &= \frac{d}{dt}; \end{aligned} \quad (4.9)$$

Якщо модельований об'єкт, заданий дискретними значеннями $x(t_i)$, $y(t_i)$, окремо розглядати в статичному і динамічному режимах, тоді з рівнянь (4.9) можна отримати дві системи ідентифікаційних рівнянь відносно невідомих коефіцієнтів поліномів $a(\lambda)$ і $b(\lambda)$.

При моделюванні соціально-економічних процесів, під статичним процесом, необхідно розуміти поведінку системи з входом $x(t)$ і виходом $y(t)$ коли в околі деякого t : $x(t) \approx \text{const}$. Такі значення можна отримати, усереднивши значення $x(t)$ та $y(t)$ для деякого проміжку часу.

Перевага моделі у формі рівняння Гаммерштейна у тому, що вона відображає причинно-наслідкові зв'язки між модельованими величинами. Вибираючи нижню границю інтегрування, легко знайти ліву межу області модельних обчислень, яка відповідає даті початку триваючого виробничого циклу. Це дає додаткові зручності при проведенні модельних експериментів, адже можна вибрати дату початку триваючого виробничого періоду, яка «ковзає» разом з поточною календарною датою.

Проте, в моделі Гаммерштейна залишається один недолік – в ній не відображено хаотичної чи випадкової поведінки вхідної величини $x(t)$. Практично, будуючи модель у формі рівнянь (4.8) замість реальної модельованої величини $x(t)$ береться деяке її усереднення, тренд, який формується неявно в ідентифікаційних рівняннях цієї моделі.

Тому рівняння Гаммерштейна, хоч і достатньо точно відображає нелінійну динаміку досліджуваного об'єкта, проте в ньому опущена відмінна особливість модельованої величини – схожість з деяким випадковим процесом.

4) Ще одним із методів, що застосовуються для побудови моделей типу «вхід–вихід» є рекурсивна модель Вінера. Досі, розглядаючи залежність між вхідним параметром – величиною обсягу експорту $x(t)$ та вихідним параметром системи – величиною випуску продукції $y(t)$, ми враховували лише пряму причинно-наслідкову залежність другої від першої. Проте, в дійсності ці величини пов'язані не лише прямим зв'язком між $x(t)$ та $y(t)$ а й зворотнім,

рекурсивним зв'язком, внаслідок якого вхідна величина $x(t)$ залежить від вихідної величини випуску продукції $y(t)$.

Економічно ця рекурсія проявляється в тому, що кількість товарів і послуг $x(t)$, що експортуватимуть країни-імпортери в майбутніх періодах, зумовлена їхньою наявністю на міжнародному ринку, тобто випуском продукції країною-експортером в минулому. Адже, не маючи пропозиції товарів і послуг, країни-імпортери обмежуватимуть себе у їх експорті. І навпаки, – відчуваючи зростання попиту на товари і послуги, країни-експортери пропонуватимуть більшу кількість продукції, а це призведе до зростання $x(t)$ при збільшенні $y(t)$.

Беручи до уваги ці застереження, приходимо до висновку, що динамічно модель взаємозалежності між $x(t)$ й $y(t)$ має включати рекурсію, тобто зворотній зв'язок, в якому кожна з цих величин взаємно виражається через іншу з допомогою деякого математичного рівняння.

Таку рекурсивну залежність відтворює універсальна структура Вінера [44], яка для нашого випадку задана рівняннями:

$$\begin{aligned} z' &= Az + Bx = Cz + Dy; \\ y &= f(z, x, t). \end{aligned} \tag{4.9}$$

Модель Вінера має значну перевагу для досліджуваної задачі – вона відображає взаємозалежність типу зворотного зв'язку, якою пов'язані величини обсяги експорту та кількість виготовленої продукції. Але, як і в інших моделях, побудованих на універсальних структурах, модель Вінера не враховує випадковості модельованих процесів, хаотичного повторення рухів, які в них спостерігаються.

5) Наступним розглянемо метод теоретико-ймовірнісних автоматів, що був запропонований групою дослідників з Київського Інституту Кібернетики ще в середині 60-х років XX ст. Досі він залишається високоефективним засобом для побудови імітаційних моделей складних систем.

Суть методу полягає в тому, що об'єктам моделювання ставиться у відповідність математичний функціональний опис, в якому зв'язок між вхідними

параметрами та вихідними параметрами задається через випадкові величини, пов'язані між собою ймовірнісними зв'язками. Власне, одному модельованому процесу відповідає один автомат. Одному автомату відповідає одна функція, яка реалізує випадкове або детерміноване функціональне співвідношення, функція приймає один або декілька параметрів, або не приймає жодного параметру. І повертає як результуюче значення один параметр. Вхідні параметри, які приймає функція – це або деякі величини, що описують модель загалом, або вихідні параметри інших таких же функцій.

Загалом автоматно-ймовірнісна модель складається із з'єднання автоматів, у яких виходи одного автомата слугують входами для іншого. Для автоматно-ймовірнісних моделей розроблено графічну інтерпретацію відображення моделі. Елементарний ймовірнісний автомат зобразимо на рис. 4.3.

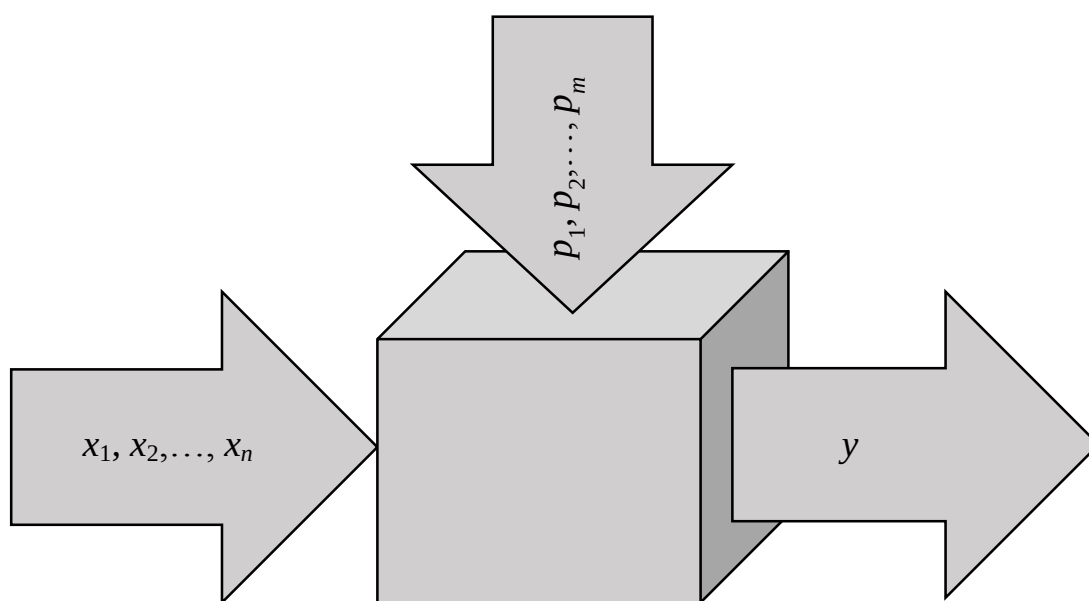


Рис. 4.3. Схематичне позначення ймовірнісного автомата: $x_1, x_2, \dots, x_n$ – входи; $p_1, p_2, \dots, p_m$ – параметри, від яких залежить робота автомата; y – вихід

Джерело: побудовано автором на основі методу імовірнісних автоматів.

Крім входів $x_1, x_2, \dots, x_n$, робота автомата залежить від параметрів: $p_1, p_2, \dots, p_m$, котрі є спільними для всіх автоматів моделі, і від яких залежить результуюча змінна y , яку видаватиме автомат.

В математичному розумінні ймовірнісний автомат описують так званими

«правилами поведінки». Під ними розуміють однозначні функціональні залежності, котрі ставлять у відповідність вхідним величинам x_i при існуючих значеннях параметрів p_i вихідну величину y . Параметри p_i здебільшого є випадковими величинами, які формують відповідно до деякого закону розподілу, котрий відповідає суті модельованого процесу.

В програмному розміщенні параметри p_i – це реалізація випадкової величини з деякими законами розподілу, які легко описати у вигляді відповідних функцій, внутрішніми змінними яких є параметри цього статистичного розподілу. Імовірнісні автомати в програмному розумінні – це функції, що приймають параметри x_i , повертають параметр y й виконують обчислення при відомих значеннях параметрів p_i .

Розробка ймовірнісно-автоматної моделі полягає у виокремленні групи процесів, що можуть бути застосовані з автоматами; у виділенні вхідних і вихідних параметрів; у виділенні зовнішніх параметрів автоматів.

Ідентифікація такої моделі полягає у визначенні законів розподілу випадкових величин, які спостерігаються в модельованому об'єкті, у визначенні параметрів цих законів розподілу (тип закону розподілу, мода, дисперсія тощо) та у визначенні внутрішніх параметрів функцій, що описують окремі автомати.

Хід імітаційного експерименту полягає у послідовному виконанні функцій, які описують всі автомати, при чому порядок виклику цих функцій немає значення.

Використання імітаційних моделей, побудованих за допомогою імовірнісних автоматів полягає у плануванні й проведенні деяких експериментів, які мають виявити якісні ймовірнісні закономірності, що притаманні об'єкту моделювання. Наприклад, в досліджуваній задачі такий експеримент міг бути спланований для виявлення закономірності, як зміниться рівномірність поступлень за обсяги експорту товарів і послуг при посиленні чи послабленні інтенсивності застосування важелів впливу держави на торговельну політику країни-експортера тощо.

Метод імовірнісних автоматів зручний інструмент для дослідження якісних властивостей об'єкта моделювання, а також, частково – для виявлення кількісних характеристик цих закономірностей. Відомі численні публікації, в яких методи теорії випадкових процесів були застосовані для економічного моделювання процесів масового обслуговування в галузі торгівлі. Проте, як зазначалося, ці модельні підходи зручні для виявлення загальних тенденцій. Вираховувати ж за їх допомогою прогностні значення величини випуску продукції з метою оптимізації акумульованих власних коштів – було б кращим рішенням. Адже, протягом кожного виробничого циклу така модель дала б величину випуску товарів як випадкове значення, що підлягає закону розподілу, що характеризує виробничий процес в дійсності, але ця б розрахована величина випуску продукції не була б детерміновано пов'язана з величиною поточних обсягів експорту країни.

Тому, хоч автоматно-ймовірнісний метод залишається серед ефективних інструментів моделювання економічних процесів, для досліджуваної задачі необхідно вибрати підхід, який би детерміновано враховував вплив на пропозицію товарів і послуг відомого значення попиту на них.

6) В моделювання економічних систем поширеним також є підхід, що отримав назву економіко-математичного моделювання [151]. Суть його полягає у встановленні концептуальної моделі економічної системи та формуванні математичних рівнянь, які відображають цю концептуальну модель з допомогою математичних співвідношень. Здебільшого концептуальну модель динамічної системи формують у виді так званих «правил поведінки», за якими можна записати рівняння руху у формі диференціальних чи інтегральних рівнянь.

Розглянемо економіко-математичну модель об'єкта дослідження процесу торгівлі. Візьмемо для розгляду наступні величини: $x(t)$ – обсяг експорту товарів і послуг країни; $y(t)$ – обсяг випуску продукції. Величини $x(t)$ та $y(t)$ вимірюються в кількості грошових одиниць за одиницю часу, тобто (гр. од. / с). Різниця між $x(t)$ і $y(t)$ становить дефіцит (профіцит) продукції

$$z(t) = x(t) - y(t). \quad (4.10)$$

Оскільки $z(t)$ явно виражається через $x(t)$ і $y(t)$, тому вводити її як накопичену змінну немає потреби. Проте, для побудови моделі важливіше інше. Якщо дефіцит надто великий, країна-імпортер намагається зменшити своє споживання певних видів товарів чи послуг, що приведе до зменшення дохідності торгівлі. Позначимо граничні значення дефіциту продукції, при яких споживач обмежує користування певними видами товарів чи послуг і користується ними відповідно із значеннями $z_{\max}$ і $z_{\min}$.

Попит на певні види товарів чи послуг для країни-імпортера має деяке середнє значення між максимальним попитом $x_{\max}$ і мінімальним $x_{\min}$.

При прийнятих параметрах можемо сформулювати правила поведінки. Швидкість зміни величини споживання $x'(t)$ є прямо-пропорційною обсягу не спожитої потреби у товарах чи послугах й обернено-пропорційна обсягу спожитої потреби та зменшена на величину, яка пропорційна віддаленості до максимального граничного дефіциту продукції й обернено-пропорційна перевищенню мінімального граничного дефіциту. Це очевидне правило запишеться у формі диференціального рівняння:

$$x'(t) = \alpha \frac{(x - x_{\min})}{x_{\max} - x} + \beta \frac{(x - y - z_{\max})^p}{(z_{\min} - x - y)^p} \quad (4.11)$$

де α, β – коефіцієнти пропорційності; $p = 1, 2$.

Швидкість зміни випуску продукції $y(t)$ природно прийняти пропорційною величині ще не придбаної продукції:

$$y'(t) = \delta(x(t) - y(t)), \quad (4.12)$$

де δ – коефіцієнт пропорційності.

Введемо в розгляд ще одну величину – швидкість ліквідації дефіциту продукції $v = \frac{dy}{dt}$. Очевидно припустити, що швидкість ліквідації дефіциту

продукції пропорційна величині дефіциту товарів виробництва:

$$v' = \eta(x - y), \quad (4.13)$$

де η – коефіцієнт пропорційності.

Рівняння (4.11) – (4.13) описують економічні процеси переваги попиту над пропозицією та їх врівноваження.

Для ідентифікації рівнянь необхідно встановити значення чотирьох параметрів $x_{\max}, x_{\min}, z_{\max}, z_{\min}$, які описують поведінку коливань. А також параметрів $\alpha, \beta, \delta, \eta$, котрі відображають інерційні властивості ринку споживачів товарів і послуг. Параметри δ, η мають бути такими, щоб коливний розв'язок переривань (4.12)–(4.13) при $x > \text{const}$ давав період рівний тривалості виробничого циклу.

Описана модель процесу випуску продукції країною-експортером дозволяє досліджувати кон'юнктуру ринку, вивчені закономірності поведінки споживачів. Зокрема, вона дозволяє виявити, як залежатиме випуск товарів $y(t)$ від параметрів $x_{\max}, x_{\min}, z_{\max}, z_{\min}$, які відображають потреби країн-імпортерів та їх уявлення про максимальний прийнятий дефіцит чи профіцит продукції при здійсненні торговельних операцій.

Так, розпоряджаючись моделлю (4.11)–(4.13), легко ставити експерименти, які мають виявити вплив, наприклад реклами, вплив інноваційних технологій, посилення виробничих потужностей країни-експортера на інтенсивність випуску продукції $y(t)$.

Описана вище модель, або аналогічні економіко-математичні моделі, що відображають процеси попиту на товари і послуги та їх пропозиції. Такі моделі придатні для наближеного відображення величини випуску продукції. Проте, в цій моделі є свій недолік. В ній не враховано фактору випадковості при експорті товарів і послуг. Якщо цей фактор врахувати, тоді б необхідно було до першого рівняння додати співмножник або доданок у формі випадкового процесу $\xi(t)$, що приведе до суттєвого ускладнення моделі. Адже в такий спосіб рівняння (4.11) буде перетворено на рівняння Колмогорова, яке важко розв'язувати навіть числовими методами. Тому, якщо потреби побудови моделі приводять до формування стохастичного диференційованого рівняння, тому доцільніше

скористатися готовими висновками теорії динамічного хаосу, оскільки повний диференціально-стохастичний опис об'єкта є досить нераціональним вирішенням поставленої задачі.

7) Ще одним методом розв'язування задач типу «вхід–вихід» є метод встановлення рівнянь руху. Останнім часом для побудови моделей динамічних систем застосовують метод відновлення рівнянь руху динамічної системи за даними. Розглянемо приклад такого підходу, який може бути застосований для побудови моделі прогнозування попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі країн.

Нехай динаміка стаціонарної нелінійної системи описується в просторі станів рівнянням загального вигляду:

$$z'(t) = f(z(t), x(t), u(t), t, \theta) \quad (4.14)$$

$$w(t_i) = s \cdot h_n(x(t_i), y(t_i), t_i, \theta) + b + v(t_i) \quad (4.15)$$

де $x(t_0) = x_0$, $t_0 \leq t \leq tf$, де θ – вектор невідомих параметрів, s – вектор масштабних коефіцієнтів, b – відхилення вектора вимірювання відносно середнього значення; $z(t), x(t), u(t), v(t)$ – відповідно вектори стану, вхідних дій, реакцій та шумів, пов'язаних з вимірюваннями.

Потрібно знайти оцінку вектора невідомих станів з умови мінімуму суми квадратів помилок в оцінках параметрів. Такій умові відповідає мінімізація відхилення між спостережуваною величиною $z(t)$ та її вираженням через рівняння Лагранжа, тобто мінімізація функціоналу:

$$L = L_0 + \int_0^{tf} \lambda^T(t) (f_c(z(t), x(t), u(t), t, \theta) - z(t)) dt \quad (4.16)$$

де $\lambda(t)$ – вектор множників Лагранжа.

В [23] показано, що ідентифікація моделі (4.14), (4.15) за критерієм

$$\min \{L\} \quad (4.17)$$

зводиться до розв'язування нелінійних алгебраїчних рівнянь при відомих дискретних значеннях $z(t_i)$. Метод опису динамічної моделі рівняннями руху у формі рівнянь Лагранжа придатний для розв'язування поставленої задачі.

Зокрема, якщо за змінні стану вибрати поєднання векторів $z = (x, t)$.

Не зважаючи на те, що цей модельний підхід дає моделі дуже високу якість, його застосування пов'язано зі значними обчислювальними проблемами, які, виникають при виконанні алгоритмів регуляційної ідентифікації параметрів моделі [278].

Тому, безпосереднє застосування методів регуляризованої ідентифікації рівнянь руху за екстремальними даними поки залишається доволі складною задачею. Застосування методу встановлення рівнянь руху для досліджуваної задачі має свої обмеження. Так, відновлена система моделювання рівнянь, подібно до економіко-математичної моделі, записаної звичайними диференціальними рівняннями, відображає лише детерміновані, визначені складові процесу попиту і пропозиції на ринку товарів і послуг, опускаючи випадкові складові. Як зазначалося, вплив випадкових складових в модельованому об'єкті є суттєвим, тому модель доцільно будувати як поєднання процесів стохастичних або хаотично-динамічних і детермінованих процесів.

4.2. Опис параметрів моделі прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі

Для моделювання прогнозу динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі у якості вхідного параметру розглянемо обсяг експорту товарів країн ЄС. Використаємо помісячні статистичні дані Eurostat [345] протягом 01.2002–09.2017 рр.

Розглянемо дві дискретні залежності:

$$x(t_i), i = 1, 2, \dots, n; \quad (4.18)$$

$$y(t_i), i = 1, 2, \dots, n; \quad (4.19)$$

Вони відображають відповідно щомісячну величину обсягу експорту товарів країн ЄС, розраховану у грошових одиницях (млн. дол. США), та щомісячний випуск продукції, розрахованої на експорт і також виражену в

грошових одиницях (млн. дол. США).

Враховуючи умову врівноваження попиту і пропозиції на ринку товарів, вважаємо, що випуск продукції наближено дорівнює обсягу товарів країни, експортованих протягом попереднього місяця. Тобто, процес виробництва товарів відображає система типу кібернетичної «чорної скриньки» (див. рис. 4.2). І випуск продукції $y(t)$ пов'язаний з експортом товарів через причинно-наслідковий зв'язок як нелінійна динамічна система із параметром запізнення τ (рис.4.4):

$$y(t) = F(x(t - \tau), t) \quad (4.20)$$

де F – невідомий оператор, τ – відома величина запізнення, яка відповідає тривалості виробничого циклу.

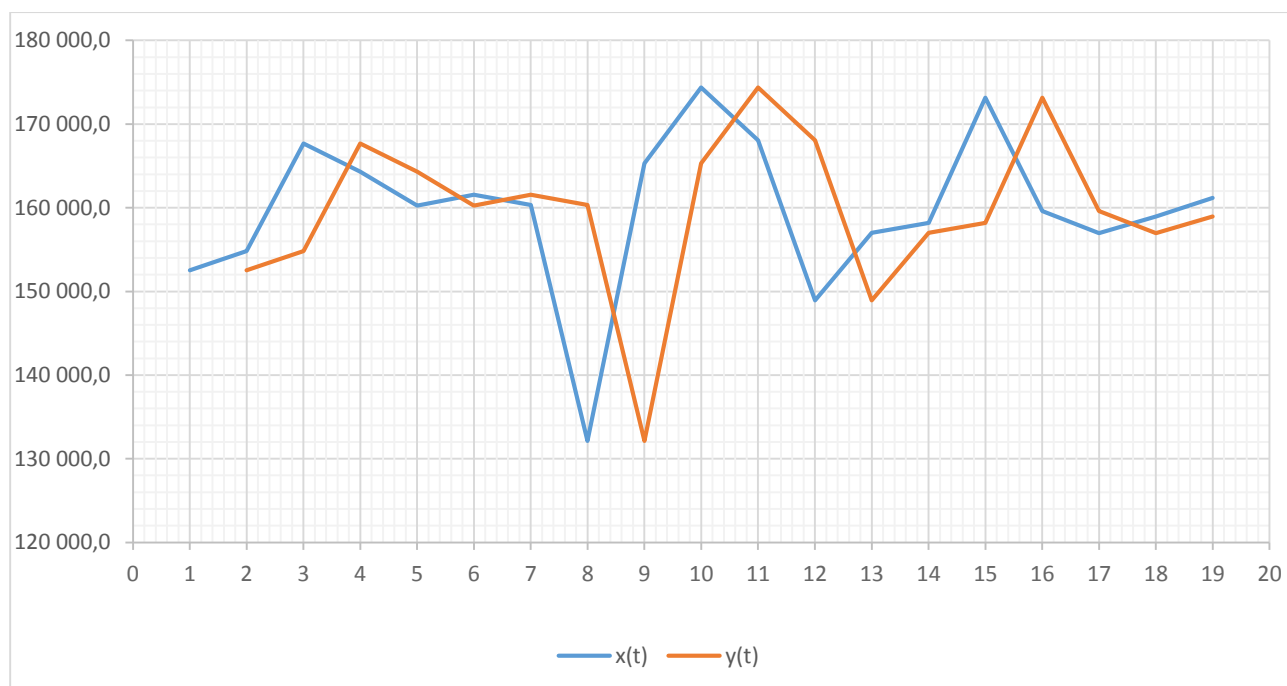


Рис. 4.4. Схематичне зображення типового зв'язку між величинами $x(t)$, $y(t)$

Джерело: отримано автором засобами MS Excel.

За тривалість виробничого циклу в об'єкті (4.18)–(4.19) приймемо один календарний рік. Плануючи випуск товарів країною-експортером, враховується, що країни-імпортери нерідко експортують певні види товарів не одного і того ж календарного місяця, а в різні місяці. Це приводить до того, що майбутні випуски

продукції $y(t_i)$ залежать від попередніх обсягів експорту товарів $x(t_{i-N})$, спожитих більше ніж за 12 місяців раніше. Тобто, в дискретному виразі тривалість технологічного періоду N необхідно вибрати дещо більшою за 12. Точніше вибране значення N – дискретної тривалості виробничого циклу описано нижче.

Як зазначалося в огляді методів моделювання, перш ніж шукати математичні засоби для відтворення залежностей (4.18)–(4.19) необхідно встановити, чи наявні в них характерні швидкі зміни є реалізацією стохастичного процесу, чи це вияв поведінки об'єкта, який підпадає під закономірності динамічного хаосу [3].

З цією метою над даними (4.18)–(4.19) було виконано ряд експериментів, спланованих для якісної ідентифікації їх статистичних властивостей та для визначення параметрів, які відображають ці властивості.

Як відомо [254], псевдофазовий портрет реалізації стохастичного процесу $\xi(t)$ дає послідовність точок, яка рівномірно розподілена в деякій області, або розподілена на цій області за деяким законом розподілу.

Псевдофазовий портрет динамічної хаотичної системи має особливий вид – на ньому утворюються так звані області розбігання. В областях перемішування збігаються фазові траєкторії, котрі проходили через інші частини фазового простору, зокрема – віддалені області.

В областях розбігання, що розміщені навколо областей перемішування, фазові траєкторії можуть зазнавати різних спіральних чи колоподібних рухів і знову повертаються в одну з областей перемішування. Хоч якісний аналіз псевдофазового простору не дає строгих висновків про наявність детермінованого хаосу, все ж, коли на фазовому портреті чітко видно області з перемішуванням, це дає всі підстави стверджувати про наявність детермінованого хаосу.

Псевдофазовий простір [427] є диферізоморфним простором, утвореним диференціюванням однієї із змінних стану динамічної системи. Тому для

топологічного дослідження фазового простору системи (4.18)–(4.19) було побудовано проекції її фазових траєкторій на координатну площину, утворену різним поєднанням похідних $x^{(i)}(t)$, $y^{(j)}(t)$, де i, j – порядок похідної, який вибирався в межах $i = 0, 1, 2, 3$; $j = 0, 1, 2, 3$. Для числового диференціювання дискретних залежностей (4.18)–(4.19) було застосовано вільно доступну програмну бібліотеку [234].

Деякі проекції фазової траєкторії на координатні площини $(x^{(i)}, x^{(i)})$, $(x^{(i)}, y^{(i)})$, $(y^{(i)}, y^{(i)})$ показано на рисунках нижче.

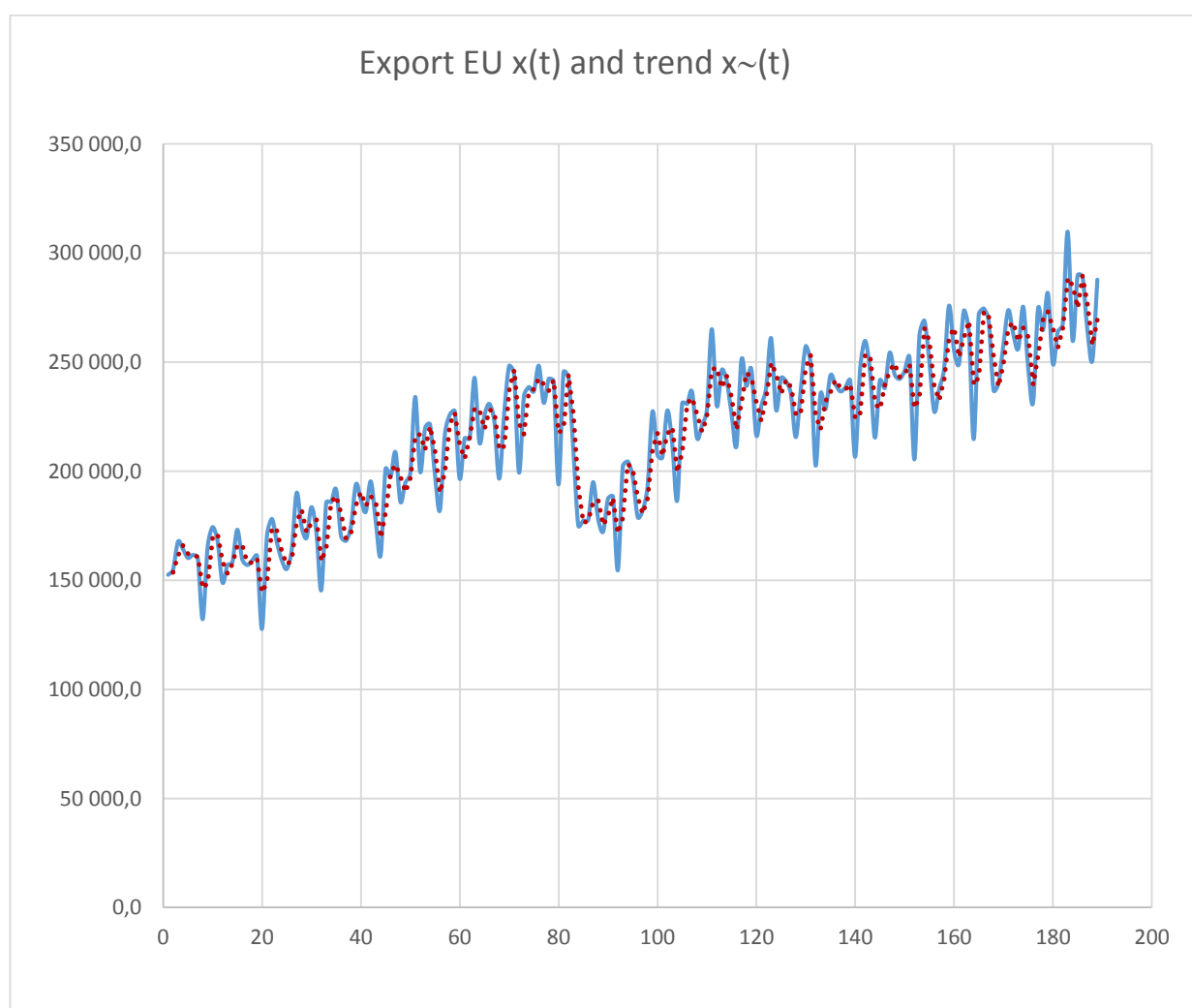


Рис. 4.5. Динаміка обсягів експорту товарів країн ЄС $x(t)$ та їх тренд протягом 01.2002–08.2017 рр.

Джерело: отримано автором засобами MS Excel.

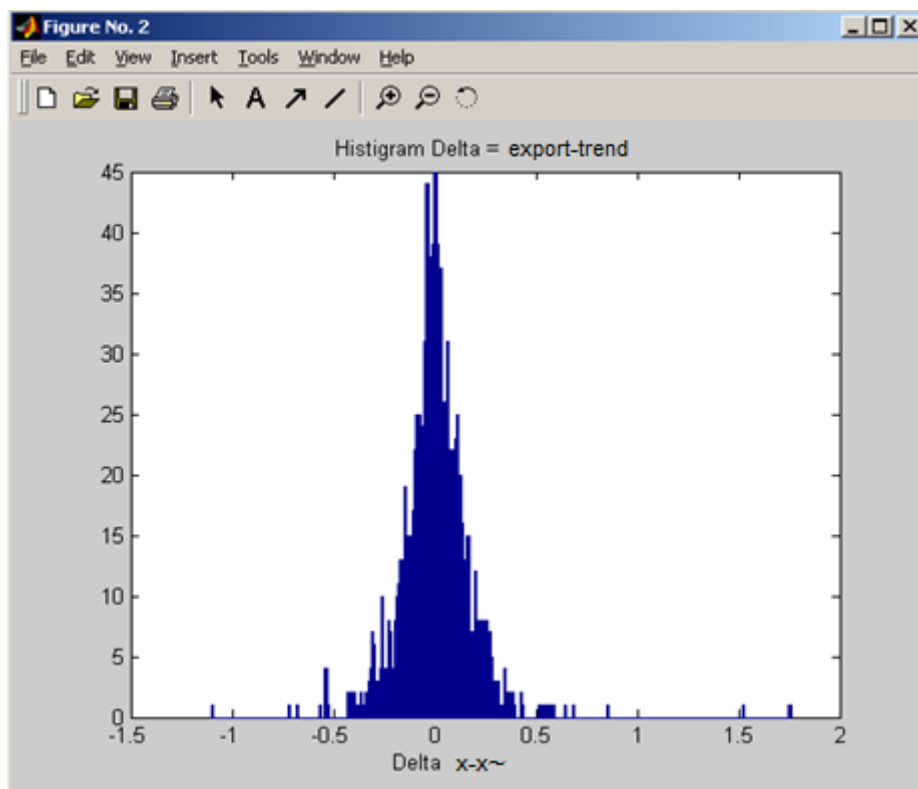


Рис. 4.6. Гістограма відхилення обсягів експорту країн ЄС від тренду

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

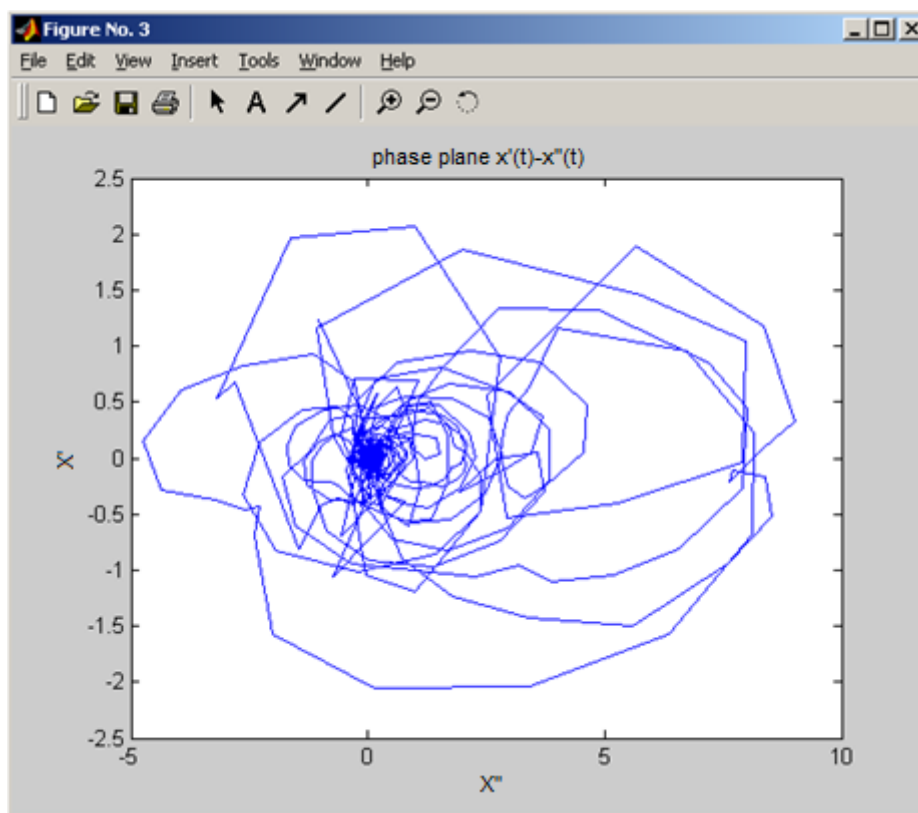


Рис. 4.7. Проекція фазової траєкторії $x(t)$ на площину (x', x'') .

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

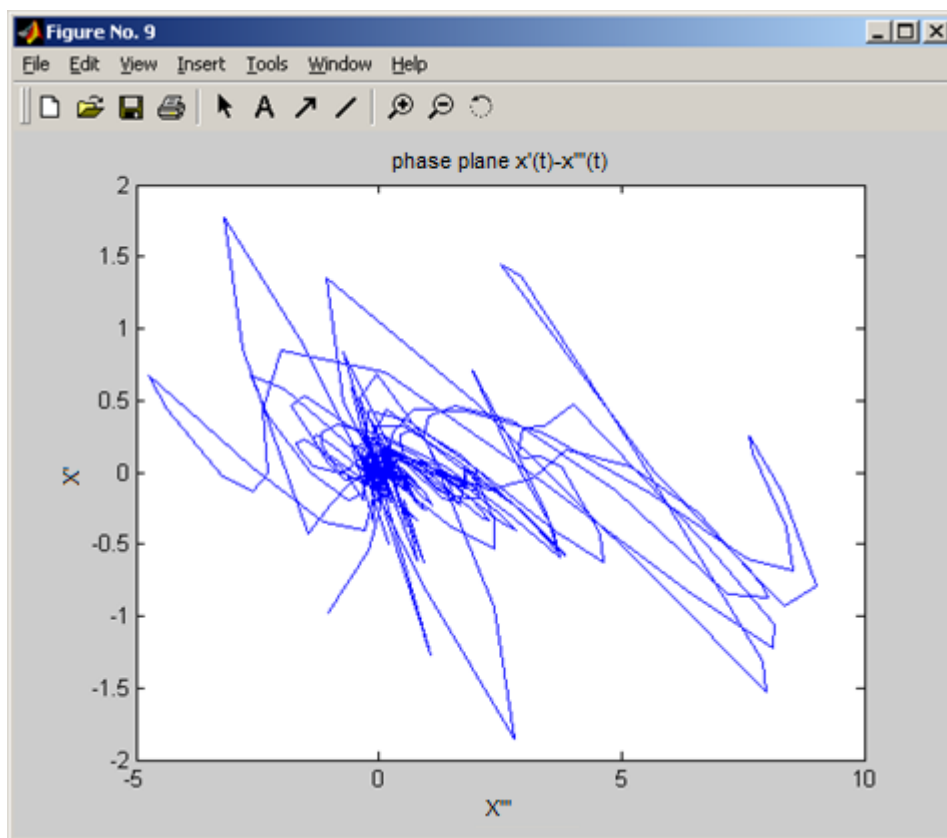


Рис. 4.8. Проекція фазової траєкторії $x(t)$ на площину (x', x''') .

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

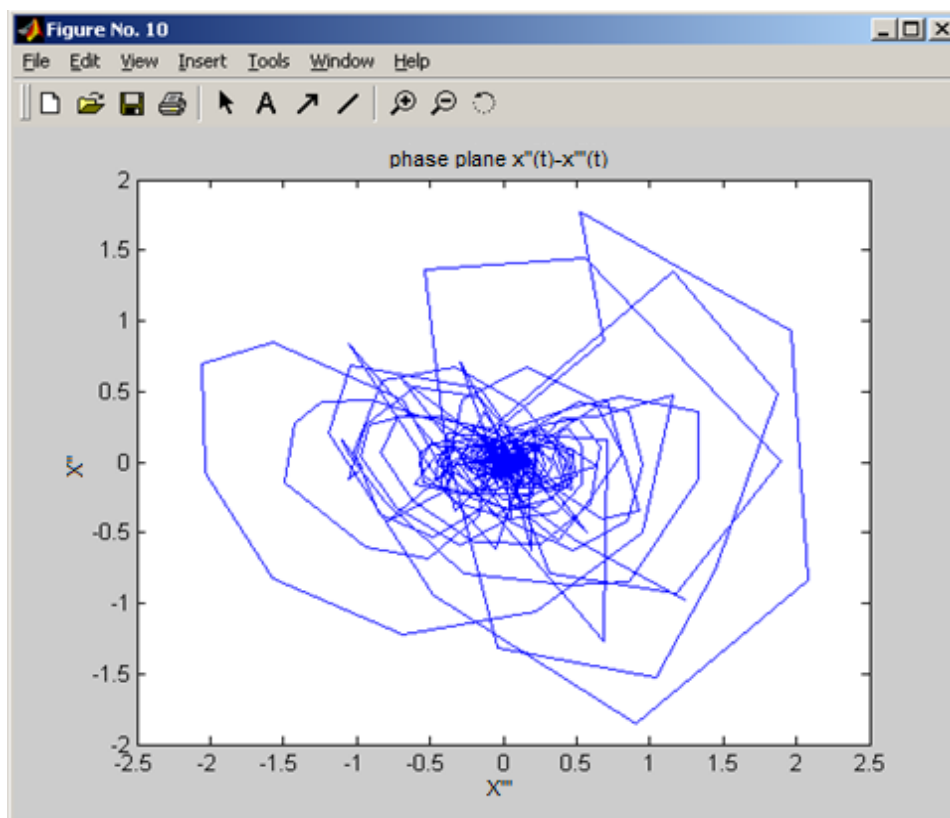


Рис. 4.9. Проекція фазової траєкторії $x(t)$ на площину (x'', x''') .

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

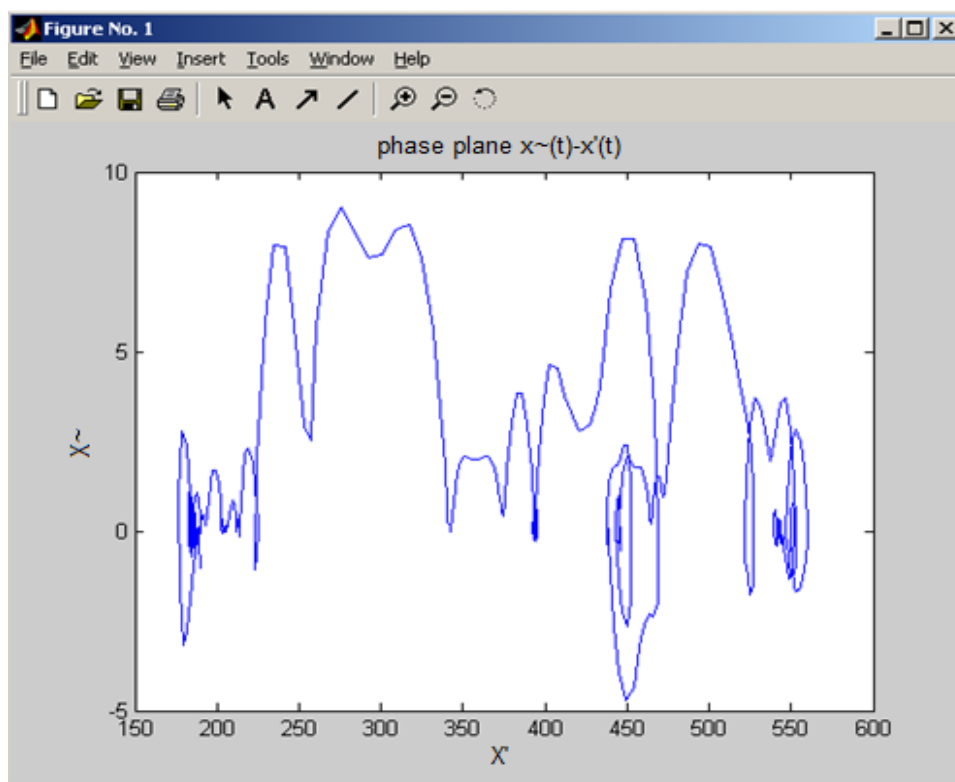


Рис. 4.10. Проекція фазової траєкторії $x(t)$ площину (x, x') .

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

Програма відображення гістограми похибки тренду подана в додатку Ж. Програма відображення псевдофазових портретів подана в додатку И.

Якісний аналіз псевдо фазового простору дає підстави стверджувати, що в об'єкті (4.18)–(4.19) спостерігається динамічний хаос. Адже на проекціях псевдофазових траєкторій, утворених диференціюванням залежностей, що мають в середині областей, наявне розбігання.

Цей якісний аналіз псевдофазових портретів об'єкта (4.18)–(4.19) дає підстави припускати, що модельований об'єкт лежить в середині областей розбігання. Таким чином, модельований об'єкт належить до систем з детермінованим хаосом. Тому для його моделювання недоцільно застосовувати методи теорії динамічного хаосу [4]. Цікаво, що проекція фазової траєкторії на площину, утворену змінною та її трендом, також виявляє якісні властивості, притаманні системам з динамічним хаосом, що видно на рис. 4.10.

Для вирахування похідних від дискретного фазового процесу застосовано

процедури з бібліотеки класів [235].

Розмірність n об'єкта моделювання, тобто порядок системи диференціальних рівнянь, записаних у канонічному вигляді – пов'язана з розмірністю псевдо фазового простору M відомого за теоремою Такенса [427], згідно якої $n = \frac{M+1}{2}$, де n і M – відповідно розмірності фазового і псевдо фазового просторів динамічної системи. Перш ніж шукати моделюючі рівняння, що описують об'єкт (4.18)–(4.19) необхідно встановити розмірність цих рівнянь. Для визначення розмірності псевдо фазового, на основі теореми Такенса, і фазового простору, застосовують декілька наближених методів.

Для розрахунку розмірності n об'єкта (4.18)–(4.19) застосуємо наступний алгоритм [199]:

- 1) Нехай задано ряд $z_k = z(t_k)$, де через z позначено величини $x(t_k), y(t_k)$.
- 2) Вибираємо деяку відстань δ між двома точками заданого ряду z_k , яка лежить в межах $[\delta_{\min}, \delta_{\max}]$.

- 3) Вибираємо деяку розмірність псевдо фазового простору M , яка лежить в межах $[M_{\min}, M_{\max}]$.

- 4) Для всіх $\delta \in [\delta_{\min}, \delta_{\max}]$ вираховуємо кореляційний інтеграл за наступним правилом:

$$\gamma(M, \delta) = \{\text{кількість пар } x_i \neq x_j \text{ з відстанню } |x_i - x_j| < \delta\} / m^2.$$

- 5) На залежності $\gamma(M, \delta)$ знаходимо точку крайнього лівого максимуму і зберігаємо це значення

$$d(M) = \max\{\gamma(M, \delta)\}.$$

- 6) Повторюємо пункти 4–5 для всіх $M \in [M_{\min}, M_{\max}]$ і отримуємо залежність $d(M), M \in [M_{\min}, M_{\max}]$.

- 7) Якщо на залежності $d(M)$ спостерігається зростання, яке переходить у горизонтальну лінію графіка $d(M)$, тоді об'єкт $z_k, k=1,2,\dots,n$ належить до

хаотичних об'єктів, а точка M^* , в якій зростання графіку $d(M)$ переходить у стає значення – відповідає кореляційній розміреності ряду z_k , що є верхньою оцінкою розміреності M псевдофазового простору. В іншому випадку, якщо залежність $d(M)$ зростає без досягнення максимуму, тоді об'єкт моделювання належить до стохастичних систем.

8) Якщо z_k – хаотична величина, врахувати розмірність псевдофазового простору M^* як абсцису, в якій зростання $d(M)$ змінюється на стає значення.

9) Розмірність динамічної системи розрахуємо за формулою:

$$n = \left[\frac{M-1}{2} \right] + 1,$$

де $[]$ – позначає цілу частину раціонального числа.

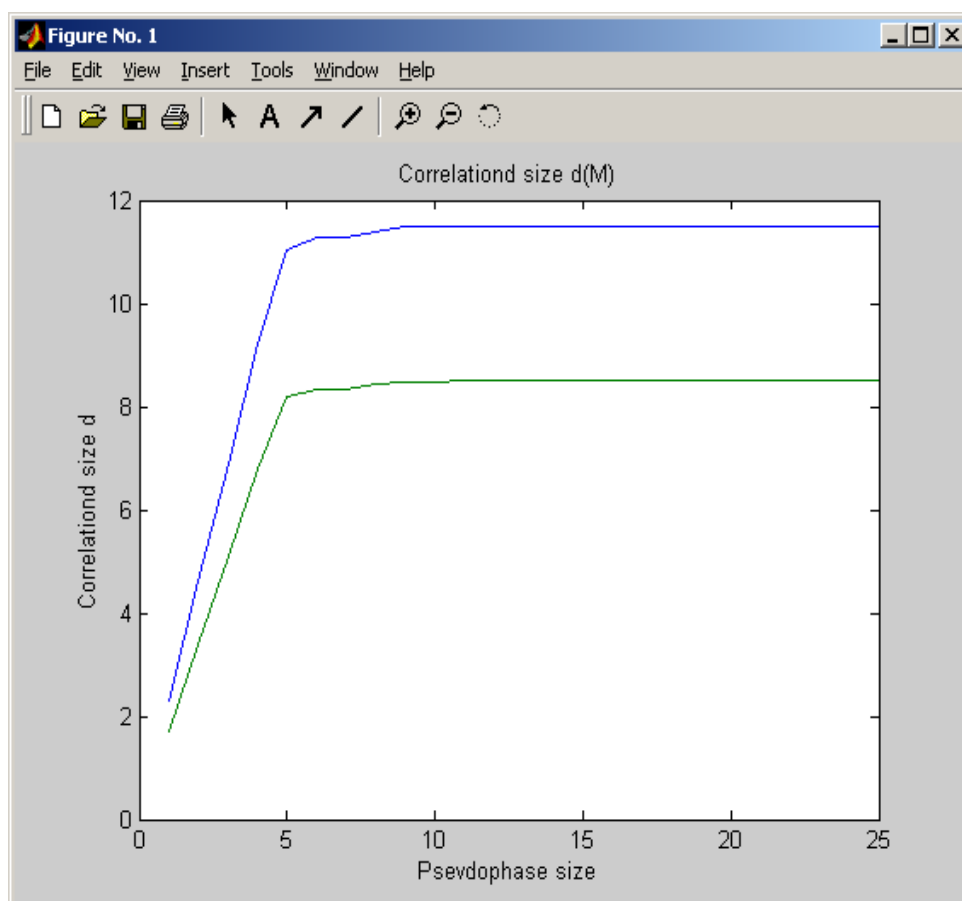


Рис. 4.11. Графіки залежності кореляційної розмірності x_k, y_k від розмірності псевдофазового простору M

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

Обчислення, виконані над рядами x_k, y_k за описаним алгоритмом підтвердили раніше зроблене припущення про хаотичну природу цих величин. Нижче показані графіки кореляційної розмірності $d(M)$, вираховані для x_k, y_k . На рис. 4.11 зображено графік $d(M)$ для величини $x(t_k)$, і графік $d(M)$ для величини $y(t_k)$. З графіків $d(M)$, вирахованих для величин $x(t_k), y(t_k)$ видно, що спочатку $d(M)$ зростає, а потім набуває сталого значення. Абсциса лівого максимуму в залежності $d(M)$ вказує на розмірність псевдофазового простору.

Графічно встановлено розмірність псевдофазового простору $x(t_k)$ – $M_x = 6,4$ та розмірність псевдофазового простору $y(t_k)$ – $M_y = 6,2$.

Згідно теореми Такенса (п. 9 алгоритму розрахунку розмірності n об'єкта (4.18)–(4.19)) розмірність динамічної системи, яка породжує ряд $x(t_k)$ – $n_x = [2,7] + 1 = 3$, розмірність динамічної системи, яка породжує ряд $y(t_k)$ – $n_y = [2,6] + 1 = 3$.

Тобто, для формування системи диференціальних рівнянь, які описують залежності (4.18)–(4.19) достатньо трьох рівнянь першого порядку. Інша річ, що структура цих рівнянь, їх математичний запис поки невідомі.

Отримавши якісні й кількісні підтвердження того, що об'єкт (4.18)–(4.19) належить до систем з детермінованим хаосом, поспробуємо дати економічну інтерпретацію отриманим висновкам.

Застосовуючи для моделювання $x(t), y(t)$ методи детермінованого хаосу, можна отримати модель високої прогностної якості, яка даватиме прийнятний прогноз тривалістю до одного року.

Якщо параметри динамічної системи, яка породжує детермінований хаос, повільно змінюється, про такі системи кажуть, що вони мають внутрішній дрейф. В математичному сенсі наявність дрейфу полягає у явній залежності параметрів від часу.

В теорії динамічних систем відомо декілька методів виявлення дрейфу у хаотичних атракторах. Зокрема, в [254] запропоновано наступний алгоритм:

1. Задано послідовність z_k , $k=1,2,\dots,n$.
2. Розбити точки на дві пари по 4 суміжні точки: $\{(z_i, z_{i+1}), (z_{i+2}, z_{i+3})\}$.
3. Відобразити точку (z_i, z_{i+1}) на координатній площині, утвореній осями $\{z, z\}$ одним кольором.
4. Відобразити точку (z_{i+2}, z_{i+3}) на цій же площині цим же кольором.
5. Повторити п. 3–4 для всіх точок z_k , $k=1,2,\dots,n-4$.

В результаті роботи алгоритму утвориться графічне зображення, на якому будуть перемішані точки різних кольорів.

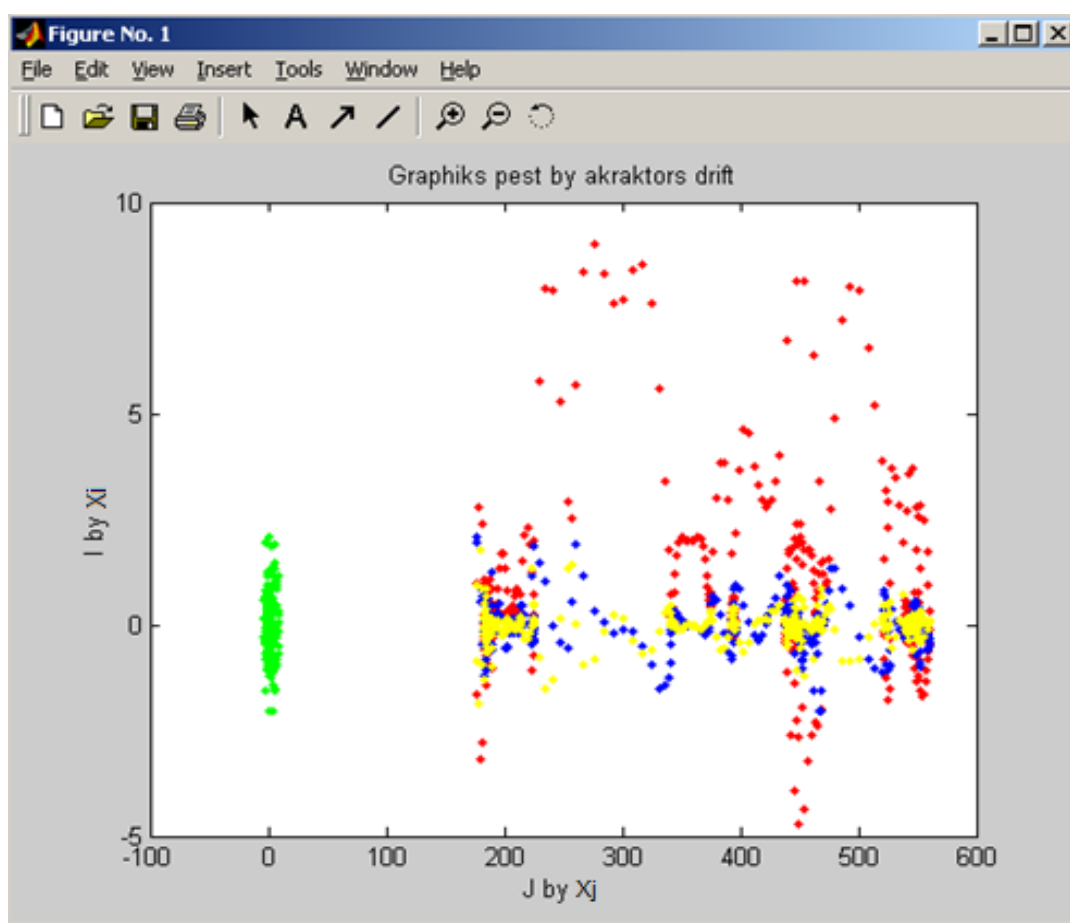


Рис. 4.12. Результат графічного тесту для виявлення дрейфу в аттракторі $x(t_k)$

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

Виявляється, якщо точки різних кольорів розкидати площиною приблизно рівномірно, тоді в такому ряді z_k немає внутрішнього дрейфу, параметри динамічної системи, яка породила такий ряд – не залежать від часу. Якщо ж на

отриманому графічному зображенні точки різного кольору розміщені в різних частинах координатної площини, тоді це вказує на наявність дрейфу – залежності параметрів системи від часу. Для реальних даних x_k, y_k було проведено дослідження за описаним алгоритмом, графічні зображення, отримані в результаті таких обчислень, зображені на рис. 4.12–4.13.

З рис. 4.12 видно розподілення областей, в які потрапляють точки різного кольору, що свідчить на залежність параметрів системи, яка породжує ряд $x(t_k)$, від часу.

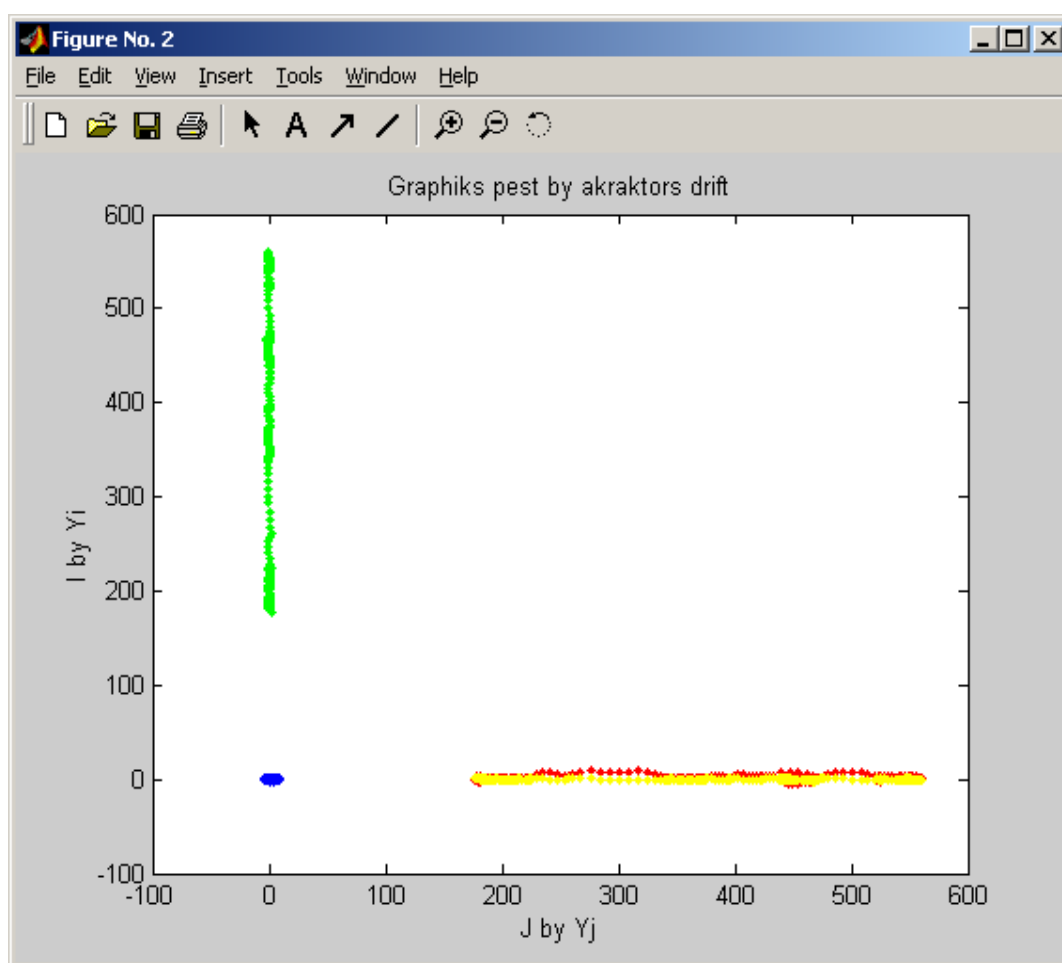


Рис. 4.13. Результат графічного тесту для виявлення дрейфу в атракторі $y(t_k)$

Джерело: отримано автором засобами MATLAB.

Результати обчислень, виконаних за алгоритмом виявлення дрейфу у хаотичних атракторах $x(t_k)$, $y(t_k)$ показують, що параметри динамічних систем, що породжують ці залежності, повільно змінюються з часом. З економічної

точки зору це вказує на повільні зміни, що відбуваються в модельованому сегменті ринку. Можливо, що вплив інфляції, зменшення чи зростання купівельної спроможності споживачів, зміни інтересу до певних видів товарів чи послуг тощо.

З точки зору математичного моделювання, це вказує, що будуючи модель об'єкта (4.18)–(4.19) доцільно вибрати такі модельні структури, які б дозволили записати ідентифікаційні рівняння для великих масивів даних (4.18)–(4.19).

З рис. 4.13 видно розподілення областей, в які потрапляють точки різного кольору, що також свідчить на залежність параметрів системи, що породжує ряд $y(t_k)$, від часу. Програму, що реалізує графічний тест на наявність дрейфу подано в додатку К.

Попередній апріорний аналіз даних (4.18)–(4.19), експериментальне дослідження цих даних, виконане з допомогою алгоритмів ідентифікації характеристик стохастичних й динамічних систем, дозволяють зробити висновки, про взаємозв'язки параметрів моделі.

Так, величина $y(t_k)$ виступає як відгук ринку товарів / послуг на величину $X(t)$. Тому пару $x(t)$ та $y(t)$ величин доцільно розглядати як «вхід–вихід» кібернетичної системи.

Вихід $y(t)$ – величина випуску продукції залежить від $x(t)$ на відрізок τ , що вказує тривалість виробничого циклу, й інтеграли від цих величин на τ мали б співпадати, якщо б випуск продукції здійснювався синхронно до її споживання. Однак, в дійсності ці інтеграли не співпадають:

$$\int x(t)dt \neq \int y(t)dt \quad (4.21)$$

Порушення умови неперервності (4.21) зумовлене профіцитом випуску товарів і його дефіцитом. При чому відхилення динаміки випуску продукції від динаміки експорту товарів має свої закономірності, котрі виявляються при тривалому спостереженні за системою (4.18)–(4.19).

Отже, це дозволяє зробити висновок, що для моделювання величини $y(t)$ за відомою величиною $x(t)$ необхідно побудувати модель на зразок моделі

кібернетичної «чорної скриньки» або економіко-математичної моделі, яка відображала б залежність за допомогою оператора.

$$F : x(t) \rightarrow y(t) \quad (4.22)$$

Огляд методів моделювання показує, що в якості такого оператора F можуть бути вибрані, зокрема диференціальні або інтегральні рівняння.

До послідовностей $y(t_k)$, $x(t_k)$ були застосовані методи аналізу, що ґрунтуються на теорії динамічного хаосу. В результаті цього було встановлено, що обидві величини, як $x(t)$, так і $y(t)$ належать до хаотичних динамічних процесів.

Чисельне значення горизонту прогнозу для $x(t)$, $y(t)$ дорівнює приблизно одному календарному рокові. Це дозволяє сподіватися, що прогнози, отримані з допомогою теорії динамічного хаосу, дозволять знайти шукане значення – обсягу експорту товарів та обсягу виробництва продукції.

Такі відмінності між статистичними характеристиками хаотичних величин $x(t)$, $y(t)$, дозволяють припускати, що для відображення $y(t)$ на основі прогнозової величини $x(t)$ достатньо лінійної моделі.

Розмірність простору, до яких належать величини (4.18)–(4.19) співпадає й дорівнює 3. Це вказує, що для відображення величини $y(t)$ на основі $x(t)$ достатньо диференціального рівняння 3-го порядку.

Крім того, виявлено, що в рядах $x(t_k)$, $y(t_k)$ котрі є реалізаціями уявного атрактора, зберігається слабкий дрейф, тобто параметри моделі, яка має описувати обсяг експорту товарів $x(t)$ й обсяг їх виробництва $y(t)$, виявляють слабку залежність від часу.

Такі властивості модельованих величин $x(t)$, $y(t)$ дають підстави припускати, що ефективна структура прогнозової моделі величини випуску продукції має поєднувати дві ланки. Спершу, необхідно за допомогою методів теорії динамічного хаосу отримати прогноз величин обсягів експорту товарів $x(t)$ тривалістю впродовж одного виробничого циклу τ_x . А потім, знаючи $x(t)$, з

допомогою динамічної моделі типу «вхід–вихід» знайти прогнозну величину поступлень $y(t)$ на цьому ж відрізку часу. Перед визначенням $y(t)$, розуміється, має бути побудована модель, що здійснює відображення (4.22). Структурна схема такої моделі показана на рис. 4.14.

На схемі, показаній на рис. 4.14, опущено обчислювання дослідження параметрів $x(t_k)$, $y(t_k)$, адже сама структура моделі була вибрана на основі результатів цих досліджень. Також зауважимо, що модель (4.22) має бути побудована один раз, а обчислення $x(t)$, $y(t)$ – періодично повторюються відповідно до практичних потреб в прогнозних даних. Також, при значному поновленні рядів (4.18)–(4.19) новими значеннями необхідно заново вказувати ідентифікацію моделі (4.22).

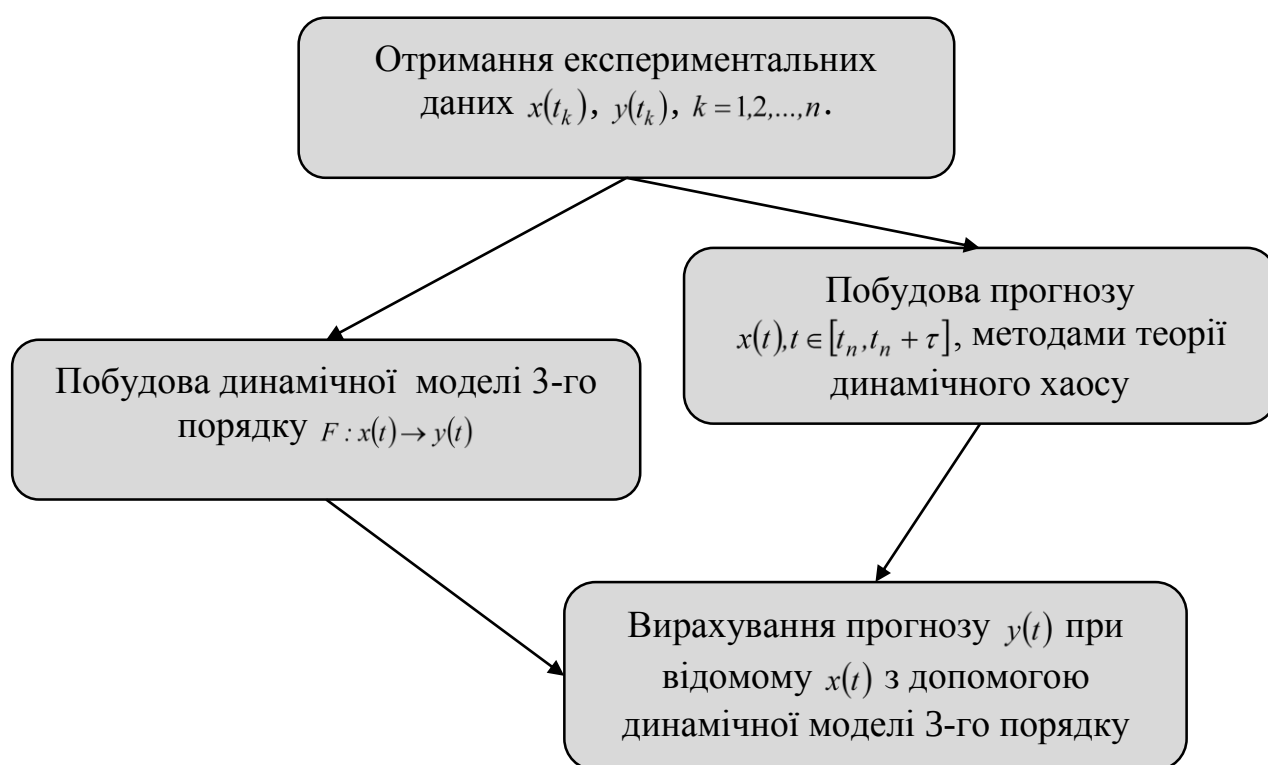


Рис. 4.14. Концептуальна схема структури моделі прогнозування випуску продукції $y(t)$ на основі екстраполяції $x(t)$

Джерело: складено автором.

Огляд методів моделювання показує, що за структуру (4.22) може бути взятий будь-який з приведених методів, а також інші, які близькі до них, – наприклад, методи нейронних мереж й методи макромоделювання.

4.3. Моделювання прогнозу динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі на прикладі країн ЄС

Огляд взаємозв'язків між параметрами моделі, виконано в попередньому пункті, показує, що для побудови моделі необхідно виконати дві задачі – отримати прогноз $x(t)$ і на його основі вирахувати $y(t)$.

Розглянемо першу задачу вирахування прогнозу $x(t)$. В теорії динамічного хаосу відомий оригінальний метод побудови прогнозів, який для досліджуваної задачі, що відрізняється порівняно невеликою розмірністю масиву $x(t_k)$ і наявністю дрейфу, потребує уточнення.

Знайдемо у залежності $x_k = x(t_k)$ фрагменти траєкторії, що близькі до прикінцевого реального фрагменту.

Позначимо цей прикінцевий відрізок $\tilde{x}_q$. Тоді передбачаючи масив, нам потрібно знайти в ньому відрізки близькі до $\tilde{x}_q$. Ця близькість може бути визначена, наприклад, в Евклідовій нормі як різниці між векторами $\tilde{x}_i$ й $\tilde{x}_q$. Відрізки близькі до прикінцевого позначимо $x_1, x_2, \dots, x_N$, де N – кількість знайдених таких близьких відрізків. Далі, знайшовши для кожного з близьких відрізків їх продовження $x_i, i=1, 2, \dots, N$, маємо підстави стверджувати, що очікуваний прогноз $\tilde{x}_q$ буде близький до цих продовжень $\tilde{x}_i$. Адже це основна властивість хаотичних динамічних систем. Тобто, прогноз $\tilde{x}_q$ можна знайти, наприклад, як усереднення $\tilde{x}_i, i=1, 2, \dots, N$.

Проте, цей метод безпосередньо не придатний для досліджуваної задачі через наявність дрейфу й малу розмірність масиву (4.18). Щоб обійти цю складність введемо поняття близькості відрізків:

$$|\tilde{x}_i - \tilde{x}_q| < \delta \quad (4.23)$$

як умову, що для всіх елементів $\tilde{x}_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$, $\tilde{x}_q = (x_{1q}, x_{2q}, \dots, x_{nq})$, де n – тривалість прикінцевого відрізка, задана дискретним часом, різниця між

ними буде приблизно однаковою. Тобто відрізки $\tilde{x}_i, \tilde{x}_j$ близькі в сенсі норми d_i , якщо

$$d_i = (x_{ki} - x_{kj}), k = 1, 2, \dots, n; |d_i| < \delta \quad (4.24)$$

де δ деяке мале додатне число. Тобто між близькими відрізками $\tilde{x}_i, \tilde{x}_j$ зберігається стала відстань d_i для всіх їх елементів.

Ввівши норму (4.24) замість Евклідової норми для оцінки відстані між векторами, отримуємо наступний алгоритм для прогнозування $x(t)$:

1. Виділити в масиві $x(t_k)$ (4.18) прикінцеву ділянку x_q .
2. Знайти відрізки $x_1, x_2, \dots, x_N$ близькі до x_q в сенсі норми (4.24), де N – їх кількість.
3. Сформувати продовження близьких відрізків $x_1, x_2, \dots, x_N$, кількість елементів яких відповідає раніше встановленому горизонту прогнозу τ .
4. Сформувати з продовження близьких відрізків прогноз x_q з допомогою усереднення:

$$x_q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\tilde{x}_i + d_i) \quad (4.25)$$

Описаний алгоритм прогнозування обсягів експорту товарів дозволяє знайти прогнозні значення величини $x(t)$, яка належить до хаотичних динамічних величин з допомогою методів теорії динамічного хаосу.

Зауважимо, що замість арифметичного усереднення можуть бути використані інші методи усереднення, наприклад в [254].

Знайшовши $x_q = (x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+l})$, де l – кількість вузлів прогнозу, першу частину задачі моделювання $y(t)$, виконано.

Дальше розглянемо модель величини $y(t)$ як реакції на відоме значення $x(t)$. В [68] вперше запропоновано, а в [197] обґрунтовано модель типу «вхід–

вихід», задану структурою:

$$\begin{aligned} \dot{y}_0 &= y_1; \\ \dot{y}_1 &= y_2; \\ &\dots \\ \dot{y}_n &= \sum_{i_0, \dots, i_n, j_0, \dots, j_n=0}^r c_{i_0, \dots, i_n, j_0, \dots, j_n} y_0^{i_0} \cdot \dots \cdot y_n^{i_n} \cdot (x^{(j_0-1)})^{j_0} \cdot \dots \cdot (x^{(j_n-1)})^{j_n}; \end{aligned} \quad (4.26)$$

та ідентифікаційними рівняннями, заданими регуляризаційним функціоналом Тіхонова:

$$\min_c \left(\sum_{k=1}^p \left(\dot{y}_n(t_k) - \sum_{i_0, \dots, i_n=0}^r c_{i_0, \dots, i_n} y_0^{i_0}(t_k) \cdot \dots \cdot y_n^{i_n}(t_k) \right)^2 + \alpha \sum_{i_0, \dots, i_n=0}^r c_{i_0, \dots, i_n} \right) \quad (4.27)$$

Методи ідентифікації системи (4.26)–(4.27) достатньо добре вивчені, тому вона придатна як практичний інструмент для розв’язання поставленої задачі – моделювання прогнозу $y(t)$ за відомим значенням обсягу експорту товарів $x(t)$.

Застосувавши динамічну модель (4.26)–(4.27) до прогнозу $x(t)$ достатньої тривалості, знаходимо прогноз обсягу випуску продукції такої ж тривалості.

Загальний порядок обчислень, необхідних для моделювання прогнозу випуску продукції, описано в наступному алгоритмі:

1. Отримати дійсні значення прогнозованих величин $x(t_k), y(t_k), k = 1, 2, \dots, n$.
2. Визначити розмірність n модельованих даних.
3. Знайти прогнозне значення величини обсягу експорту $x(t)$ на області прогнозування $t \in [t_n; t_{n+l}]$, яка відповідає горизонту прогнозу.
4. З допомогою моделі (4.26)–(4.27) знайти шукане прогнозне значення величини випуску продукції.

Описаний вище алгоритм дає послідовність обчислень, необхідну для вирахування прогнозу за вперше отриманими даними. Якщо ж дані періодично поновлюються, тоді необхідно перераховувати прогноз $x(t)$, застосовуючи при

цьому алгоритм прогнозування хаотичної величини обсягів експорту $x(t)$, і уточнити модель (4.26)–(4.27) з допомогою спеціального алгоритму її уточнення [198].

Для дослідження розробленої моделі було виконано ряд експериментів з статистичними даними Eurostat [345] обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 р. – вересня 2017 р., взятих помісячно (189 значень). Був проведений обчислювальний експеримент з вирахування прогнозованої величини випуску продукції для країни-експортера з допомогою запропонованого вище алгоритму моделювання прогнозу випуску продукції. Схематично план цього експерименту зображено на рис. 4.14.

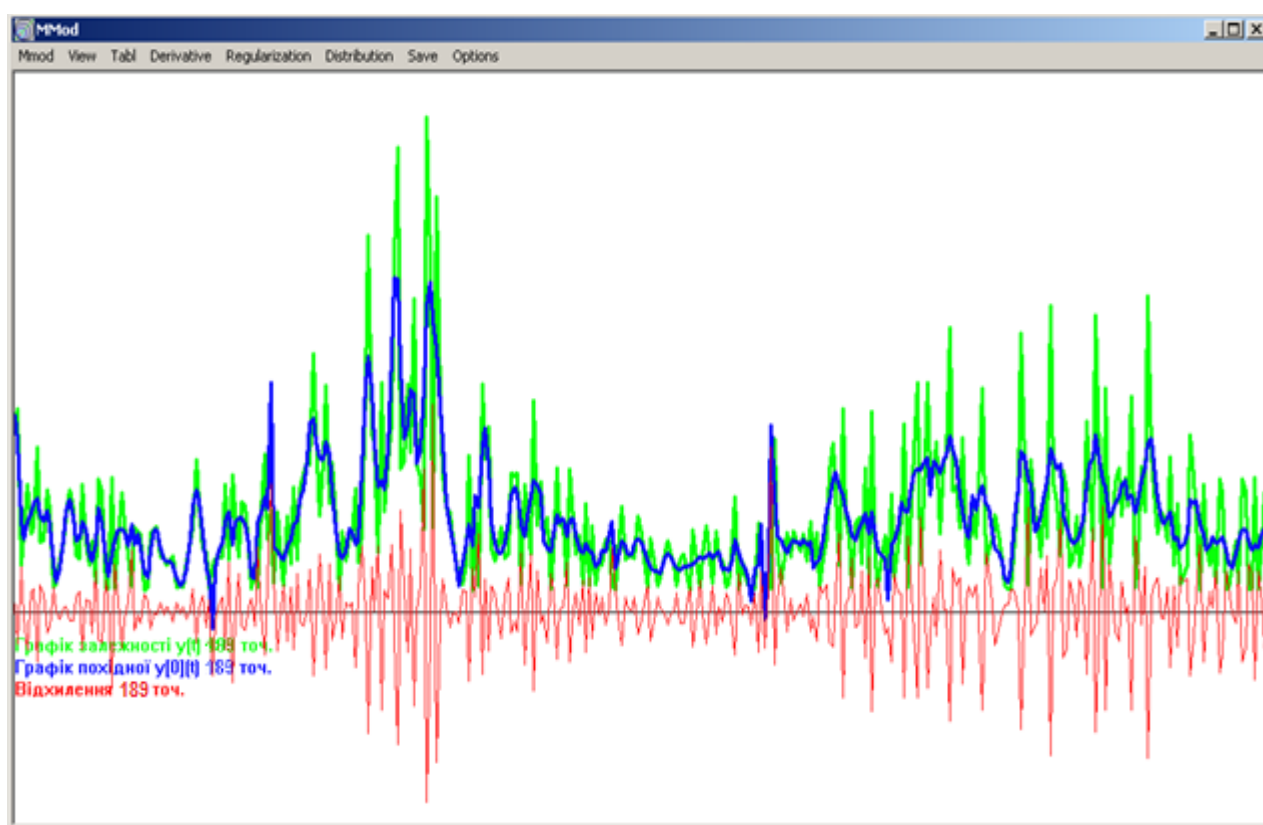


Рис. 4.15. Графік залежності величини експорту товарів від часу $x(t)$

Джерело: отримано автором засобами Visual Studio та мови програмування C++.

Потім при відомому прогнозованому значенні величини обсягів експорту товарів $x(t)$ було знайдено середньо тривалий прогноз випуску продукції $y(t)$ з допомогою методу динамічного макромодельовання, за моделлю, записаною у формі рівнянь (4.26)–(4.27). Графік змодельованої величини поступлень показано на рис. 4.15.

Спершу для величини обсягів експорту $x(t)$ було знайдено середньо тривалий прогноз з допомогою запропонованого методу моделювання динамічно-хаотичних величин згідно алгоритму прогнозування хаотичної величини обсягів експорту $x(t)$. Графік прогнозованої величини показано нижче.

Результати обчислювальних експериментів, виконаних за розробленим алгоритмом моделювання величини обсягу виробництва товарів країною-експортером, показують, що застосування методів прогнозного моделювання динамічних хаотичних процесів з характерними циклічними повтореннями рухів, які в них відбувається, доцільно виконувати за методом виявлення схожих фрагментів траєкторій з подальшою екстраполяцією їх усереднення. З допомогою цього методу отримано якісний прогноз тривалістю один рік для величини експорту товарів країн ЄС.

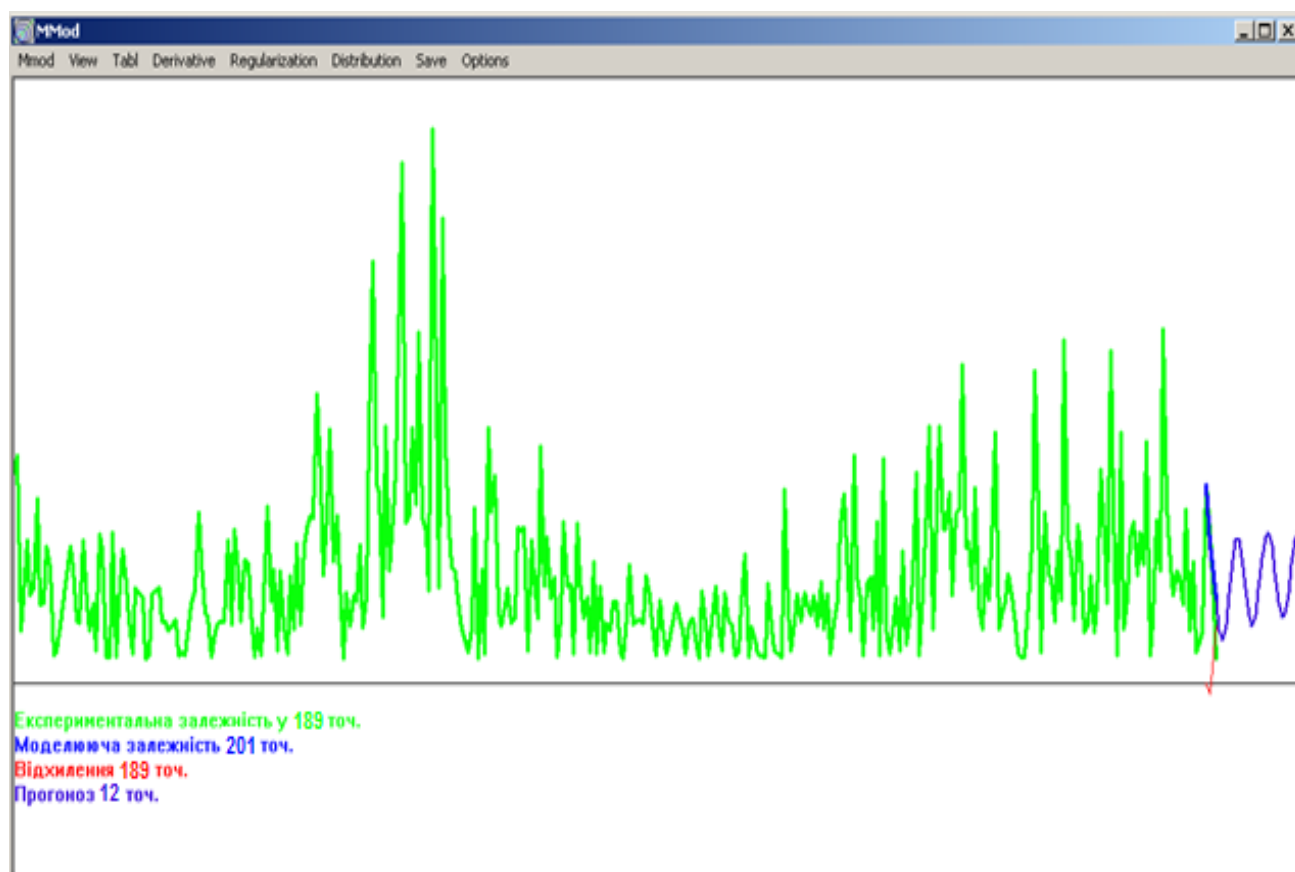


Рис. 4.16. Графік залежності величини випуску продукції від часу $y(t)$ та проноз цієї величини на 1 рік

Джерело: отримано автором засобами Visual Studio та мови програмування C++.

Для відображення динамічної залежності між величиною обсягу експорту товарів країн ЄС й величиною обсягу випуску продукції країнами-експортерами з успіхом використано методи динамічного макромодельовання.

Отже, експерименти з моделюванням попиту на товари та їх пропозицією показують, що якісні прогнозні значення отримано як з допомогою окремого використання методів динамічного макромодельовання, так й при використанні методів теорії динамічного хаосу.

В остаточному ж результаті для практичного розв'язання поставленої задачі – визначення обсягів випуску продукції використано алгоритм, в якому спершу з допомогою методів динамічного хаосу побудовано прогноз обсягів експорту, а потім з допомогою макромодельовання оцінено величину випуску товарів.

Таке поєднання методів моделювання складних динамічних залежностей дозволило отримати якісну прогнозну модель, в якій враховано як циклічність процесів, що відбуваються у сфері торгівлі, так й динаміку попиту і пропозиції товарів у міжнародній торгівлі країн.

Для виконання обчислювальних експериментів з даними, визначення параметрів моделі за методами теорії динамічного хаосу було розроблено програмне забезпечення мовою MATLAB. Зокрема, з допомогою цього програмного забезпечення побудовано псевдофазовий портрет модельованого об'єкта, виконано тест на виявлення дрейфу для даних.

Для побудови прогнозу методом теорії динамічного хаосу за алгоритмом прогнозування хаотичної величини обсягів експорту $x(t)$, розроблено окремий програмний клас мовою C++ (див. дод. Л). На основі цього класу спроектовано програму, яка, приймаючи дані хаотичного процесу, вираховує його прогноз згідно алгоритму (див. дод. М).

Програмний продукт, розроблений за допомогою мови програмування C++, легко запускається за допомогою виконуваного файлу із розширенням exe, адаптований під оболонку Windows і призначений для екстраполяції хаотичних

процесів, що може бути використано як інструмент підтримки прийняття управлінських рішень при плануванні середньо- і довготривалих капіталовкладень у процес виробництва продукції країнами, а також як інструмент прогнозування основних показників з метою визначення стратегічних напрямів розвитку економіки держави у сфері торгівлі.

Моделювання прогнозу динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі країн дало змогу зробити такі висновки:

1. Для моделювання прогнозу динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі у якості вхідного параметру розглянуто обсяг експорту товарів країн ЄС. Розглядаємо дві дискретні залежності, що відображають відповідно щомісячну величину обсягу експорту товарів країн ЄС, розраховану у грошових одиницях (млн. дол. США), та щомісячний випуск продукції, розрахованої на експорт і також виражену в грошових одиницях (млн. дол. США). Над модельованими даними було виконано ряд експериментів, спланованих для якісної ідентифікації їх статистичних властивостей та для визначення параметрів, які відображають ці властивості.

2. Здійснено аналіз псевдофазового простору для отримання висновків про наявність детермінованого хаосу, так як, коли на фазовому портреті чітко видно області з перемішуванням, це дає всі підстави стверджувати про наявність детермінованого хаосу. Тому для топологічного дослідження фазового простору об'єкта моделювання було побудовано проекції її фазових траєкторій на координатну площину, утворену різним поєднанням їх похідних, порядок яких не перевищував 3. Графічно встановлено розмірність псевдофазового простору для об'єктів моделювання та на основі теореми Такенса визначено розмірність моделюючих рівнянь, що описують об'єкт. Розмірність простору, до яких належать величини співпадає й дорівнює 3. Це вказує, що для відображення величини випуску продукції на основі обсягу експорту товарів достатньо диференціального рівняння 3-го порядку. Крім того, виявлено, що в рядах модельованих величин, котрі є реалізаціями уявного атрактора, зберігається слабкий дрейф, тобто параметри моделі, яка має описувати обсяг експорту

товарів й обсяг їх виробництва, виявляють слабку залежність від часу. Такі властивості модельованих величин дають підстави припускати, що ефективна структура прогнозової моделі величини випуску продукції має поєднувати дві ланки. Спершу, необхідно за допомогою методів теорії динамічного хаосу отримати прогноз величин обсягів експорту товарів тривалістю впродовж одного виробничого циклу. А потім, знаючи ці значення, з допомогою динамічної моделі типу «вхід–вихід» знайти прогнозну величину випуску продукції на цьому ж відрізку часу.

3. Запропоновано метод вирахування прогнозу величини обсягів експорту на основі алгоритму зі спеціальною метрикою, яка фіксує рівновіддаленість фрагментів модельованого ряду. Також запропоновано алгоритм, що описує загальний порядок обчислень, необхідних для моделювання прогнозу випуску продукції. Методи прогнозування обсягів випуску продукції, запропоновані в цій роботі, придатні для розробки програмного забезпечення, що дозволить оперативно моделювати очікувану величину обсягів виробництва товарів. Застосування розробленої методики оцінки величини прогнозу пропозиції на ринку товарів за раніше відомим попитом на них, відкриває шлях до високоефективного планування розподілу коштів, інвестованих у виробничі процеси, зокрема дозволяє планувати акумуляцію коштів для придбання нового обладнання, нових технологій виробництва тощо, тобто сприяє розв'язанню актуальної задачі планування постійного технологічного оновлення засобів випуску продукції, сприяє планомірному оновленню технологій, вносить істотні позитивні зрушення в міжнародні відносини на рівні країн.

4. Розроблене програмне забезпечення мовою MATLAB для дослідження часових рядів методом теорії динамічного хаосу. А також програмне забезпечення мовою програмування C++, призначене для екстраполяції хаотичних процесів, як виконуваний файл програмного продукту може бути використано у якості інструменту підтримки прийняття рішень при плануванні середньо- і довготривалих капіталовкладень у процес виробництва продукції країнами. Програмний продукт, адаптований під операційну систему Windows і

призначений також для прогнозування основних показників торгівлі з метою визначення стратегічних напрямів розвитку економіки держави у цій сфері.

РОЗДІЛ 5

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН

5.1. Методологічний підхід до моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн

Країна як суб'єкт ринку прагне максимально задовольнити потреби свого населення, споживаючи корисні якості економічних благ. В зв'язку із цим, попит на блага збільшується і, як наслідок, зростає обсяг даних благ. Окрім того, на поведінку країни як споживача впливають зовнішні і внутрішні фактори.

Зовнішніми факторами є ціни товарів, бюджет країни, її приналежність до певного типу країн світу за рівнем економічного розвитку. Внутрішніми факторами є бажання задовольнити потреби населення країни. Цим і зумовлене рішення країни щодо придбання блага, тобто її поведінка на світовому ринку. Отже, дії країн при формуванні попиту на різні товари впливають на виробництво та споживання даних товарів. Таким чином постає актуальність дослідження агрегованого попиту країни як суб'єкта світового ринку.

Аналіз поведінки країн на світовому ринку призначений для визначення споживчих переваг населення цієї країни, які базуються на корисності товарів, тобто на споживчих властивостях товарів. Встановлюючи ціни країна у грошовій формі оцінює міру корисності товару для всієї сукупності споживачів.

Існує поділ на загальну і граничну корисність. Загальна корисність – це сукупна величина корисного ефекту від споживання даного товару, а гранична – це додаткова величина корисного ефекту від споживання кожної додаткової одиниці товару. Гранична корисність певного товару для країни на світовому ринку характеризує її здатність сплатити за нього максимальну ціну. Відношення граничної корисності товару до його ринкової ціни складає зважену граничну корисність, яка вказує на те, що останні грошові одиниці, витрачені на придбання

даного товару і на придбання інших товарів, повинні становити ту одну і ту ж корисність.

Країна як суб'єкт ринку має на меті досягнути максимуму корисності, враховуючи бюджетні обмеження та її економічну політику, а корисність певного набору товарів і послуг дорівнює сумі граничних корисностей кожної одиниці благ. Країна на світовому ринку вибере той товар, що додає на кожну грошову одиницю більше корисності. При порівнянні граничних корисностей кожної одиниці товару з розрахунку на грошову одиницю країна послідовно перебирає наявні товари, до тих пір, поки обмеження бюджету вже не дозволить збільшити сумарної корисності.

Для країни на світовому ринку вибір споживчих товарів буде оптимальним, якщо враховуючи бюджет країни і її економічну політику відношення граничних корисностей певної сукупності товарів і послуг буде дорівнювати відношенню їхніх цін. Дане правило сприяє перебуванню країни у стані рівноваги. При умові, що рівноваги немає, тобто країна хоче змінити структуру споживчих товарів і послуг, вона почне перерозподіляти бюджет таким чином, що із збільшенням обсягу одного товару гранична корисність його буде спадати, а при зменшенні обсягу іншого товару, його гранична корисність буде зростати і так до відновлення рівноваги. Окрім того, сукупна корисність нової структури товарів і послуг в рамках того ж бюджету зростатиме. Таким чином, рівновага у споживанні максимізуватиме добробут населення.

Рівновага у споживанні є важливою умовою не лише для оптимізації споживчого вибору для окремої країни, а й умовою оптимізації в ринковій економіці в цілому, тобто оптимізація досягається при зрівноваженні граничних переваг і граничних витрат. Ця модель також відображає твердження, що пропорції обміну товарів і ринкове ціноутворення базуються на корисності.

Для того, щоб відповідні пропорції товарообміну зберігалися, важливою умовою є забезпечення структурної оптимальності торгівлі, що також зможе запобігти посиленню економічної нестабільності в країні [38].

Під структурою торгівлі будемо розуміти пропорції груп товарів і послуг. Так як структура будь-якої економічної системи, і торгівлі також, зазнає певних змін з плином часу, то і пропорції груп товарів і послуг теж носять динамічний характер.

Існує багато показників та методик для оцінювання структурних змін у часі. Проте, дослідження структурних компонент в динаміці порівняно нове спрямування в економічній теорії. Багато видатних економістів розробляли теоретичні моделі, в яких описували структуру досліджуваних явищ таких, як Д. Рікардо, Л. Вальрас, А. Маршал, Дж. Хікс, М. Фрідман, Дж.С. Мілль, Ф. Еджуорт, В. Парето, М. Алле та ін. У більшості випадків запропоновані вченими моделі були статичними, вони описували економічні процеси, досліджуючи динаміку структурних характеристик в попередні періоди, та на основі результатів отримували прогнозні значення на майбутні періоди.

В іншому напрямі працювали такі вчені-економісти, як В. Леонт'єв, І. Фішер, А. Пігу, Р. Солоу, П. Сраффа та ін. Вони займалися оцінюванням якісних часток структурних компонент із застосуванням оптимізаційних математичних методів для досягнення економічного зростання [67].

У розвинутих країнах державна політика спрямовується на перерозподіл її ресурсного потенціалу для стимулювання економічного зростання. Загально відомо, що прогресивні структурні зміни приводять до економічного зростання, а регресивні спричиняють сповільнення економічного зростання і економічний спад. Саме тому нині постає важливе питання оцінювання структурної динаміки протікання економічних процесів [101; 106].

Зважаючи на зростання ролі міжнародної торгівлі в економічному розвитку, актуальним є аналіз структурної динаміки міжнародної торгівлі. Виявлення взаємозв'язків між структурними елементами міжнародної торгівлі дає змогу передбачити, які зміни відбуватимуться у структурній динаміці наявних товарних груп. А отже, запобігти структурній рецесії та навіть структурній кризі. Оскільки однією із проблем вимірювання економічних процесів є їхня динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків

[106], саме структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі дасть змогу оптимізувати процес вимірювання торгівлі.

При проведенні статистичного аналізу особливе місце займає оцінювання структурних змін певного процесу, тобто змін у частковому співвідношенні між компонентами структури (одні збільшуються, інші зменшуються, а є й такі, частки яких залишаються незмінними). В економіці аналіз зростання та структурних змін прийнято називати структурно-динамічним [106].

Для якісної оцінки структурних змін потрібно забезпечити комплексний аналіз їх параметрів, тому що подальше розуміння трансформаційних перетворень торгівлі напряду залежить від рівня аналітичного відображення статистики основних показників. Це дасть змогу запропонувати ефективні сценарії формування основних тенденцій протікання торгівлі. Структурні зрушення характеризуються динамічністю розвитку, що виражені їх кількісними показниками. Тобто здійснити оцінку динамічних зрушень у сфері торгівлі можливо за допомогою розрахунків часток структурних компонент протягом досліджуваного періоду. Відмінності між елементами структури розглядається з позиції зміни частки одної компоненти стосовно іншої.

Сьогодні існує багато наукових об'єднань, що займаються застосуванням різних методик при проведенні структурно-динамічного аналізу в економіці. Проте, у науковій літературі досить рідко можна побачити праці, присвячені опису та систематизації таких методик, що сповільнює розробку інструментарію для проведення ефективного структурного аналізу та формування розуміння ваги структурних характеристик в сукупності інших. Існує потреба уточнення множини показників, які використовуються при ідентифікації структури на різних рівнях.

Для визначення структурних трансформацій в економічних системах здійснюють оцінювання структурних зрушень і структурних відмінностей. Для цього використовують різні показники структурних зрушень, наприклад, індекс відмінностей, лінійний і квадратичний коефіцієнти абсолютних структурних зрушень (Казинця), інтегральний коефіцієнт структурних зрушень К. Гатєва,

інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей А. Салаї, індекс В. М. Рябцева та ін.

Кожному із зазначених показників притаманні свої переваги і недоліки. Розглянемо основні з них.

Індекс відмінностей належить до найпростіших узагальнюючих показників абсолютного значення структурних зрушень [269]. На відміну від більшості інших показників даний індекс обмежений як знизу, так і зверху:

$$I_{відм.} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |d_{1i} - d_{0i}|, \quad (5.1)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності різних періодів, або частки i -го елементів різних сукупностей; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

До переваг цього індекса належить те, що він не залежить від кількості компонент структури. Він набуває значень від 0 до 1 і має свою шкалу градацій структурних відмінностей:

- 0,00–0,10 – подібність структур;
- 0,11–0,20 – подібність структур з певними відмінностями;
- 0,21–0,25 – наявність незначних відмінностей;
- 0,26–0,30 – перехід від незначних відмінностей до істотних;
- 0,31–0,35 – велика різниця між структурними компонентами;
- 0,36–0,40 – перехід від суттєвої різниці до значної;
- 0,41–0,50 – значна відмінність між елементами структури;
- 0,51–0,60 – перехід від значної різниці до явної;
- 0,61–0,70 – явна відмінність;
- 0,71–0,80 – перехід від явної відмінності до протилежності структур;
- 0,81–1,00 – протилежність структур.

У міжнародній статистичній практиці більш часто для оцінки структурних трансформацій обчислюють [269]:

- 1) лінійний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень (Казинця)

$$S_d = \frac{\sum_{i=1}^n |d_{1i} - d_{0i}|}{n}, \quad (5.2)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому; n – кількість елементів у досліджуваній структурі;

2) квадратичний коефіцієнт абсолютних структурних зрушень (Казинця):

$$S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}{n}}, \quad (5.3)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Лінійний і квадратичний коефіцієнти абсолютних структурних зрушень демонструють на скільки одиниць у відсотках в середньому відхиляються один від одного порівнювані частки структурних компонент. Якщо зрушень немає, ці показники дорівнюють 0. А оскільки для цих коефіцієнтів немає верхньої межі, то зміни структури будуть тим більшими, чим вищі значення коефіцієнтів. Квадратичний коефіцієнт більш точно вказує на сильні зрушення структури, тому його краще використовувати, ніж лінійний.

Ефективне оцінювання вагомості структурних трансформацій здійснюють за допомогою відносних показників – інтегральних індексів Гатєва і Салаї, які успішно використовують у міжнародній аналітиці. Ці коефіцієнти обчислюються для встановлення не лише відмінності двох сукупностей, але і для оцінювання зміни структури в динаміці. У цьому разі вищезазначені коефіцієнти трактуються як узагальнюючі показники структурних змін в динаміці [269].

Для обчислення інтегрального коефіцієнта структурних зрушень К. Гатєва беруть до уваги інтенсивність структурних трансформацій за окремими групами та частки компонентів у структурах, що порівнюються:

$$K_{Gam} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}{\sum_{i=1}^n d_{1i}^2 + \sum_{i=1}^n d_{0i}^2}}, \quad (5.4)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Індекс К. Гатєва може приймати значення від 0 до 1.

Для розрахунку інтегрального коефіцієнта структурних відмінностей Салаї враховують інтенсивність змін, що відбуваються у окремих групах, частки груп в порівнюваних структурах, а також кількість груп:

$$I_C = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{1i} - d_{0i}}{d_{1i} + d_{0i}} \right)^2}{n}}, \quad (5.5)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей Салаї теж приймає значення з проміжку (0;1).

Інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей В. М. Рябцева характеризує структурні зміни часток елементів сукупності [166]. Оцінювання здійснюється на основі максимально можливої величини структурних відмінностей між компонентами сукупності. Наближення значення показника до 1 вказує на сильну відмінність в структурі.

$$I_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}{\sum_{i=1}^n (d_{1i} + d_{0i})^2}}, \quad (5.6)$$

де d_{0i} , d_{1i} – частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Для індексу Рябцева існує шкала оцінювання отриманих результатів [248]:

- 0,000–0,030 – тотожність структур;
- 0,031–0,070 – дуже низький рівень відмінностей структур;
- 0,071–0,150 – низький рівень відмінностей структур;
- 0,151–0,300 – істотний рівень відмінностей структур;
- 0,301–0,500 – значний рівень відмінностей структур;

- 0,501–0,700 – дуже значний рівень відмінностей структур;
- 0,701–0,900 – протилежний тип структур;
- 0,901 та вище – повна протилежність структур.

На відміну від індекса Салаї індекс Рябцева застосовується для більш широкої різновидності сукупностей статистичних даних. А також ще однією безумовною перевагою цього коефіцієнта є шкала інтерпретації отриманих результатів, розроблена В. М. Рябцевим, що дає змогу здійснювати аналіз, користуючись готовою шкалою, а не порівнювати розраховані значення коефіцієнта.

Коефіцієнт К. Гатєва, індекс А. Салаї та індекс В. М. Рябцева є доволі зручними у використанні і дають змогу отримати досить точні результати. Проте, говорячи про недоліки використання даних індексів, варто зауважити, що існує проблема відсутності інтуїтивного розуміння, яка ускладнює вибір потрібного показника. У аналітичному вираженні індекси Рябцева і Гатєва відрізняються лише знаменником, однак, важко виділити кращий з них так, як відсутня зрозуміла інтерпретація результатів.

Налічується багато підходів до оцінювання структурних зрушень, що характеризуються як застосуванням зовсім простих показників, які вказують на зміни у структурі економічного процесу, так і більш складних, що описують кількісні особливості таких змін та якісні видозмінення самого процесу.

Вартим уваги також є підхід до аналізу структурних трансформацій, запропонований доктором економічних наук, професором Іжевського державного технічного університету Дідовим Леонідом Анатолійовичем (Дедов Леонид Анатольевич). У його роботах [78, 80] представлена модель аналізу структурно-динамічних змін, за допомогою якої автор пропонує здійснювати оцінювання відмінностей між галузями промисловості на регіональному рівні, а також дану модель можна використовувати для визначення динаміки розвитку певних секторів економіки [79]. Застосування методики Л. Дідова є доцільним та результативним, перевага її полягає у можливості визначення як динаміки структурних змін, так і зіставлення їх із темпами економічного зростання галузей

промисловості. Модель аналізу структурно-динамічних змін дає розуміння які фактори впливають на підвищення темпів економічного зростання. Л. А. Дідов, описуючи свій підхід до проведення структурно-динамічного аналізу, формулює поняття інноваційної та інерційної компонент, що визначають причини економічного зростання чи спаду.

Методика Л. А. Дідова підходить для проведення аналізу структурних трансформацій у сфері торгівлі, так як у загальній структурі торгівлі відбуваються зміни часток структурних компонент – деякі збільшуються, інші зменшуються або ж залишаються незмінними.

Ключовим елементом при проведенні даної методики є розрахунок показника структурної еластичності, що характеризує динаміку структурних змін і економічне зростання, який обчислюється за формулою:

$$E = \frac{N_1}{N_2}, \quad (5.7)$$

де N_1 – компонент структурного запізнення; N_2 – компонент випередження в розкладі норми зростання.

Цю назву для показника E автор виправдовує із ряду причин [80]:

- E – частка від ділення відносних приростів характерних для визначення еластичності;
- E враховує структурні особливості економічної динаміки;
- E визначається за допомогою даних про випуск економічної системи або деякого агрегату в складі випуску.

Структурне запізнення (N_1) відповідає за зменшення або не збільшення часток елементів структури, а структурне випередження (N_2) характеризує приріст зростаючих часток. Сума двох компонент структурного запізнення і структурного випередження визначає темп зміни норми зростання (N):

$$N = N_1 + N_2. \quad (5.8)$$

Отже, показник структурної еластичності (E) показує, скільки відсотків зростання або спаду, пов'язаного зі структурним запізненням приходить на

один відсоток зростання, пов'язаного зі структурним випередженням [79].

Тобто:

$$\begin{cases} N_1 = \lambda(1-m)-1; \\ N_2 = \lambda m; \end{cases} \quad (5.9)$$

де λ – коефіцієнт зростання (спадання); m – коефіцієнт загальної структурної зміни.

Такі коефіцієнти обчислюють за формулами:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n d_{1i}}{\sum_{i=1}^n d_{0i}}, \quad (5.10)$$

$$m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{d_{1i}}{\sum_{i=1}^n d_{1i}} - \frac{d_{0i}}{\sum_{i=1}^n d_{0i}} \right|, \quad (5.11)$$

де d_{0i} , – частка i -го елемента однієї сукупності в початковому періоді; d_{1i} – частка i -го елемента однієї сукупності в кінцевому періоді; n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Введемо також індекс середньорічних змін Δ_i , що буде вимірюватися у відсотках і обчислюватися за формулою:

$$\Delta_i = \left(\frac{d_{1i}}{d_{0i}} - 1 \right)^{\frac{1}{T}} \cdot 100\%, \quad (5.12)$$

де T – досліджуваний період.

Завдяки граничним значенням показника структурної еластичності можна виокремити основні режими структурної динаміки один від одного, при цьому значення коефіцієнтів зростання і загальних структурних зрушень відповідно до режиму знаходяться у визначених межах.

Л. А. Дідов детально описує характеристики основних структурних режимів [80]:

Нульовий режим або режим доповнюючих структурних змін, який характеризується станом загальної рівноваги. Виникаючі коливання в структурі незначні і відповідно не можуть вплинути на процес рівноваги. Зростання на основі структурних зрушень не перевищує зростання на основі структурного запізнення. Для цього режиму характерними також є значення основних показників моделі структурно-динамічного аналізу, а саме: $N_1 \geq N_2$ або $E \geq 1$. Граничною константою даного режиму є «1». Для визначення співвідношення між індексами росту і структурних зрушень автор розглядає нерівності [80]:

$$\lambda(1-m)-1 \geq \lambda m. \quad (5.13)$$

Із останньої нерівності:

$$m \leq \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\lambda} \right). \quad (5.14)$$

Враховуючи умову невід'ємності коефіцієнта загальної структурної зміни $m \geq 0$, отримано граничне значення для коефіцієнта росту (спаду) – $\lambda \geq 1$. Л. А. Дідов доходить висновку, що при даному режимі спадання є неможливим. Окрім того, обмеження на коефіцієнт росту має вигляд

$$\lambda \geq \frac{1}{1-2m}. \quad (5.15)$$

При нульовому режимі для структури притаманна структурна рівновага.

Перший режим структурної динаміки або режим витіснення, якому характерним є витіснення одних часток структурних компонент іншими, при цьому спостерігається загальне економічне зростання на базі традиційної структури випуску, що доповнюється зростанням на основі структурних змін [79]. Коефіцієнт структурної еластичності приймає значення з проміжку $[0;1)$, так як обидві компоненти темпу зростання є додатними $N_1 \geq 0$ та $N_2 \geq 0$, а також зростання на основі структурних змін перевищує зростання на основі інерційної складової $N_2 > N_1 \geq 0$. Виходячи із цих умов і враховуючи $\lambda \geq 1$, накладаються певні обмеження і на індекси росту і структурних зрушень:

$$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\lambda} \right) < m \leq 1 - \frac{1}{\lambda}; \quad (5.16)$$

$$\frac{1}{1-m} \leq \lambda < \frac{1}{1-2m}. \quad (5.17)$$

Якщо $E = 0$, то $N_1 = 0$, $\lambda(1-m) = 1$. Виходить, що загальний темп зростання залежить лише від структурного випередження, тобто $N = N_2$.

При першому режимі для структури притаманне порушення структурної рівноваги.

Другий режим або режим компенсуючого заміщення, який характеризується зростанням на основі структурних змін по одних частках компонент, що перекриває і компенсує спадання по інших частках компонент структури, $N_1 + N_2 = N \geq 0$, а також $N_1 \leq 0$ і $N_2 \geq 0$. При цьому режимі компонента, що відповідає за структурне запізнення за абсолютною величиною менша компоненти, що описує структурне випередження. В таких умовах здійснюється реконструкція складу випуску і даний режим, притаманний країнам, економіка яких є інноваційно орієнтованою. Таким чином, в структурній динаміці характерний режим компенсуючого заміщення.

Кількісні обмеження на основні показники моделі структурно-динамічного аналізу випливають із умов: $N_1 \leq 0$ і $N \geq 0$. З цього слідують граничні значення показника структурної еластичності: $-1 \leq E < 0$.

Співвідношення між індексами росту і структурних зрушень Л. А. Дідов описує за допомогою нерівностей [80]:

$$1 - \frac{1}{\lambda} < m \leq 1; \quad (5.18)$$

$$1 \leq \lambda < \frac{1}{1-m}. \quad (5.19)$$

Окремо розглядається ситуація, коли $E = -1$. Тоді коефіцієнт зростання $\lambda = 1$, а коефіцієнт структурних зрушень приймає будь-які значення із проміжку $[0;1]$. У цьому випадку фактори виробництва приводять до зміни структури випуску, проте цього недостатньо для забезпечення економічного зростання.

При другому режимі відбувається структурне зростання на основі інноваційно-технологічних факторів.

Третій режим або режим некомпенсуючого заміщення, який характеризується не спроможністю зростанням за одними позиціями перекрити спадання за іншими. У цих умовах характерними також є значення основних показників моделі структурно-динамічного аналізу, а саме: $N < 0$ або $E < -1$. При цьому коефіцієнт загальної структурної зміни може набувати будь-яких значень із визначеного для нього проміжку.

Автор рекомендує для реалізації істотних структурних зрушень піди на ризик економічного спаду, щоб суттєво структурно перебудувати випуск.

При третьому режимі відбувається структурна рецесія.

Четвертий режим або режим деструкції, який характеризується некомпенсуючим спадом виробництва. При цьому режимі $N \ll 0$ і $E \ll -1$. Також зроблено припущення, що при даному режимі, коефіцієнт структурної еластичності, як правило, менший -3 ($E < -3$). Відбувається занепад промислово-виробничої системи під тиском структурної перебудови.

При четвертому режимі відбувається структурна криза.

Також автор рекомендує окрім розглянутих основних структурних режимів звернути увагу на поєднання цих режимів. Л. А. Дідов виділяє чотири варіанти поєднань [80]:

- інноваційний коридор;
- структурна стагнація;
- структурно-динамічна нестабільність;
- структурний цикл.

Інноваційний коридор передбачає поєднання значимих структурних змін і істотного економічного зростання. При визначені даного варіанту поєднання структурних режимів деякі з них є абсолютно неприйнятними. Так, відкидається нульовий режим, оскільки йому не притаманний інноваційний розвиток економіки. Також відкидаються третій і четвертий структурні режими, тому що спад і деструкція не ототожнюються із економічним розвитком господарства. Тобто, інноваційний коридор – це варіант поєднання першого і другого структурних режимів. Для нього характерною умовою є $-1 \leq E \leq 1$.

Другим варіантом поєднання основних структурних режимів є структурна стагнація. При цьому варіанті розвитку інноваційні ініціативи притуплюються, а розвиток постійно перебуває у нульовому режимі, частки випуску продукції майже не змінюються. Велику роль при даній ситуації відіграє управління країни. Структурні зміни приторможуються керівництвом держави для уникнення додаткових ризиків їх невдалої реалізації.

Третій варіант, запропонований автором, виражається хаотичними коливаннями структурної динаміки протягом певного періоду часу. Такий режим зустрічається у держав із інституційно-незрілою економікою. Якщо розглядати графічно структурні коливання, то можна це чітко проілюструвати, якщо на лінію структурно циклу накласти інтервал із явно вираженою нестабільністю.

І четвертим поєднанням основних структурних режимів є структурний цикл. Характерною особливістю цього варіанту є наявність структурного кризу, що змінюється подальшим підйомом, спричиненим появою прогресивних змін у структурі випуску. Л. А. Дідов описує даний варіант поєднання структурних режимів за допомогою послідовності: 0–1–2–3–4–3–2–1–0, числа означають номери структурних режимів описаних вище. Допускається також варіант, коли четвертий режим виключений із послідовності.

Модель Л. А. Дідова розроблена для оцінювання структурно-динамічних процесів, що відбуваються в структурі промислового сектора економіки, виділити галузі, за розвиток яких відповідає інноваційно-технологічні фактори та визначити причини відхилень певних галузей промисловості від заданого структурно-динамічного процесу. Для практичного застосування моделі структурно-динамічного аналізу необхідно зібрати статистичні дані та вибрати часовий період дослідження.

Таким чином, враховуючи динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків міжнародної торгівлі, обґрунтованим є застосування моделі Л. А. Дідова як інструментарію оцінювання структурно-динамічних трансформацій у сфері торгівлі. Перевагою даного підходу є виявлення можливих перспективних напрямів торговельної політики, орієнтованої на

забезпечення зростання торгових оборотів, а так як торгівля товарами прямо пов'язана із промисловим сектором економіки країни, то метою є також забезпечення зростання виробництва і збалансованого стану структури промисловості.

Розглянутий науковий підхід доктора економічних наук, професора Іжевського державного технічного університету Л. А. Дідова доцільно включити в інструментарій оцінювання структурно-динамічних трансформацій міжнародної торгівлі країн.

Для визначення параметрів розробки моделі оптимальних структур зовнішньої торгівлі країна, яка буде базуватися на теоретичних положеннях методики Л. А. Дідова, спочатку проаналізуємо структурну динаміку торгівлі країн на прикладі ЄС за визначений період часу, щоб оцінити результативність застосування даного підходу.

Згідно із даними статистики Eurostat розглянуто поділ торгівлі країн ЄС протягом 2002–2015 рр. на 7 товарних груп:

- харчові продукти, напої та тютюнові вироби;
- сировина;
- мінеральне паливо, змащувальні та супутні матеріали;
- хімічні речовини та пов'язані з ними продукти;
- інші промислові товари;
- техніка та транспортне обладнання;
- товари і операції, не класифіковані в SITC (див. дод. Н).

Насамперед розглянемо структуру торгівлі товарами країн ЄС у відносних показниках.

Для цього розрахуємо частки кожної з товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі відповідно за обсягами експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. (табл. 5.1–5.2) (див. дод. Н). Для цього використаємо статистичні дані Eurostat [345].

Таблиця 5.1

**Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі
за обсягами експорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр.**

Товарні групи	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	7,63	7,78	7,43	7,35	7,10	7,32	7,67	8,85	8,27	8,19	8,44	8,77	8,83	8,81
Сировина	2,62	2,67	2,81	2,80	2,99	3,09	3,10	2,92	3,35	3,52	3,42	3,27	3,15	2,98
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	3,65	3,87	4,06	5,36	5,89	5,64	7,17	5,78	6,49	7,46	8,47	8	7,20	5,42
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	14,41	14,69	14,78	14,98	14,83	15,17	15	17,03	16,54	16,06	16,25	16,06	16,29	16,71
Інші промислові товари	27,31	27,11	27,22	26,83	27	27,34	26,47	25,93	25,62	25,67	24,93	24,70	25,21	25,27
Техніка та транспортне обладнання	42,43	41,77	41,64	40,89	40,60	39,97	38,62	37,59	37,39	36,72	36,51	36,30	37,18	38,51
Товари та операції, не класифіковані в SITC	1,94	2,10	2,07	1,80	1,58	1,47	1,97	1,90	2,33	2,38	1,97	2,89	2,15	2,28
Загальний	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Таблиця 5.2

**Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі
за обсягами імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр.**

Товарні групи	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	7,87	7,97	7,67	7,45	7,07	7,31	7,50	8,92	8,10	7,97	8,16	8,63	8,68	8,87
Сировина	3,66	3,61	3,74	3,68	3,91	4,06	4,07	3,52	4,18	4,46	4,17	4,11	3,96	3,80
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	8,03	8,47	9,17	12,20	13,20	12,25	15,53	12,85	14,01	16,23	17,71	16,87	14,69	10,79
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	12,48	12,65	12,74	12,85	12,51	12,87	12,63	14,20	13,79	13,52	13,64	13,87	14,12	14,57
Інші промислові товари	26,87	26,66	26,58	25,97	26,13	27,08	25,71	25,47	25,31	25,20	24,03	24,37	25,19	26,03
Техніка та транспортне обладнання	38,30	38,03	37,90	36,22	35,05	35,11	32,89	32,81	32,67	30,67	29,99	30,70	31,95	34,47
Товари та операції, не класифіковані в SITC	2,80	2,60	2,20	1,63	2,14	1,32	1,67	2,23	1,94	1,95	2,30	1,44	1,41	1,46
Загальний	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Для наочності зобразимо зміну часток кожної з товарних груп протягом досліджуваного періоду (рис. 5.1).

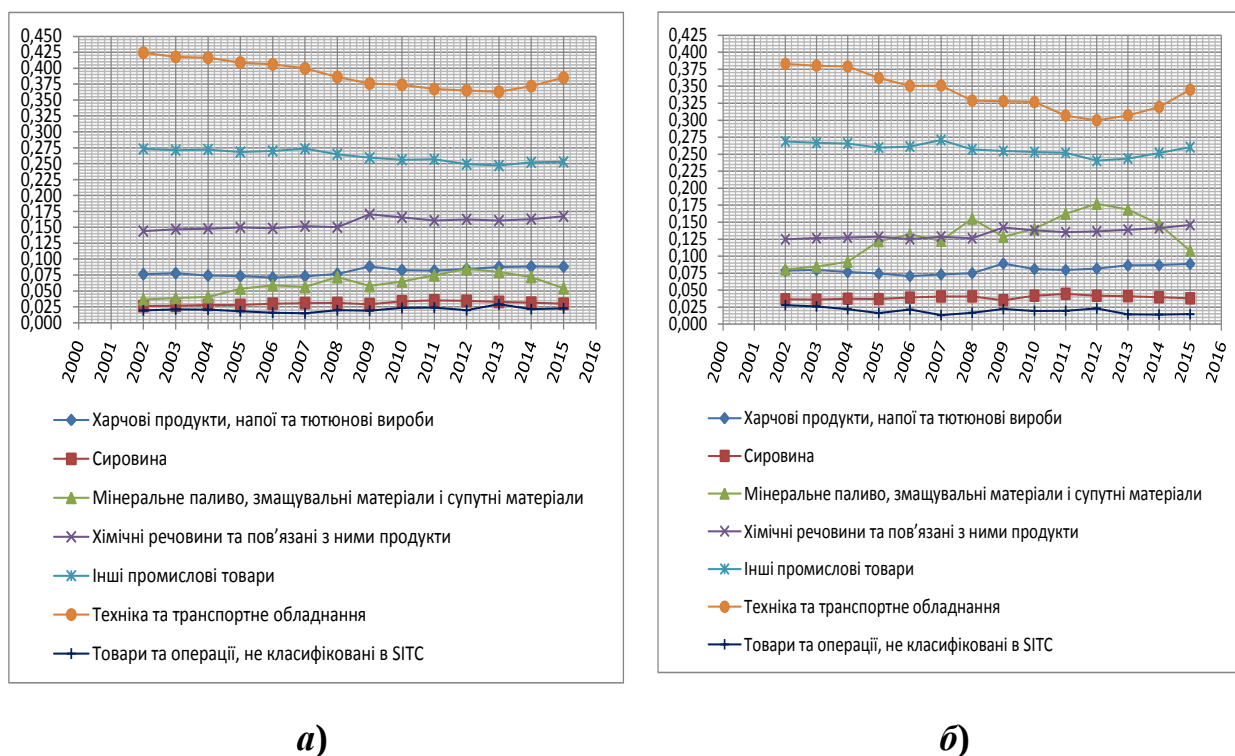


Рис. 5.1. Динаміка зміни часток (%) товарних груп у загальній структурі торгівлі протягом 2002–2015 рр.: а) за обсягами експорту; б) за обсягами імпорту

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Проведемо структурно-динамічний аналіз, використовуючи методику Л. Дідова [80]. Розрахуємо показник структурної еластичності, що обчислюється за формулою:

$$E = \frac{N_1}{N_2}, \quad (5.20)$$

де N_1 – компонент структурного запізнення у структурі торгівлі;

N_2 – компонент випередження в розкладі норми зростання у структурі торгівлі.

При цьому

$$\begin{cases} N_1 = \lambda(1 - m) - 1, \\ N_2 = \lambda m; \end{cases} \quad (5.21)$$

де λ – коефіцієнт росту (спаду);

m – коефіцієнт загальної структурної зміни.

У нашому випадку, оскільки ми здійснюємо аналіз основних показників торгівлі, дані коефіцієнти обчислимо за формулами:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n y_{Ti}}{\sum_{i=1}^n y_{0i}}, \quad (5.22)$$

$$m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{Ti}}{\sum_{i=1}^n y_{Ti}} - \frac{y_{0i}}{\sum_{i=1}^n y_{0i}} \right|, \quad (5.23)$$

де y_{0i} – обсяг експорту (імпорту) i -ого елемента структури торгівлі в початковому періоді;

y_{Ti} – обсяг експорту (імпорту) i -ого елемента структури торгівлі в кінцевому періоді;

n – кількість елементів у досліджуваній структурі.

Індекс середньорічних змін Δ_i буде вимірюватися у відсотках і обчислюватися за формулою:

$$\Delta_i = \left(\frac{y_{Ti}}{y_{0i}} - 1 \right)^{\frac{1}{T}} \cdot 100\%, \quad (5.24)$$

T – досліджуваний період.

Темп зростання:

$$N = N_1 + N_2 = \lambda - 1. \quad (5.25)$$

Використовуючи запропоновані Л. А. Дідовим формули для обчислення основних показників його наукового підходу, проведемо структурно-динамічний аналіз структури товарів країн Європейського Союзу на основі статистичних даних за обсягами експорту та імпорту у товарних групах протягом 2002–2015 рр. [345] (див. дод. Н).

Також на основі результатів аналізу та запропонованих автором трактуванням структурних режимів, можна буде якісно зробити висновки щодо ситуації у виробничому секторі економіки країн ЄС.

Визначимо середньорічні зміни у товарній структурі країн ЄС (табл. 5.3–5.4).

Таблиця 5.3

**Середньорічні зміни у товарній структурі обсягів експорту країн ЄС
протягом 2002–2015 рр., %**

Товарні групи	2002–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	2006–2007	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	1,80	3,58	7,15	8,11	10,01	8,43	–5,81	10,55	10,75	6,56	5,14	2,00	4,64
Сировина	1,57	14,06	8,13	19,48	10,27	3,77	–22,98	35,39	17,66	0,50	–3,34	–2,35	–0,78
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	5,80	13,79	43,10	22,74	2,29	31,37	–34,13	32,82	28,69	17,21	–4,37	–8,88	–20,97
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	1,74	9,18	9,82	10,78	9,14	2,29	–7,26	14,79	8,68	4,52	0,02	2,75	7,60
Інші промислові товари	–0,93	8,92	6,81	12,59	8,07	0,12	–19,98	16,81	12,15	0,32	0,26	3,39	5,15
Техніка та транспортне обладнання	–1,74	8,16	6,41	11,08	5,06	–0,10	–20,47	17,55	9,95	2,72	0,62	3,75	8,64
Товари та операції, не класифіковані в SITC	8,23	6,78	–5,83	–1,52	–0,57	37,94	–20,87	44,80	14,11	–14,45	48,64	–24,79	11,31

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

**Середньорічні зміни у товарній структурі обсягів імпорту країн ЄС
протягом 2002–2015 рр., %**

Товарні групи	2002–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	2006–2007	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	2,07	5,35	7,01	7,87	10,60	7,26	–5,31	7,68	9,88	4,34	3,29	2,49	5,80
Сировина	–0,56	13,63	8,38	20,66	11,16	4,75	–31,16	40,82	19,23	–4,71	–3,84	–1,87	–0,52
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	6,29	18,53	46,65	22,96	–0,80	32,54	–34,13	29,34	29,39	11,10	–6,97	–11,16	–23,94
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	2,21	10,24	11,11	10,68	9,96	2,65	–10,46	15,22	9,41	2,73	–0,64	3,78	6,89
Інші промислові товари	0,03	9,15	7,66	14,37	10,76	–0,66	–21,14	17,90	11,14	–2,86	–0,98	5,45	6,98
Техніка та транспортне обладнання	0,11	9,11	5,29	10,02	7,05	–2,00	–20,58	18,11	4,82	–0,42	–0,01	6,14	11,70
Товари та операції, не класифіковані в SITC	–6,24	–7,50	–18,09	48,57	–34,16	33,05	6,25	3,17	11,95	20,23	–38,66	–0,20	7,16

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Маючи великий набір статистичних даних обчислимо основні показники методики Л. А. Дідова (компоненти структурного запізнення та випередження в у структурі торгівлі, коефіцієнти росту (спаду) та загальної структурної зміни, темп зростання) для визначення структурних режимів у сфері торгівлі за обсягами експортних і імпортних операцій для країн ЄС.

А також на їх основі розрахуємо коефіцієнти структурної еластичності для товарних груп країн ЄС за експортними та імпор্তними операціями протягом 2002–2015 рр. (табл. 5.6–5.7).

Таблиця 5.6

**Розрахункові дані за структурною динамікою обсягів експорту
товарних груп країн ЄС**

Показ- ники	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
λ	1,013	0,998	1,085	1,084	1,119	1,067	1,034	0,817	1,182	1,119	1,033	1,012	1,013	1,049
m	0,012	0,009	0,005	0,015	0,009	0,010	0,024	0,032	0,016	0,012	0,015	0,013	0,017	0,020
N	0,013	–0,002	0,085	0,084	0,119	0,067	0,034	–0,183	0,182	0,119	0,033	0,012	0,013	0,049
N_1	0,001	–0,010	0,079	0,067	0,109	0,057	0,009	–0,209	0,163	0,106	0,018	–0,001	–0,004	0,028
N_2	0,013	0,017	0,011	0,033	0,020	0,021	0,049	0,052	0,037	0,028	0,030	0,025	0,034	0,041
E	0,07	–0,61	7,04	2,07	5,46	2,69	0,19	–4,00	4,40	3,82	0,60	–0,03	–0,11	0,68

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Таблиця 5.7

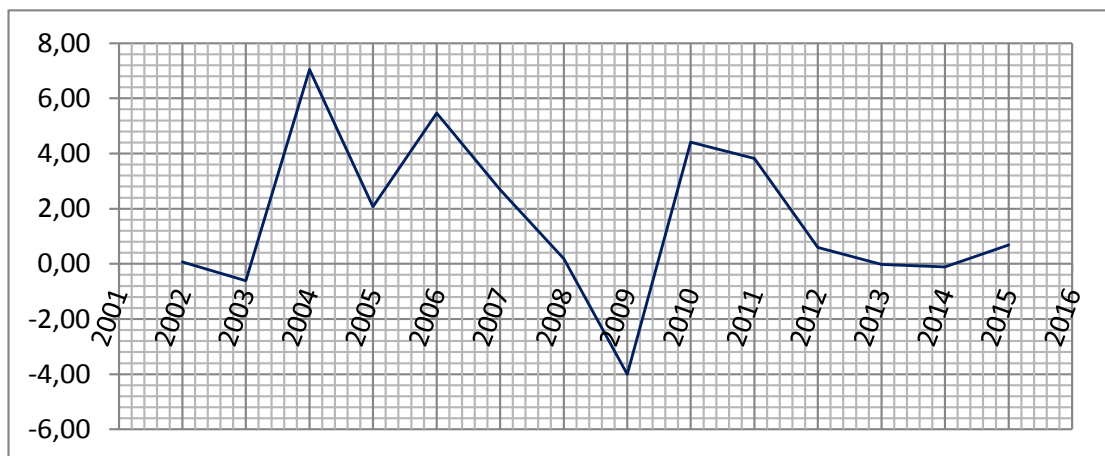
**Розрахункові дані за структурною динамікою обсягів імпорту товарних
груп країн ЄС**

Показ- ники	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
λ	0,995	1,008	1,095	1,102	1,137	1,069	1,046	0,796	1,186	1,116	1,019	0,977	1,020	1,035
m	0,014	0,007	0,009	0,031	0,019	0,018	0,038	0,036	0,018	0,025	0,021	0,018	0,024	0,041
N	–0,005	0,008	0,095	0,102	0,137	0,069	0,046	–0,204	0,186	0,116	0,019	–0,023	0,020	0,035
N_1	–0,019	0,001	0,085	0,067	0,115	0,050	0,006	–0,232	0,165	0,088	–0,003	–0,041	–0,004	–0,007
N_2	0,014	0,007	0,010	0,035	0,021	0,019	0,040	0,028	0,022	0,028	0,022	0,017	0,024	0,042
E	–1,330	0,115	8,405	1,943	5,386	2,639	0,153	–8,203	7,631	3,147	–0,150	–2,363	–0,174	–0,158

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Наглядно графік зміни показників структурної еластичності для обсягів експорту та імпорту у товарних групах країн ЄС протягом 2002–2015 рр. зобразимо на рис. 5.2. Завдяки побудованим лініям легко побачити зміну

структурних режимів у сфері торгівлі країн ЄС та, враховуючи обчислені дані компоненти структурного запізнення та випередження в у структурі торгівлі, темпу зростання (табл. 5.6–5.7), резюмувати про структурні зміни торгівлі протягом досліджуваного періоду часу.



а)



б)

Рис. 5.2. Структурна динаміка торгівлі у товарних групах країн ЄС протягом 2002–2015 рр.: а) за обсягами експорту; б) за обсягами імпорту

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

На основі отриманих значень показника структурної еластичності підсумовуємо, що структурно-динамічний процес на прикладі товарних груп країн ЄС протягом 2002–2015 рр. відбувається в кількох режимах структурної динаміки. Причому для експортних та імпортних операцій ці режими не завжди збігаються. Отримані значення дають змогу виокремити чотири режими

структурної динаміки, властивих товарній структурі країн ЄС протягом 2002–2015 рр.:

1) для періоду економічної стабільності властивий режим структурної рівноваги (для експорту та імпорту – 2004–2007 рр. і 2010–2011 рр.). Характерними є незначні та несуттєві зміни, що не зумовлюють відхилення структури від рівноваги;

2) режим порушення структурної рівноваги (для експорту – 2002 р., 2008 р., 2012 р. і 2015 р.; для імпорту – 2003 р. і 2008 р.). Характерне загальне економічне зростання, за якого одні часткові позиції в складі досліджуваної структури витісняють інші. Коефіцієнт структурної еластичності залишається додатним, а зростання на основі традиційної структури доповнюється зростанням на базі структурних змін;

3) режим компенсуючого заміщення (для експорту – 2003 р. і 2013–2014 рр.; для імпорту – 2012 р. і 2014–2015 рр.). В цьому разі зростання на основі структурних змін перекриває і компенсує спадання за позиціями із зменшуваними частками. Такий режим називають також «структурне зростання на інноваційно-технологічній основі». За цього режиму здійснюється пряма реконструкція складу товарної структури, що характерно для інноваційно орієнтованої економіки;

4) режим структурної кризи (для експорту – 2009 р.; для імпорту – 2002 р., 2009 р. і 2013 р.). Характерний некомпенсований спад виробництва. Важливу роль і для експортних, і для імпортних операцій відіграє динаміка показників за 2009 р. Спостерігається різке спадання коефіцієнта еластичності (граничне значення показника структурної еластичності для експорту становить ($E = -4$), для імпорту – ($E = -8,203$)), структурне запізнення перекриває структурне випередження, що спричиняє структурну рецесію. Такий стан свідчить про структурну кризу, вихід з якої потребує багато часу. Однак у 2010 р. значення всіх показників перевищує докризовий рівень і значення коефіцієнта еластичності знову додатне.

На основі цього можна зробити висновок, що ситуація 2009 р. не є закономірною. Зменшення всіх показників зумовлено зниженням зведеного індексу випуску (0,796 порівняно із 2008 р. – 1,046), що пов'язано із фінансовою кризою. Кризові явища, які виникли, не викликали тривалої структурної рецесії в товарних групах країн ЄС. Динаміка показників вказує на те, що темп зростання і структурні зрушення залежать від коливань на міжнародних ринках.

Ми здійснили структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі товарами країн ЄС загалом. Аналогічним чином можна розрахувати показник структурної еластичності для кожної окремо взятої країни для оцінювання напрямів зовнішньої торгівлі, враховуючи методику Л. Дідова. Значення показника структурної еластичності вказує на режим структурної динаміки, властивий товарній структурі певної країни у певний досліджуваний період часу.

Якщо розглядати показник структурної еластичності на доволі довгому часовому проміжку, як і в теорії економічних циклів, можна спостерігати чотири фази: пік, спадання, дно і зростання. Оскільки циклічність економічного розвитку притаманна будь-якій країні, ця проблема є доволі актуальною і управлінці кожної розвинутої держави намагаються розробити прогнози щодо можливих термінів циклу, глибини його фаз тощо. Циклічні коливання є причиною падіння та зростання суспільного виробництва, продуктивності праці, приросту ВВП та ін.

Здійснивши аналіз темпів приросту ВВП, можна охарактеризувати економічну діяльність, яка зазнає значних змін при зміні обсягів виробництва. Розглянемо динаміку приросту світового ВВП протягом 1971–2016 рр. (рис. 5.3).

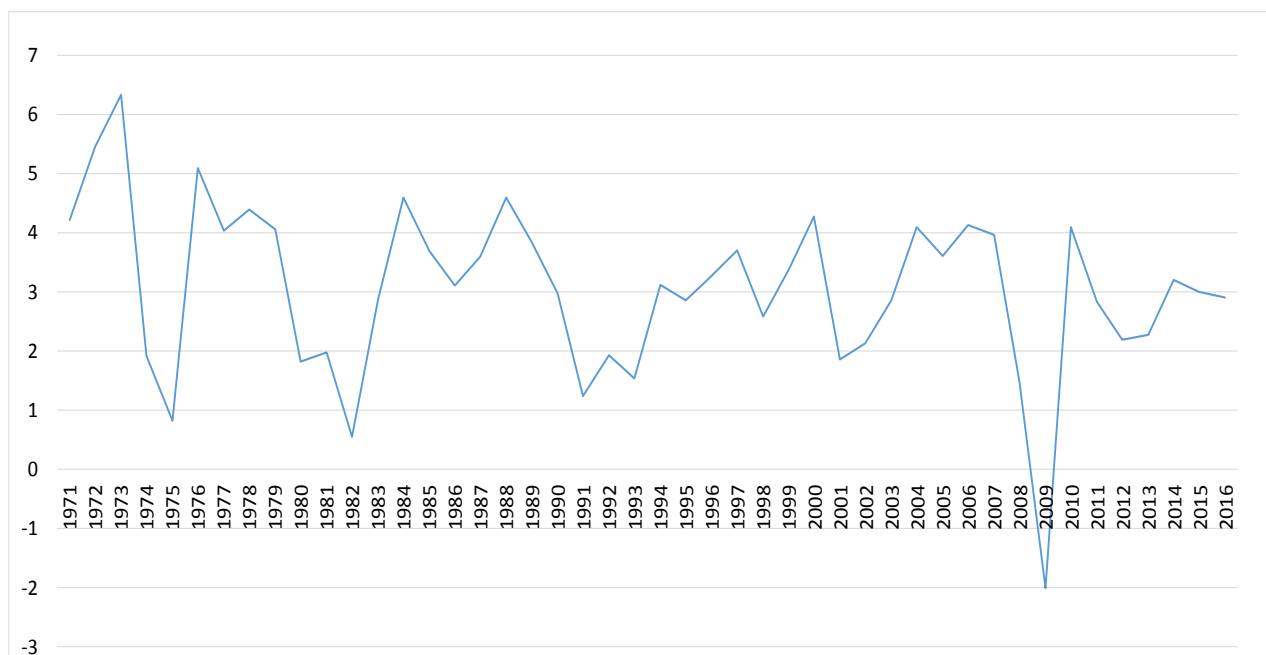


Рис. 5.3. Динаміка приросту світового ВВП

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Оскільки ми розглядаємо статистичні дані за доволі довгий період часу, на рис. 5.3 чітко видно всі чотири фази циклу. Відомо, що темпи приросту ВВП тісно пов'язані з темпами промислового виробництва. На рис. 5.3 бачимо, що найнижчої точки ВВП досяг у 2009 р., відповідно обсяг виробництва був зниженим і споживання товарів і послуг теж було найменшим. Проте, залежно від еластичності попиту на різні товари і послуги, коливання виробництва у різних галузях відбуваються по різному.

Відомим є той факт, що сьогодні міжнародні торговельні потоки випереджають зростання світового обсягу виробництва. Основною причиною цього дійства є інтеграційні процеси, що лежать в основі міжнародного поділу праці, розвитку нових її видів тощо. Так, наприклад, у країнах ЄС, як у найбільш яскравого представника міжнародного інтегрованого угруповання, торгівля випереджає процеси виробництва у декілька разів.

Разом з тим, міжнародна торгівля стимулює національний експорт і має сприятливий вплив на розвиток економіки країни загалом.

Відомо, що визначальною характеристикою міжнародної торгівлі є її структура. Розрізняють географічну і товарну структуру торгівлі.

Географічною є структура торгівлі, що визначається торговельним співробітництвом між окремими країнами, групами країн чи іншими територіальними угрупованнями. Це узагальнені дані про масштабність міжнародної торгівлі між певними територіальними частинами світу. Окрім того, при формуванні статистики, географічна структура торгівлі систематизує інформацію про співробітництво між країнами, що є членами інтеграційних торговельно-політичних об'єднань чи кластеризованими за певним критерієм тощо.

Щодо товарної структури торгівлі, то вона формується внаслідок конкурентоздатності країни у виробничому секторі економіки. Причому зростання попиту на національну продукцію відбувається стрімкіше у випадку, коли встановлені ціни на експортовані товари нижчі, ніж світові ціни на ці ж групи товарів. Різниця у вартості може залежати від природних ресурсів, якими володіє країна і використовує для виробництва вітчизняних товарів, і економічного розвитку країни, її науково-технічного рівня, виробничої інфраструктури, масштабність науково-дослідних робіт та ін.

Окрім цих чинників, що є визначальними при створенні конкурентних переваг країни під час розвитку національного господарства, іноді не можливо передбачити деякі події, що негативно впливають в цілому на економічну ситуацію країни, і в результаті спостерігається спад основних показників економічного розвитку, зокрема і показників торгівлі. В цій ситуації особливе значення потрібно приділити показникам експорту, адже, саме експорт товарів і послуг є одним із найважливіших показників, що характеризують економічний розвиток країни і її конкурентоздатність на міжнародному ринку. Окрім того, неефективна експортна політика держави приведе до занепаду провідних галузей національної економіки та розвиток галузей, що не користуються попитом. Натомість, розумний розподіл ресурсного потенціалу країни, зважене використання технологічної бази може забезпечити стабільний розвиток національної економіки навіть при несприятливому стані глобальної економіки.

За методикою проведення структурно-динамічного аналізу Л. Дідова здійснюється оцінювання відмінностей різних галузей промисловості та визначається динаміка розвитку певних секторів економіки. В структурній динаміці промисловості країни відбуваються ті ж самі зміни, що і в структурі економіки.

Для наочності розглянемо динаміку приросту світового ВВП і показник структурної еластичності, розрахований для обсягів експорту країн ЄС на одному часовому періоді (рис. 5.4).

Як бачимо на рис. 5.4 основні фази циклічності розвитку глобальної економіки і структурні режими, притаманні товарній структурі країн ЄС, співпадають. Таким чином, можна стверджувати, що прагнення збільшити значення показника структурної еластичності експорту для певної країни дасть змогу оптимально перерозподілити ресурси і зашкодити стрімкому зменшенню обсягів виробництва, натомість отримати сценарій розвитку різних галузей промисловості для кожної із фаз циклу.

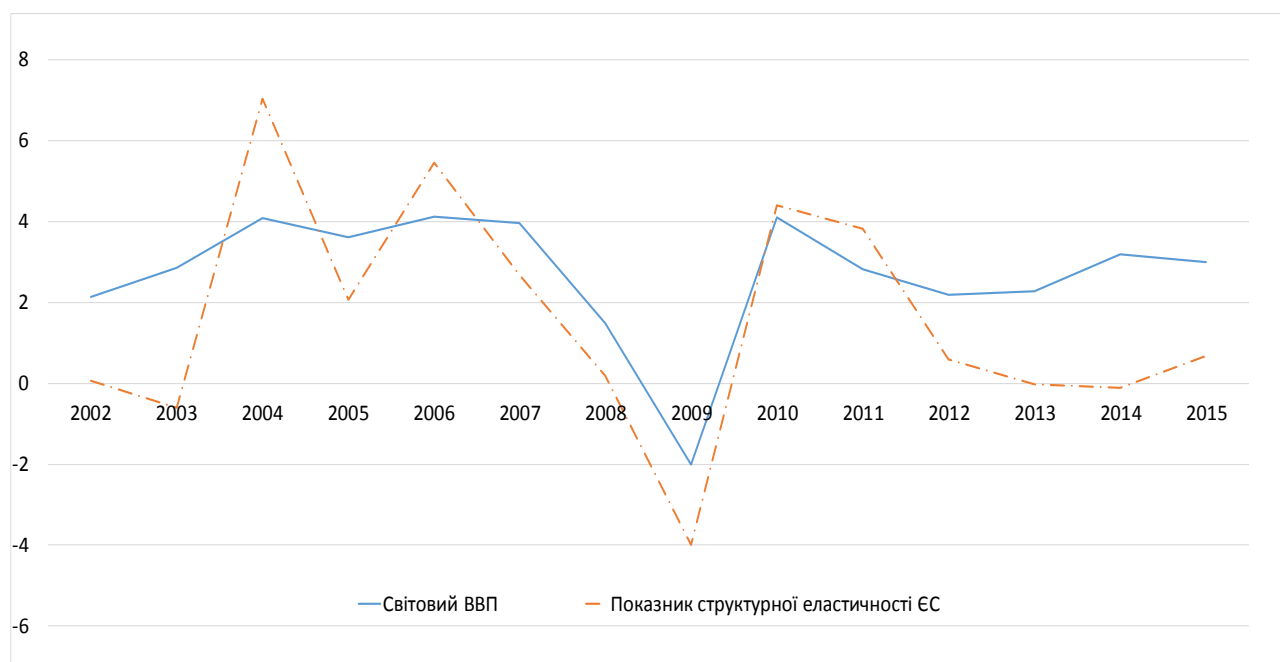


Рис 5.4. Динаміка приросту світового ВВП і значень показника еластичності експорту країн ЄС

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Сьогодні, враховуючи процеси глобалізації, широке застосування науково-технічного прогресу тощо, у виробничому секторі економіки відбуваються значні структурні зміни. Тому, надзвичайно актуальним є визначення напрямів стратегічного розвитку промислових галузей для кожної країни з метою зміцнення її конкурентоздатних позицій на міжнародному ринку, а також для покращення її національного добробуту. Пріоритетним завданням управлінців кожної розвиненої держави повинно бути досягнення ефективності при управлінні структурними трансформаціями економіки промислового сектора країни, стимулювання росту продуктивного функціонування різних галузей виробництва, покращення матеріально-технічної бази із врахуванням інноваційних технологій. Лише коли державне регулювання буде здійснюватися належним чином, тоді і обсяг виробництва даної країни буде зростати, і вплив циклічності глобальної економіки буде менш відчутним.

Структурно-динамічний аналіз розвитку товарної структури промислового сектора економіки дає змогу оцінити потенційні можливості розвитку різних галузей виробництва. Окрім того, завдяки методам оптимізації можна розрахувати показник структурної еластичності не лише для поточного стану, а й змодельовати оптимальну товарну структуру, для якої значення показника будуть вищими.

Отже, маючи ряд статистичних даних товарних структур країни у різних структурних режимах/станах, можна оптимально перерозподілити частки товарних груп у загальній структурі торгівлі таким чином, щоб максимально збільшити значення показника структурної еластичності. Таким чином, маючи дані на початок досліджуваного періоду, можна змодельовати сценарії розподілу ресурсного потенціалу країни для всіх чотирьох станів економіки з метою запобігання структурної рецесії чи навіть структурної кризи та зменшення обсягів виробництва.

Попередньо розглянуті динамічні прогнозні моделі дають змогу передбачити обсяги торговельних операцій країни на основі аналізу

спостережних даних без додаткової інформації та без врахування впливу зовнішніх чинників. Ці методи добре працюють, коли спостерігається незмінний стан економічного розвитку, так звана економічна рівновага.

Проте для отримання найкращого сценарію розвитку певного процесу із врахуванням зовнішніх чинників використовують оптимізаційні методи і моделі, що дають змогу розрахувати найкращий варіант розвитку подій, так як економічна задача такого типу має багато розв'язків. А за допомогою оптимального планування можна збалансувати ресурси країни таким чином, щоб був досягнутий максимум фінансового результату.

5.2. Математичний опис моделі оптимізації структури міжнародної торгівлі країн та її комп'ютерна реалізація

В умовах глобалізації економічних процесів зумовлені високі вимоги до оцінювання ефективності функціонування різних галузей економіки. Особливої уваги заслуговують виробничі процеси, що створюють певні економічні блага та є основою національного добробуту населення.

Одним із економічних завдань оптимізаційного типу є знаходження найкращого або оптимального рішення при заданих умовах. Це завдання на знаходження екстремуму (максимуму або мінімуму) деякої чисельної величини.

Основним методом розрахунку та моделювання задач оптимізаційного типу із великою кількістю невідомих є лінійне програмування. За допомогою задач оптимізації можна здійснювати ефективне планування виробництва для максимального збільшення прибутку, оптимального перерозподілу ресурсів для виявлення можливих перспективних шляхів ведення торговельної політики, орієнтованої на забезпечення зростання торгових оборотів, забезпечення зростання виробництва і збалансованого стану структури промисловості.

Нашим завданням є визначити оптимальні частки товарів у загальній структурі торгівлі таким чином, щоб показник структурної еластичності був максимальним. Вхідними даними будуть значення обсягів експорту товарів

країни на початок і кінець досліджуваного періоду та частки товарів у загальній структурі торгівлі на початку досліджуваного періоду. Цільовою функцією буде максимум показника структурної еластичності.

Для побудови оптимізаційної моделі скористаємося статистичними даними обсягів експорту товарів країн Європейського Союзу. Розглянемо поділ торгівлі країн ЄС на 7 товарних груп:

- харчові продукти, напої та тютюнові вироби;
- сировина;
- мінеральне паливо, змащувальні та супутні матеріали;
- хімічні речовини та пов'язані з ними продукти;
- інші промислові товари;
- техніка та транспортне обладнання;
- товари і операції, не класифіковані в SITC.

Відповідно позначимо частку кожної з груп у загальній структурі торгівлі $x_i(i=\overline{1,7})\%$, де i – номер товарної групи. Частки товарних груп на початку досліджуваного періоду позначимо $x_{0i}(i=\overline{1,7})\%$, а на кінець досліджуваного періоду – $x_{1i}(i=\overline{1,7})\%$.

Тоді згідно методики Л. Дідова показник структурної еластичності обчислюється за формулою:

$$E = \frac{N_1}{N_2}, \quad (5.26)$$

де

$$\begin{cases} N_1 = \lambda(1-m) - 1; \\ N_2 = \lambda m; \end{cases} \quad (5.27)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^7 y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}}, \quad (5.28)$$

$$m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \left| \frac{y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{1i}} - \frac{y_{0i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \right|, \quad (5.29)$$

y_{0i} – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в початковому періоді;

y_{1i} – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в кінцевому періоді.

Враховуючи значення коефіцієнта зростання (спадання) та коефіцієнта загальної структурної зміни, маємо:

$$N_1 = \frac{\sum_{i=1}^7 y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \left| \frac{y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{1i}} - \frac{y_{0i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \right| \right) - 1; \quad (5.30)$$

$$N_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^7 y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \cdot \sum_{i=1}^7 \left| \frac{y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{1i}} - \frac{y_{0i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \right|. \quad (5.31)$$

Оскільки частку кожної з груп у загальній структурі торгівлі знаходять як відношення обсягу експорту i -го елемента структури торгівлі до загального обсягу експорту країни, тому

$$x_{1i} = \frac{y_{1i}}{\sum_{i=1}^7 y_{1i}} \cdot 100\%, \quad (5.32)$$

$$x_{0i} = \frac{y_{0i}}{\sum_{i=1}^7 y_{0i}} \cdot 100\%. \quad (5.33)$$

Для спрощення розрахунків позначимо

$$\sum_{i=1}^7 y_{1i} = Exp_1, \quad (5.34)$$

$$\sum_{i=1}^7 y_{0i} = Exp_0. \quad (5.35)$$

Тоді

$$\lambda = \frac{Exp_1}{Exp_0}; \quad (5.36)$$

$$m = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^7 \frac{|x_{1i} - x_{0i}|}{100}. \quad (5.37)$$

Отже, показник структурної еластичності напишемо у вигляді:

$$E = \frac{\frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \frac{|x_{1i} - x_{0i}|}{100}\right) - 1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \sum_{i=1}^7 \frac{|x_{1i} - x_{0i}|}{100}}. \quad (5.38)$$

Враховуємо, що $\sum_{i=1}^7 x_{0i} = 100$, $\sum_{i=1}^7 x_{1i} = 100$, а також умова невід'ємності змінних $x_{0i} \geq 0$, $x_{1i} \geq 0$.

Також сума оптимальних значень часток товарів повинна дорівнювати 100. Окрім того, потрібно визначити інтервали, в яких будуть знаходитися оптимальні значення, оскільки, якщо країна орієнтована на експорт певної групи товарів, то вона не може відмовитися від виробництва певної продукції і почати експортувати інші товари. Тому для кожної змінної вводимо можливий інтервал значень, звідки і будемо підбирати оптимальні частки для моделювання оптимальної структури торгівлі. Так як у нашій задачі є 7 груп, враховуючи, що відхилення кожної з часток не може змінюватися кардинально, приймемо як зміну абсолютної величини не більше ніж на 20% від існуючих значень, отримаємо інтервали для невідомих $x_i \in [x_i - 0,2 \cdot x_{0i}; x_i + 0,2 \cdot x_{0i}]$ ($i = \overline{1,7}$). Таким чином, до оптимальної задачі ще добавиться 7 подвійних нерівностей-обмежень.

Тоді *оптимальна задача* формування товарної структури експорту країни може бути записана таким чином:

$$\left[\begin{array}{l} \sum_{i=1}^7 x_{0i} = 100 \quad (5.39) \\ \sum_{i=1}^7 x_{1i} = 100 \quad (5.40) \\ \sum_{i=1}^7 x_i = 100 \quad (5.41) \\ x_{0i} - 0,2 \cdot x_{0i} \leq x_i \leq x_{0i} + 0,2 \cdot x_{0i} \quad (i = \overline{1,7}) \quad (5.42) \\ x_i \geq 0; x_{0i} \geq 0; x_{1i} \geq 0; (i = \overline{1,7}) Exp_1 \geq 0; Exp_0 \geq 0; \quad (5.43) \\ \max \left\{ E = \frac{\frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \frac{|x_i - x_{0i}|}{100} \right) - 1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \sum_{i=1}^7 \frac{|x_i - x_{0i}|}{100}} \right\} \quad (5.44) \end{array} \right]$$

де $x_i (i = \overline{1,7})\%$ – частка кожної з груп у загальній структурі торгівлі, i – номер товарної групи; $x_{0i} (i = \overline{1,7})\%$ – частки товарних груп на початку досліджуваного періоду; $x_{1i} (i = \overline{1,7})\%$ – на кінець досліджуваного періоду; Exp_0 – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в початковому періоді; Exp_1 – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в кінцевому періоді; E – показник структурної еластичності.

Нерівності (5.43) є умовами невід’ємності шуканих змінних, що створюють торгівельну стратегію; співвідношення (5.44) є цільовою функцією, вигляд якої визначається конкретною постановкою задачі.

В якості цільової функції розглядаємо:

максимум значення показника структурної еластичності:

$$E = \frac{\frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \frac{|x_i - x_{0i}|}{100} \right) - 1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \sum_{i=1}^7 \frac{|x_i - x_{0i}|}{100}} \rightarrow \max. \quad (5.41)$$

Одержуємо модель максимізації показника структурної еластичності, що характеризує динаміку структурних змін і економічне зростання.

Обмеження на допустимі значення часток груп товарів у загальній структурі торгівлі:

$$x_{0i} - 0,2 \cdot x_{0i} \leq x_i \leq x_{0i} + 0,2 \cdot x_{0i} (i = \overline{1,7}) \quad (5.42)$$

$$\sum_{i=1}^7 x_i = 100. \quad (5.43)$$

Для розв'язування поставленої числової задачі лінійного програмування було використано програмне середовище Visual Studio 2019. Створена на мові програмування C# програма, виконуючи велику кількість ітерацій для отримання точного результату, розраховує оптимальні значення часток груп товарів на кінець періоду при заданих даних обсягів всього експорту на початок і кінець досліджуваного періоду та при заданих значеннях часток груп товарів на початок періоду таким чином, щоб показник структурної еластичності був максимальним.

Цією програмою також можна скористатися у випадку, коли кількість товарних груп буде меншою ніж 7. Для більшої кількості груп потрібно буде адаптувати програму до умов поставленої задачі і уточнити межі для допустимих значень часток товарних компонент у загальній структурі торгівлі. Зрозуміло, що чим більша кількість структурних елементів, тим менше будуть варіюватися їх частки.

Тоді для математичного опису даної задачі вводиться додатковий параметр (a_i) – вектор, який відображає наявність i -го виду групи товарів у загальній структурі торгівлі або її відсутність.

$$a_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо наявна } i - \text{та група,} \\ 0, & \text{якщо відсутня } i - \text{та група;} \end{cases}$$

Оптимальна задача формування товарної структури експорту країни, із врахуванням всіх обмежень-нерівностей, буде записана так:

$$\left[\begin{array}{l} \sum_{i=1}^7 a_i x_{0i} = 100 \quad (5.44) \\ \sum_{i=1}^7 a_i x_{1i} = 100 \quad (5.45) \\ \sum_{i=1}^7 a_i x_i = 100 \quad (5.46) \\ a_i x_{0i} - 0,2 \cdot x_{0i} \leq x_i \leq a_i x_{0i} + 0,2 \cdot x_{0i} \quad (i = \overline{1,7}) \quad (5.47) \\ x_i \geq 0; x_{0i} \geq 0; x_{1i} \geq 0; (i = \overline{1,7}) Exp_1 \geq 0; Exp_0 \geq 0; \quad (5.48) \\ \max \left\{ E = \frac{\frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 \frac{|a_i(x_i - x_{0i})|}{100} \right) - 1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Exp_1}{Exp_0} \cdot \sum_{i=1}^7 \frac{|a_i(x_i - x_{0i})|}{100}} \right\} \quad (5.49) \end{array} \right]$$

де $x_i(i = \overline{1,7})\%$ – частка кожної з груп у загальній структурі торгівлі, i – номер товарної групи; $x_{0i}(i = \overline{1,7})\%$ – частки товарних груп на початку досліджуваного періоду; $x_{1i}(i = \overline{1,7})\%$ – на кінець досліджуваного періоду; Exp_0 – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в початковому періоді; Exp_1 – обсяг експорту i -го елемента структури торгівлі в кінцевому періоді; E – показник структурної еластичності.

Нерівності (5.48) є умовами невід’ємності шуканих змінних, що створюють торгівельну стратегію; співвідношення (5.49) є цільовою функцією, вигляд якої визначається конкретною постановкою задачі.

Обмеження на допустимі значення часток груп товарів у загальній структурі торгівлі:

$$a_i x_{0i} - 0,2 \cdot x_{0i} \leq x_i \leq a_i x_{0i} + 0,2 \cdot x_{0i} \quad (i = \overline{1,7}); \quad (5.50)$$

$$\sum_{i=1}^7 a_i x_i = 100. \quad (5.51)$$

Якщо ж кількість товарних груп буде більшою ніж 7, то програму потрібно буде доповнити і візуально, і доповнити сам код програми. Залежно від постановки задачі, зовнішній вигляд програми може змінюватися, проте завдання оптимізації часток груп товарів у загальній структурі торгівлі буде вирішено.

Реалізація моделі оптимальних структур зовнішньої торгівлі країни була здійснена у програмному середовищі Visual Studio 2019 із використанням мови програмування C#.

Із значним зростанням можливостей комп'ютерної техніки, яке ми спостерігаємо останні десятиліття, виникає також потреба у якісному програмному забезпеченні. Сьогодні зростає попит на зручний у використанні інтерфейс програми, виразну структуру, яку можна легко модифікувати. А також, врахувавши, що основним завданням мов програмування є досягнення максимальної ефективності розв'язування конкретної задачі, реалізація моделі оптимальних структур торгівлі була здійснена із використанням однієї із кращих мов комп'ютерного програмування – C#. Це об'єктно-орієнтована мова програмування, яка була створена компанією Microsoft і забезпечує розробку високоефективних додатків для Windows, Windows Phone, Office, Інтернету та хмарних технологій.

Об'єктно-орієнтована мова програмування має ряд переваг, що стало визначальним при комп'ютерній реалізації оптимізаційної моделі, а саме: важливим при програмуванні є можливість скорочення кількості імовірних помилок та передбачення повторного використання розробленого проекту. Повторне використання визначає не лише використання існуючого коду вдруге для вирішення модифікованих завдань, а й повторне використання для знаходження рішення інших завдань у даній галузі. Що є важливим у нашому випадку, так як кількість груп товарів у структурі торгівлі може варіюватися. Тому об'єктно-орієнтований підхід дає переваги у в одному, і в іншому випадках. Також ще однією причиною вибору цього підходу є можливість використання класів, які дають змогу легко модифікувати наявні елементи, не змінюючи вже розроблених.

За допомогою мови програмування C# можна легко створити виконуваний файл, який не потребує додаткової програми, щоб його відкрити. Для нашої реалізації оптимізаційної моделі файл має назву Optimal model of trade's structure і розширення *.exe. В цьому полягає ще одна перевага використання даного

програмного продукту, так як, його легко можна переносити на будь-якому носії і запускати виконуваний файл можна на будь-якому пристрої з операційною системою Windows, лише клацнувши по іконці програми двічі.

Інтерфейс програми зручний у користуванні, основні поля підписані англійською мовою (рис. 5.5). Код програми на мові С# наведений у додатку П.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period

1

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4-th group of goods, % 5-th group of goods, % 6-th group of goods, % 7-th group of goods, %

0 0 0 0 0 0 0

Enter value of export at the end of period

0

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4-th group of goods, % 5-th group of goods, % 6-th group of goods, % 7-th group of goods, %

0 0 0 0 0 0 0

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index 0.00 N1 0.00 N2 0.00 N 0.00

Optimal model

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4-th group of goods, % 5-th group of goods, % 6-th group of goods, % 7-th group of goods, %

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Optimal structural elasticity index 0.00 N1 0.00 N2 0.00 N 0.00

Reset

Рис. 5.5. Інтерфейс програми реалізації моделі оптимальної структури торгівлі

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

При запуску відкривається вікно, в якому є 16 текстових комірок для введення вхідної інформації: значення обсягів експорту на початку і в кінці досліджуваного періоду та значення часток експорту товарних груп на початку і в кінці досліджуваного періоду. Ці дані потрібні для того, щоб розрахувати наявний показник структурної еластичності, а також інші показники, що є важливими для визначення структурного режиму на основі методики Л. А. Дідова, а саме: компоненти структурного запізнення (N_1) та випередження (N_2) в у структурі торгівлі, а також темпу зростання (N). За допомогою отриманих числових значень основних коефіцієнтів, а також користуючись

основними характеристиками структурних режимів, описаних вченим, користувач може легко описати ситуацію, що склалася.

Основні показники обчислюються за допомогою натискання лише однієї кнопки Calculate structural elasticity index і його значення з'являється біля напису Structural elasticity index (рис. 5.6). Розрахунок показника структурної еластичності відбувається за допомогою формул, що описані у методиці Л. А. Дідова. Як вже було описано вище, саме завдяки значенню основних показників можна оцінити динаміку структурних змін торгівлі і ступінь економічного зростання.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
4048727

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
7.67	3.1	7.17	15	26.47	38.62	1.97

Enter value of export at the end of period
3307948

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
8.85	2.92	5.78	17.03	25.93	37.59	1.9

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index: -7.98 N1: -0.21 N2: 0.03 N: -0.18

Optimal model

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Optimal structural elasticity index: 0.00 N1: 0.00 N2: 0.00 N: 0.00

Reset

Рис. 5.6. Розрахунок показника структурної еластичності за допомогою програмного продукту, створеного у середовищі Visual Studio 2019

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Для отримання відповідних значень показника структурної еластичності та інших основних показників, задіяних у методиці Л. А. Дідова, що відповідають реальній ситуації на ринку товарів протягом досліджуваного періоду, вводимо дані обсягів експорту на початку і в кінці досліджуваного періоду та значення часток експорту товарних груп на початку і в кінці досліджуваного періоду у

відповідні комірки. Натискаємо на кнопку Calculate structural elasticity index і програма видає результат (рис. 5.6).

При введенні значень важливо, щоб сума часток експорту товарних груп на початку і в кінці досліджуваного періоду дорівнювала 100 (значення у відсотках, %). У нашому випадку (рис. 5.6) бачимо:

- на початку періоду:

$$7,67\%+3,1\%+7,17\%+15\%+26,47\%+38,62\%+1,97\%=100\%;$$

- в кінці досліджуваного періоду:

$$8,85\%+2,92\%+5,78\%+17,03\%+25,93\%+37,59\%+1,9\%=100\%.$$

Інакше, якщо сума часток відмінна від 100, програма замість розрахунку показника структурної еластичної видає напис «Incorrectly entered data».

Наприклад, якщо у комірки для вхідної інформації ми введемо значення часток початку періоду, сума яких перевищує 100% чи є меншою 100%, програма не розрахує показник структурної еластичності, а напише, що дані введено некоректно.(рис. 5.7).

Це також унеможливорює здійснення помилки при введенні значень:

- на початку періоду:

$$7,67\%+30,1\%+7,17\%+25\%+26,47\%+38,62\%+1,97\%=137\%;$$

- в кінці досліджуваного періоду:

$$8,85\%+2,92\%+5,78\%+17,03\%+25,93\%+37,59\%+19\%=117,1\%.$$

Основною кнопкою цієї програми є Optimal model, завдяки якій розраховується оптимальна структура торгівлі, за якої показник структурної еластичності буде набувати максимального значення при певних обмеженнях (рис. 5.8).

При розрахунку оптимальної структури торгівлі також враховується умова, за якої сума всіх часток товарних груп повинна дорівнювати 100%. Дійсно бачимо, $17,67\%+13,10\%+11,15\%+5,00\%+16,47\%+28,62\%+7,99\%=100\%$. Окрім

того, отримуємо оптимальний показник структурної еластичності, який дорівнює $-1,75$, що значно перевищує наявний $-7,98$.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
4048727

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
7,67	30,1	7,17	25	26,47	38,62	1,97

Enter value of export at the end of period
3307948

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
8,85	2,92	5,78	17,03	25,93	37,59	19

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index: Incorrectly entered data

Optimal model

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Optimal structural elasticity index: 0,00

Reset

Рис. 5.7. Розрахунок показника структурної еластичності за

некоректно введених вхідних значень

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
4048727

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
7,67	3,1	7,17	15	26,47	38,62	1,97

Enter value of export at the end of period
3307948

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
8,85	2,92	5,78	17,03	25,93	37,59	1,9

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index: -7,98

Optimal model

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
17,67	13,10	11,15	5,00	16,47	28,62	7,99

Optimal structural elasticity index: -1,75

Reset

Рис. 5.8. Розрахунок оптимальної структури торгівлі і максимального

показника структурної еластичності

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Якщо розглянути структуру торгівлі у вигляді кругової діаграми, то ми чітко можемо побачити різницю між реальними частками товарних груп на кінець досліджуваного періоду і оптимальними частками, розрахованими за допомогою програми Optimal model of trade's structure (рис. 5.9–5.10), при одних і тих самих значеннях обсягів експорту на початку і в кінці досліджуваного періоду.

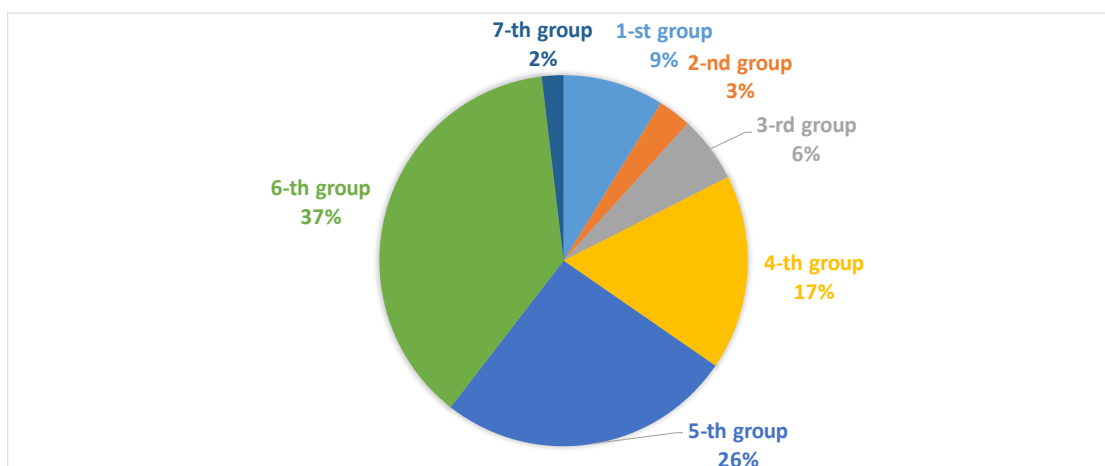


Рис. 5.9. Діаграма реальної структури товарних груп

Джерело: розроблено автором за допомогою MS Excel

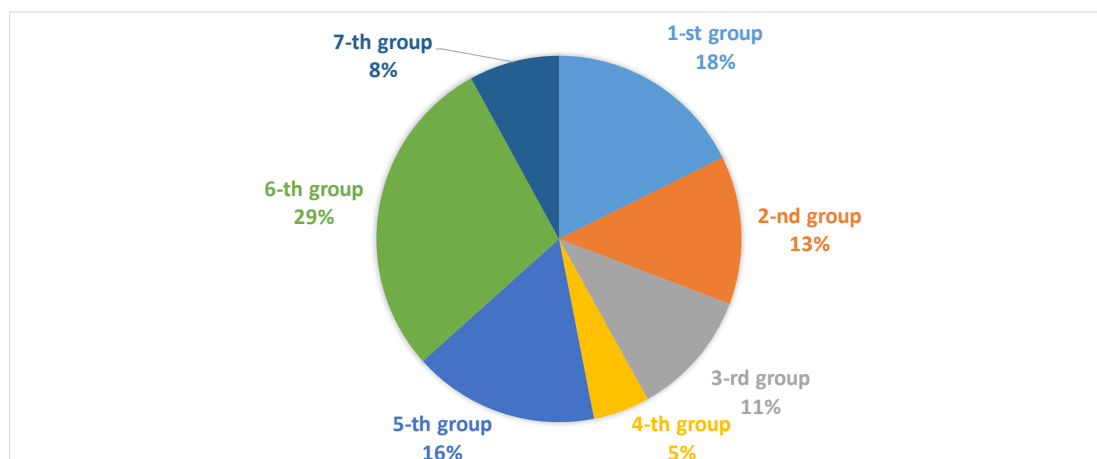


Рис. 5.10. Діаграма оптимальної структури товарних груп.

Джерело: розроблено автором за допомогою MS Excel

З рис. 5.9–5.10 видно, що структура торгівлі товарами зазнала змін, проте оптимальні значення розумно допустимі. Варіація кожної з часток не перебільшує 10%. А це дозволить управлінцям оцінити потенційні можливості розвитку різних галузей виробництва та помірковано розподілити ресурсний потенціал країни без радикальних структурних змін.

Також для зручності користування програмою нами передбачено ще одну кнопку Reset, яка скидає всі введені і розраховані значення до 0 (рис. 5.11).

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period

0

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4th group of goods, % 5th group of goods, % 6th group of goods, % 7th group of goods, %

0 0 0 0 0 0 0

Enter value of export at the end of period

0

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4th group of goods, % 5th group of goods, % 6th group of goods, % 7th group of goods, %

0 0 0 0 0 0 0

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index 0.00 N1 0.00 N2 0.00 N 0.00

Optimal model

1-st group of goods, % 2-nd group of goods, % 3-rd group of goods, % 4th group of goods, % 5th group of goods, % 6th group of goods, % 7th group of goods, %

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Optimal structural elasticity index 0.00 N1 0.00 N2 0.00 N 0.00

Reset

Рис. 5.11. Скидання всіх введених вхідних і розрахованих значень до 0

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Таким чином, запустивши програму один раз, за її допомогою можна прорахувати багато різних сценаріїв зовнішньоторговельних стратегій. Без цієї додаткової опції для розрахунку нових оптимальних значень, доводилось би кожного разу запускати виконуваний файл програми заново.

Завдяки програмній реалізації оптимізаційної моделі розподілу структурних компонент зовнішньої торгівлі товарами країни можна прораховувати різні сценарії ведення торгової політики залежно від зовнішніх економічних факторів впливу на процес виробництва країни та економіки в цілому. Без особливих зусиль даний програмний продукт можна модифікувати залежно від поставлених завдань. Змінювати можна і кількість структурних елементів і обмеження, що накладаються на можливі варіанти зміни відсоткових співвідношень самих компонент.

5.3. Обчислювальні експерименти з моделлю оптимізації структури міжнародної торгівлі країн та аналіз результатів моделювання

Ознайомившись із роботою програмного продукту Optimal model of trade's structure, створеного у середовищі Visual Studio 2019 у попередньому параграфі, проведемо обчислювальні експерименти для отримання оптимальних структур зовнішньої торгівлі країни при різних станах економіки.

Для прикладу розглянемо структуру торгівлі однієї країни, а не групи країн, тому що кожна держава може самостійно регулювати торговельну політику, поставивши перед собою певні цілі.

Маючи велику кількість статистичних даних для країн Європейського Союзу [345], розглянемо структуру торгівлі товарами Франції.

Останні п'ятсот років Франція є однією із провідних країн світу [291] і має сильний вплив на Європу і весь світ. Франція є високорозвиненою індустріально-аграрною країною. За розмірами ВВП і обсягом промислового виробництва Франція посідає одне з провідних місць у західному світі (разом зі США, Німеччиною, Великою Британією та ін.). Провідною галуззю промисловості є машинобудування.

Франція є членом ООН і більшості спеціалізованих агентств цієї організації, ОБСЄ, ЄС, НАТО, Організації економічного співробітництва і розвитку. Франція є співзасновником Організації Об'єднаних Націй і виконує функції одного з постійних членів Ради Безпеки ООН з правом вето. Країна є провідною державою-членом Європейського Союзу та Єврозони, а також членом Великої сімки, Організації Північноатлантичного договору (НАТО), Організації економічного співробітництва та розвитку, Світової організації торгівлі та Франкофонії.

Перед тим, як розробляти сценарії розвитку галузей виробництва Франції, здійснимо оцінювання структурної динаміки торгівлі товарами Франції на основі методичного підходу Л. А. Дідова. Розрахуємо для Франції частки товарних груп

у загальній структурі торгівлі, середньорічні зміни у зміни у товарній структурі торгівлі, визначимо динаміку показника структурної еластичності.

Оскільки Франція входить до ЄС, поділ торгівлі на товарні групи відбувається за знайомим нам сценарієм так, як і в попередніх параграфах:

- харчові продукти, напої та тютюнові вироби;
- сировина;
- мінеральне паливо, змащувальні та супутні матеріали;
- хімічні речовини та пов'язані з ними продукти;
- інші промислові товари;
- техніка та транспортне обладнання;
- товари і операції, не класифіковані в SITC.

Користуючись статистичними даними Eurostat [345], нашим завданням є розрахувати частки кожної з товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі Франції за обсягами експорту протягом 2002–2018 рр. (див. дод. Р) (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

**Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі Франції
за обсягами експорту 2002–2018 рр.**

Товарні групи	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	11,73	11,33	12,08	11,99	12,65	12,27	12,03	11,96	11,91	11,68
Сировина	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	2,26	2,60	3,14	2,89	2,72	2,67	2,46	2,44	2,61	2,53
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	3,91	3,92	4,79	4,81	4,26	4,16	3,25	2,47	2,99	3,55

Продовження табл. 5.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	19,36	17,60	18,37	18,72	18,94	18,87	18,55	18,53	18,84	18,60
Інші промислові товари	22,27	22,27	22,27	22,27	22,27	22,27	22,27	23,16	22,43	22,94	22,16	22,35	22,75	22,88	22,89	22,97	23,00
Техніка та транспортне обладнання	46,61	46,61	46,61	46,61	46,61	46,61	46,61	37,94	38,39	37,01	37,72	37,46	37,78	39,08	39,89	39,03	39,00
Товари та операції, не класифіковані в SITC	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,64	3,74	1,66	1,71	1,60	1,50	1,75	1,82	1,66	1,63
Загальний	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Також зобразимо графічно зміну часток кожної з товарних груп протягом досліджуваного періоду (рис. 5.12).

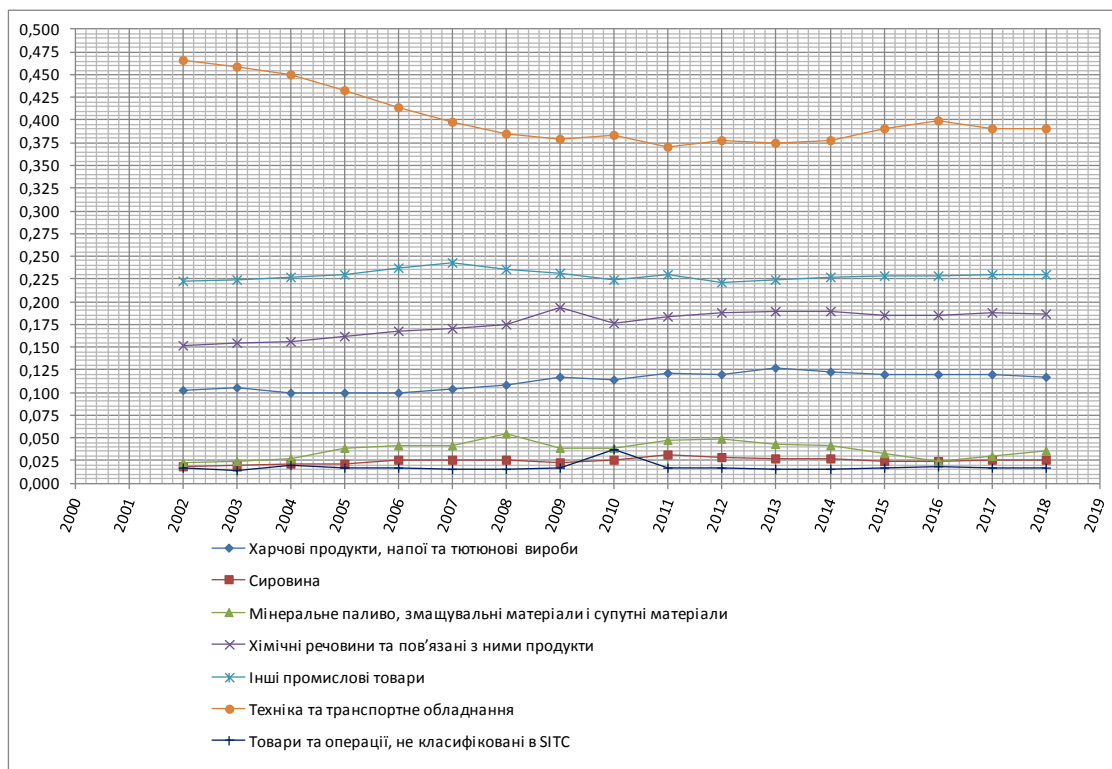


Рис. 5.12. Динаміка зміни часток (%) товарних груп у загальній структурі торгівлі Франції за обсягами експорту протягом 2002–2018 рр.

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

За методикою Л. Дідова [78] розраховуємо показник структурної еластичності та визначаємо середньорічні зміни у товарній структурі Франції (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

**Середньорічні зміни у товарній структурі обсягів експорту країн ЄС
протягом 2002–2018 рр., %**

Товарні групи	2002 – 2003	2003 – 2004	2004 – 2005	2005 – 2006	2006 – 2007	2007 – 2008	2008 – 2009	2009 – 2010	2010 – 2011	2011 – 2012	2012 – 2013	2013 – 2014	2014 – 2015	2015 – 2016	2016 – 2017	2017 – 2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	2,01	-0,41	1,91	6,39	8,05	7,02	-10,26	9,66	15,68	2,50	4,28	-3,09	2,29	-1,22	4,08	2,08
Сировина	2,57	16,26	2,18	23,43	5,21	4,81	-28,39	30,65	31,10	-4,96	-6,92	-1,95	-3,90	-1,53	11,70	0,88
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	8,83	14,39	49,41	12,92	5,14	34,59	-40,95	13,77	32,73	3,77	-12,50	-2,49	-18,54	-24,51	26,87	23,27
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	0,58	5,79	6,47	9,42	5,62	5,20	-8,22	3,19	13,17	5,30	0,00	-0,43	2,49	-0,73	6,28	2,75
Інші промислові товари	-0,91	6,13	3,94	9,39	6,22	-0,75	-18,15	9,90	10,95	-0,23	-0,30	1,74	4,86	-0,57	4,90	4,18
Техніка та транспортне обладнання	-2,88	2,98	-1,47	1,24	-0,29	-0,84	-18,13	14,86	4,57	5,26	-1,84	0,80	7,89	1,40	2,32	3,95
Товари та операції, не класифіковані в SITC	-12,12	37,19	-13,71	11,60	-2,62	-3,97	-9,17	159,2	-51,79	6,38	-7,41	-6,42	21,78	3,34	-5,03	2,57

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Розрахунок коефіцієнта структурної еластичності для товарних груп Франції за експортними операціями протягом 2002–2018 рр. проведемо із використанням основних показників, що входять в методологічний апарат підходу Л. А. Дідова. Обчислення здійснюємо за допомогою електронних таблиць MS Excel та усі отримані значення занесемо до табл. 5.10.

Таблиця 5.10

**Розрахункові дані за структурною динамікою обсягів експорту
товарних груп Франції**

Показ- ники	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
λ	0,988	1,048	1,025	1,061	1,034	1,026	0,831	1,135	1,085	1,033	0,988	1,000	1,043	0,994	1,046	1,040
m	0,010	0,013	0,021	0,020	0,016	0,022	0,029	0,029	0,035	0,011	0,011	0,007	0,017	0,009	0,011	0,006
N	-0,012	0,048	0,025	0,061	0,034	0,026	-0,169	0,135	0,085	0,033	-0,012	0,000	0,043	-0,006	0,046	0,040
N_1	-0,022	0,034	0,003	0,040	0,018	0,003	-0,193	0,102	0,047	0,021	-0,022	-0,008	0,025	-0,015	0,034	0,034
N_2	0,010	0,014	0,022	0,021	0,016	0,023	0,024	0,033	0,037	0,012	0,011	0,007	0,018	0,009	0,011	0,006
E	-2,258	2,471	0,160	1,909	1,091	0,136	-8,152	3,107	1,258	1,829	-2,102	-1,063	1,446	-1,723	3,056	5,591

Джерело: отримано автором засобами MS Excel та [345]

Наглядно показник структурної еластичності для обсягів експорту у товарних групах Франції протягом 2002–2018 рр. зображено на рис. 5.13.

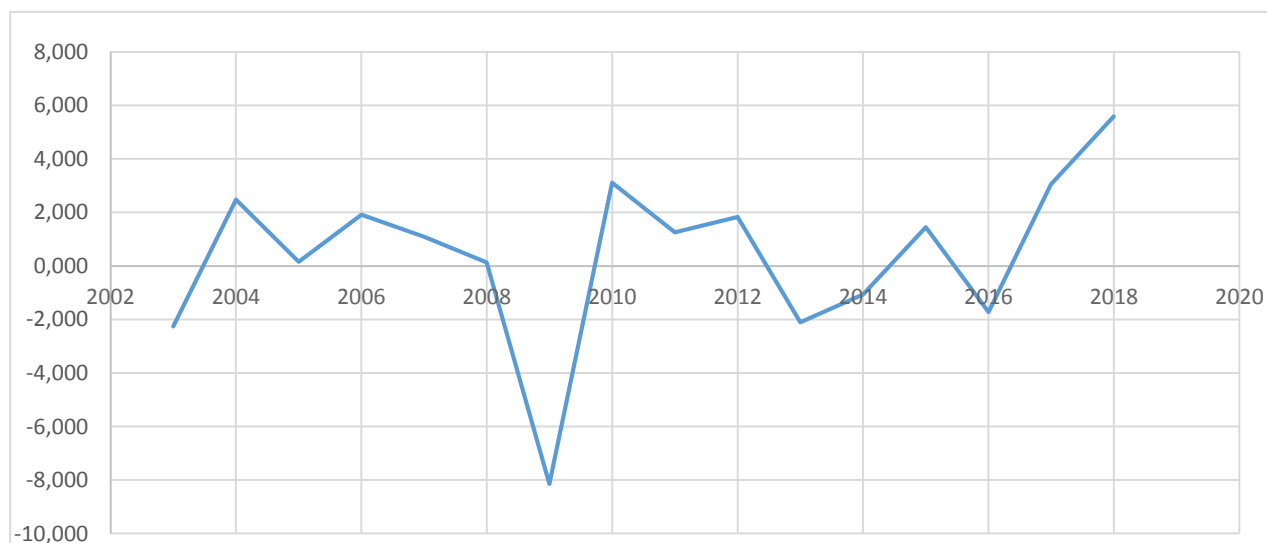


**Рис. 5.13. Структурна динаміка торгівлі у товарних групах Франції
за обсягами експорту протягом 2002–2018 рр.**

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

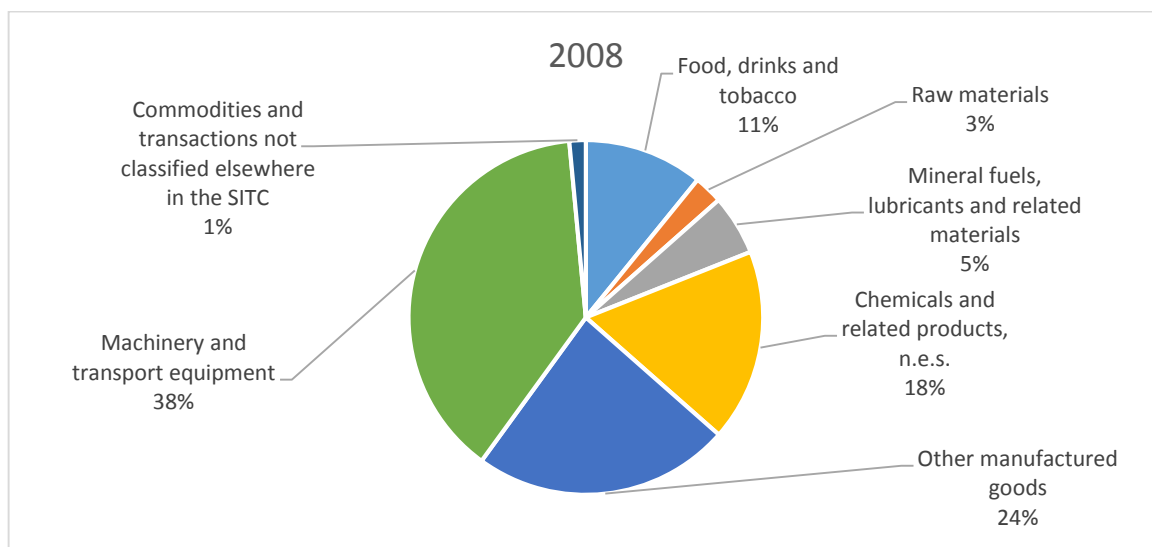
На основі отриманих значень показника структурної еластичності можна підсумувати, що структурно-динамічний процес на прикладі товарних груп Франції за обсягами експорту протягом 2002-2018 рр. протікав в декількох режимах структурної динаміки. Отримані значення дозволяють виділити чотири режими структурної динаміки, притаманних товарній структурі Франції протягом 2002-2018 рр.:

- найхарактерніший в роки економічної стабільності режим структурної рівноваги – 2004 р., 2006–2007 рр., 2010 р., 2015 р., 2017–2018 рр., властивими є незначні та несуттєві зміни, що не викликають відхилення структури від рівноваги;
- наступним є режим порушення структурної рівноваги – 2005 р., і 2008 р. із притаманним йому загальним економічним зростанням, при цьому одні часткові позиції в складі досліджуваної структури витісняють інші; коефіцієнт структурної еластичності залишається додатнім, при цьому зростання на основі традиційної структури доповнюється зростанням на основі структурних змін;
- третій є режим структурної рецесії – 2003 р., 2013–2014 рр., 2016 р., якому характерне зростання по позиціях, що збільшуються не може перекрити спад по позиціях, що зменшуються, тобто спад перестає компенсуватися одночасним зростанням на основі структурних змін;
- четвертий із спостережних структурних режимів – це структурна криза – 2009 р., для якого притаманний спад виробництва; особливої уваги для експортних операцій заслуговує значення статистичних даних за 2009 р., це свідчить про структурну кризу, вихід із якої потребує певного часу.

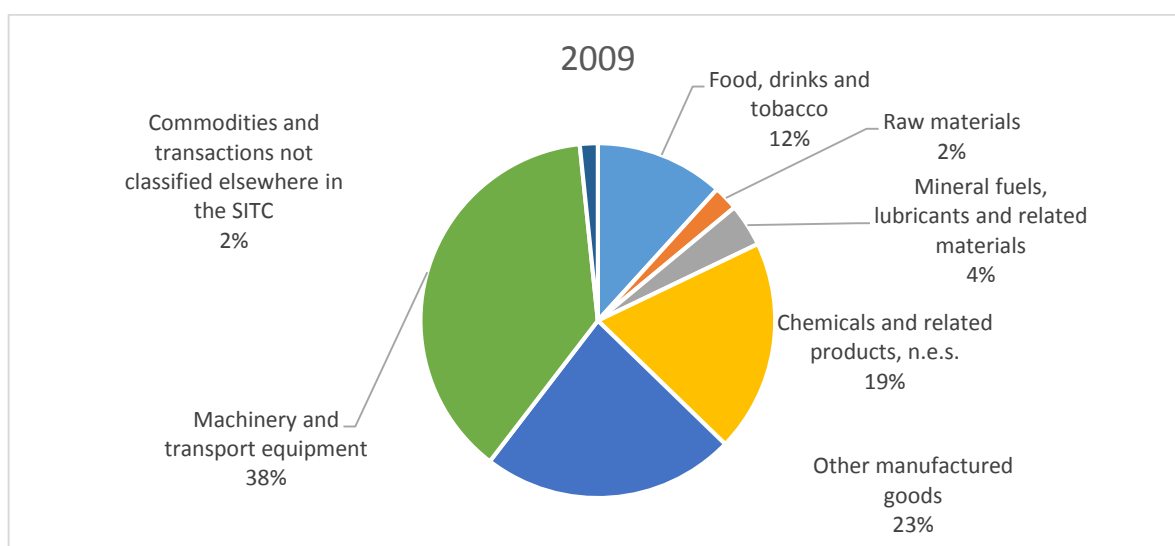
Вже в 2010 році значення всіх показників перевищує докризовий рівень і значення коефіцієнта еластичності знову додатне. Це свідчить про те, що режим структурної кризи 2009 р. спонукав до певних структурних зрушень і незначну структурну перебудову промислового сектора економіки. Наглядно розглянемо,

як змінювалися частки структурних компонент торгівлі товарами Франції до кризи (2008 р.), під час кризи (2009 р.) та після (2010 р.) (рис. 5.14).

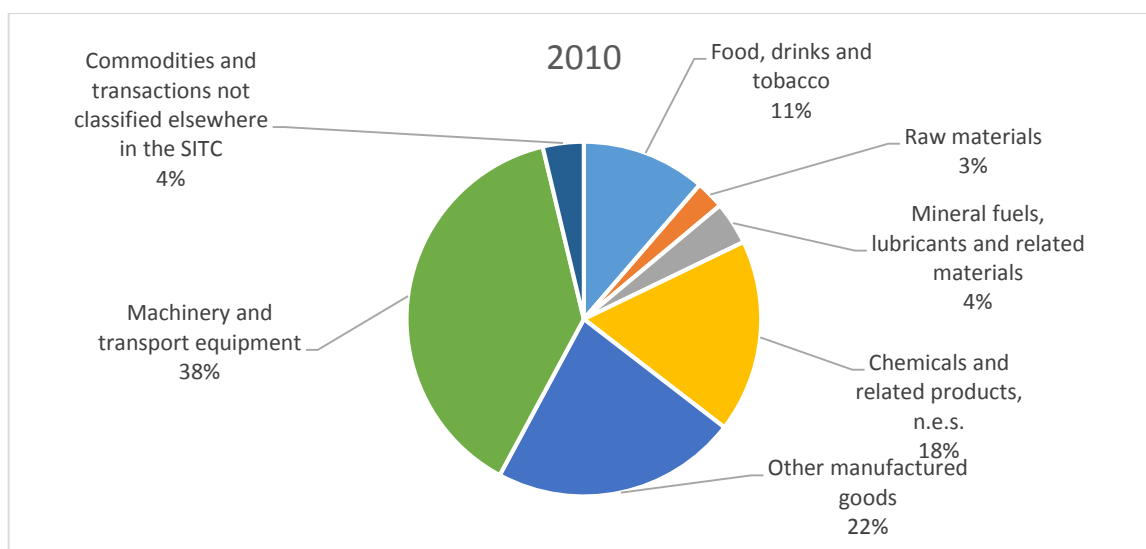
Із цього слідує, що ситуація 2009 року не є закономірною. Спад всіх показників обумовлений спадом зведеного індексу випуску (0,831 порівняно із 2008 р. – 1,026), що пов'язано із фінансовою кризою. Як бачимо динаміка основних показників визначення структурно-динамічних змін в структурі торгівлі Франції за методикою Л. А. Дідова, вказує, що темп зростання і структурні зрушення залежать не лише від коливань на міжнародних ринках.



a)



б)



в)

Рис. 5.14. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту Франції за: а) 2008 р.; б) 2009 р.; в) 2010 р.

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

Розглянемо графіки показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції і приріст світового ВВП протягом однакового часового періоду (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Динаміка приросту світового ВВП і значень показника еластичності експорту Франції

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

З рис. 5.15 доходимо висновку, що графік динаміки значень показника еластичності експорту ніби повторює траєкторію ламаної, що відображає дані приросту світового ВВП.

Скористаємось оптимізаційною моделлю розподілу структурних компонент зовнішньої торгівлі товарами Франції для двох структурних режимів (третього – структурної рецесії і четвертого – структурної кризи), так як значення показника структурної еластичності для нульового режиму (структурної рівноваги) і першого (порушення структурної рівноваги) є задовільними.

На основі результатів дослідження третій структурний режим (режим структурної рецесії) спостерігався у структурі товарів Франції за обсягами експорту у 2003 р. та 2013–2014 рр. і 2016 р. Для цих років розрахуємо оптимальні значення часток структурних компонент, користуючись оптимізаційною моделлю розподілу структурних компонент зовнішньої торгівлі, реалізованою за допомогою програмного середовища Visual Studio 2019, залишаючи сукупні обсяги експорту на початку і в кінці досліджуваних періодів не змінними.

Для кожного часового періоду ми отримаємо оптимальні значення, враховуючи всі обмеження, що накладаються на невідомі величини. Для 2003 р., виходячи із вхідних параметрів, одержимо оптимальні значення часток структурних компонент і оптимальний показник структурної еластичності, що буде меншим ніж реальний (рис. 5.16).

Як бачимо з рис. 5.16 значення оптимального показника структурної еластичності дорівнює $-1,12$, це значення є меншим, ніж реальне $-2,27$. Проте, якщо аналізувати приналежність ситуації до одного із структурних режимів, описаних Л. А. Дідовим, то все ж таки це буде третій структурний режим – режим структурної рецесії. Але наближення значення показника до -1 , до граничного значення другого режиму, свідчить про відсутність зростання в сфері торгівлі, але структурні зміни можуть бути доволі значимими.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
350804

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
10,18	1,89	2,21	15,2	22,27	46,6	1,65

Enter value of export at the end of period
346569

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
10,51	1,96	2,43	15,47	22,34	45,82	1,47

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	-2,27	N1	-0,02	N2	0,01	N	-0,01
Optimal model							

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
12,61	2,35	2,92	18,57	25,14	36,66	1,75

Optimal structural elasticity index

-1,12	N1	-0,11	N2	0,10	N	-0,01
Reset						

Рис. 5.16. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2003 р.

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Аналогічно розрахуємо оптимальну структуру зовнішньої торгівлі товарами для Франції для 2013–2014 рр., а також для 2016 р. (рис. 5.17–5.19).

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
442645

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
11,99	2,89	4,81	18,72	22,16	37,72	1,71

Enter value of export at the end of period
437440

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
12,65	2,72	4,26	18,94	22,35	37,46	1,62

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	-2,11	N1	-0,02	N2	0,01	N	-0,01
Optimal model							

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
15,18	3,28	5,12	22,73	19,84	31,93	1,92

Optimal structural elasticity index

-1,15	N1	-0,09	N2	0,08	N	-0,01
Reset						

Рис. 5.17. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2013 р.

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
437440

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
12,65	2,72	4,26	18,94	22,35	37,46	1,62

Enter value of export at the end of period
437243,7

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
12,27	2,67	4,16	18,87	22,75	37,78	1,5

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	-1,06	N1	-0,01	N2	0,01	N	0,00
Optimal model							

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
14,72	3,21	4,99	22,65	22,41	30,22	1,80

Optimal structural elasticity index

Optimal structural elasticity index	-1,01	N1	-0,07	N2	0,07	N	0,00
Reset							

Рис. 5.18. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2014 р.

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
455990

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
12,03	2,46	3,25	18,55	22,88	39,08	1,75

Enter value of export at the end of period
453075,8

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
11,96	2,44	2,47	18,53	22,89	39,89	1,82

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	-1,72	N1	-0,02	N2	0,01	N	-0,01
Optimal model							

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
14,35	2,93	2,00	22,24	21,35	34,95	2,18

Optimal structural elasticity index

Optimal structural elasticity index	-1,09	N1	-0,08	N2	0,07	N	-0,01
Reset							

Рис. 5.19. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2016 р.

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Як бачимо всі оптимальні значення показників структурної еластичності для досліджуваних періодів наближаються до -1 , а це граничне значення для

другого періоду. Отримані значення оптимальних показників $-1,15$; $-1,01$; $-1,09$ вказують на наявність режимів структурної рецесії, проте одержані значення значно менші, ніж реальні.

Ще одним цікавим випадком є 2009 р. і структурні зміни в торгівлі відповідають четвертому структурному режиму – структурній кризі. Щоправда, реальний показник структурної динаміки надзвичайно малий $-8,15$ для досліджуваного періоду часу.

Скористаємось розробленою програмою у середовищі Visual Studio 2019 для отримання оптимальних часток структурних компонент торгівлі товарами Франції, за яких значення показника структурної еластичності буде максимальним при дотриманні встановлених обмежень.

Проілюструємо виконання поставленого завдання на рис. 5.20.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
418983

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
10,85	2,62	5,5	17,53	23,5	38,5	1,5

Enter value of export at the end of period
348035

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
11,73	2,26	3,91	19,36	23,16	37,94	1,64

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	N1	N2	N
-8,15	-0,19	0,02	-0,17

Optimal model

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4th group of goods, %	5th group of goods, %	6th group of goods, %	7th group of goods, %
14,07	2,71	3,13	23,24	21,53	33,36	1,96

Optimal structural elasticity index

N1	N2	N
-3,15	-0,25	0,08

Reset

Рис. 5.20. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2009 р.

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Значення показника $-3,15$ значно більше, ніж $-8,15$ і це все ще четвертий структурний режим, проте маємо наближення до граничного значення цього режиму $E < -3$.

При розрахунках оптимальної структури торгівлі товарами Франції за обмеження було взято нерівності, що допускають відхилення оптимальних значень часток структурних компонент від реальних за абсолютною величиною не більше ніж на 20%. Таке обмеження було введено для того, щоб не допустити кардинальних змін часток товарних груп у загальній структурі торгівлі.

Проте, якщо це значення змінити до хоча б 35%, ми отримаємо інші оптимальні частки елементів структури і ще менше значення показника структурної еластичності $-2,38$ (рис. 5.21). Таким чином, структурні зміни відповідають вже не четвертому структурному режиму (структурна криза), а третьому (структурна рецесія), що матиме кращі наслідки для країни в період світової кризи.

Optimal model of trade's structure

Enter value of export at the beginning of period
418983

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4-th group of goods, %	5-th group of goods, %	6-th group of goods, %	7-th group of goods, %
10,85	2,62	5,5	17,53	23,5	38,5	1,5

Enter value of export at the end of period
348035

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4-th group of goods, %	5-th group of goods, %	6-th group of goods, %	7-th group of goods, %
11,73	2,26	3,91	19,36	23,16	37,94	1,64

Calculate structural elasticity index

Structural elasticity index	N1	N2	N
-8,15	-0,19	0,02	-0,17

Optimal model

1-st group of goods, %	2-nd group of goods, %	3-rd group of goods, %	4-th group of goods, %	5-th group of goods, %	6-th group of goods, %	7-th group of goods, %
15,83	3,05	3,96	26,14	19,07	29,74	2,21

Optimal structural elasticity index

N1	N2	N
-0,29	0,12	-0,17

Reset

Рис. 5.21. Розрахунок оптимальної структури торгівлі Франції і максимального показника структурної еластичності у 2009 р. із новими обмеженнями структурних компонент

Джерело: розроблено автором за допомогою Visual Studio 2019

Отже, залежно від політики країни і від готовності уряду перерозподілити ресурси таким чином, щоб частки товарних груп у загальній структурі товарами зазнали більш суттєвих змін, за допомогою оптимального планування можна

запобігти настанню режиму структурної кризи і зменшити наслідки даної ситуації у сфері торгівлі на економіку країни.

На основі обчислювальних експериментів із моделлю оптимальних зовнішньоторговельних стратегій можна висновувати про доцільність використання даного інструменту при здійсненні планування у сфері торгівлі з метою ведення ефективної торговельної політики. Для збільшення обсягів експорту уряд країни повинен бути ціленаправленим на створення конкурентоспроможного та структурно збалансованого виробництва національної продукції із врахуванням викликів, що виникають сьогодні у міжнародному просторі. Досягнення цієї мети можливе за державної підтримки розвитку промислового сектора економіки країни та продуманого стратегічного планування, орієнтованого на збільшення конкурентоспроможності вітчизняної продукції. Саме математичний інструментарій дає змогу адекватно оцінити наявну ситуацію на ринку товарів і послуг та запропонувати сценарії формування торговельних потоків залежно від пріоритетів споживачів, зовнішньоекономічних факторів та технологічних інновацій.

Застосувавши оптимізаційну модель розподілу структурних компонент зовнішньої торгівлі товарами Франції, ми отримали певні зміни для часток товарних груп у загальній структурі торгівлі (табл. 5.11), що приводять до збільшення значення показника структурної еластичності, а отже, до переходу від одного до іншого структурного режиму. Перехід з періоду структурної кризи в режим структурної рецесії не приведе до зростання економічної активності, але все ж таки втрати будуть не такими збитковими, і на повернення до нарощування виробництва продукції потрібно буде витратити значно менше часу.

В табл. 5.11 ми внесли оптимальні значення основних показників структурно-динамічного аналізу Л. А. Дідова, враховуючи обмеження на значення часток структурних компонент за абсолютною величиною на рівні не більше ніж на 20%.

**Розрахункові дані за структурною динамікою обсягів експорту
товарних груп Франції та отримані за допомогою оптимізаційної моделі**

Показ- ники	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N	-0,012	0,048	0,025	0,061	0,034	0,026	-0,169	0,135	0,085	0,033	-0,012	0,000	0,043	-0,006	0,046	0,040
N_{OPT}	-0,01	0,048	0,025	0,061	0,034	0,026	-0,17	0,135	0,085	0,033	-0,01	0,000	0,043	-0,01	0,046	0,040
N_1	-0,022	0,034	0,003	0,040	0,018	0,003	-0,193	0,102	0,047	0,021	-0,022	-0,008	0,025	-0,015	0,034	0,034
N_{1OPT}	-0,11	0,034	0,003	0,040	0,018	0,003	-0,25	0,102	0,047	0,021	-0,09	-0,07	0,025	-0,08	0,034	0,034
N_2	0,010	0,014	0,022	0,021	0,016	0,023	0,024	0,033	0,037	0,012	0,011	0,007	0,018	0,009	0,011	0,006
N_{2OPT}	0,10	0,014	0,022	0,021	0,016	0,023	0,08	0,033	0,037	0,012	0,08	0,07	0,018	0,07	0,011	0,006
E	-2,258	2,471	0,160	1,909	1,091	0,136	-8,152	3,107	1,258	1,829	-2,102	-1,063	1,446	-1,723	3,056	5,591
E_{OPT}	-1,12	2,471	0,160	1,909	1,091	0,136	-3,15	3,107	1,258	1,829	-1,15	-1,01	1,446	-1,09	3,056	5,591

Джерело: отримано автором засобами MS Excel, [345] та Visual Studio 2019

Із збільшенням показника структурної еластичності структурний режим, в якому перебуває торгівля Франції, залишився все ж таки тим самим. Однак, вдосконалення організації та управління виробничими процесами допоможе пришвидшити стабілізацію співвідношень прибуткових і збиткових галузей промисловості, а також допоможе швидше повернутися до лідируючих позицій на міжнародному ринку.

Динаміку значень показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції та показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції, розрахованими за допомогою оптимізаційної моделі розглянемо на рис. 5.22.

З рис. 5.22 чітко видно, що ситуація на ринку товарів Франції у 2009 р., отримана із застосуванням оптимізаційної моделі, вже не впадає в режим глибокої кризи і відповідно повернення до режиму структурної рівноваги потребуватиме значно менше часу.

Також зобразимо на одному часовому проміжку динаміку реального показника структурної еластичності експорту товарів Франції, динаміку показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції, розрахованого за

допомогою оптимізаційної моделі та динаміку приросту світового ВВП (рис. 5.23).



Рис. 5.22. Динаміка значень показника структурної еластичності експорту Франції та показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції, розрахованими за допомогою оптимізаційної моделі

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

За результатами побудови графіків (рис. 5.23) бачимо, що завдяки змодельованим результатам значення оптимального показника структурної еластичності наближаються до значень приросту світового ВВП, що не можна сказати про реальний показник структурної еластичності. Отже, зважаючи на зовнішні фактори та користуючись оптимізаційною моделлю розподілу структурних компонент зовнішньої торгівлі країни, можна запропонувати сценарії зміни часток товарних груп з метою запобігання значним втратам в промисловому секторі економіки при чималих структурних перебудовах.

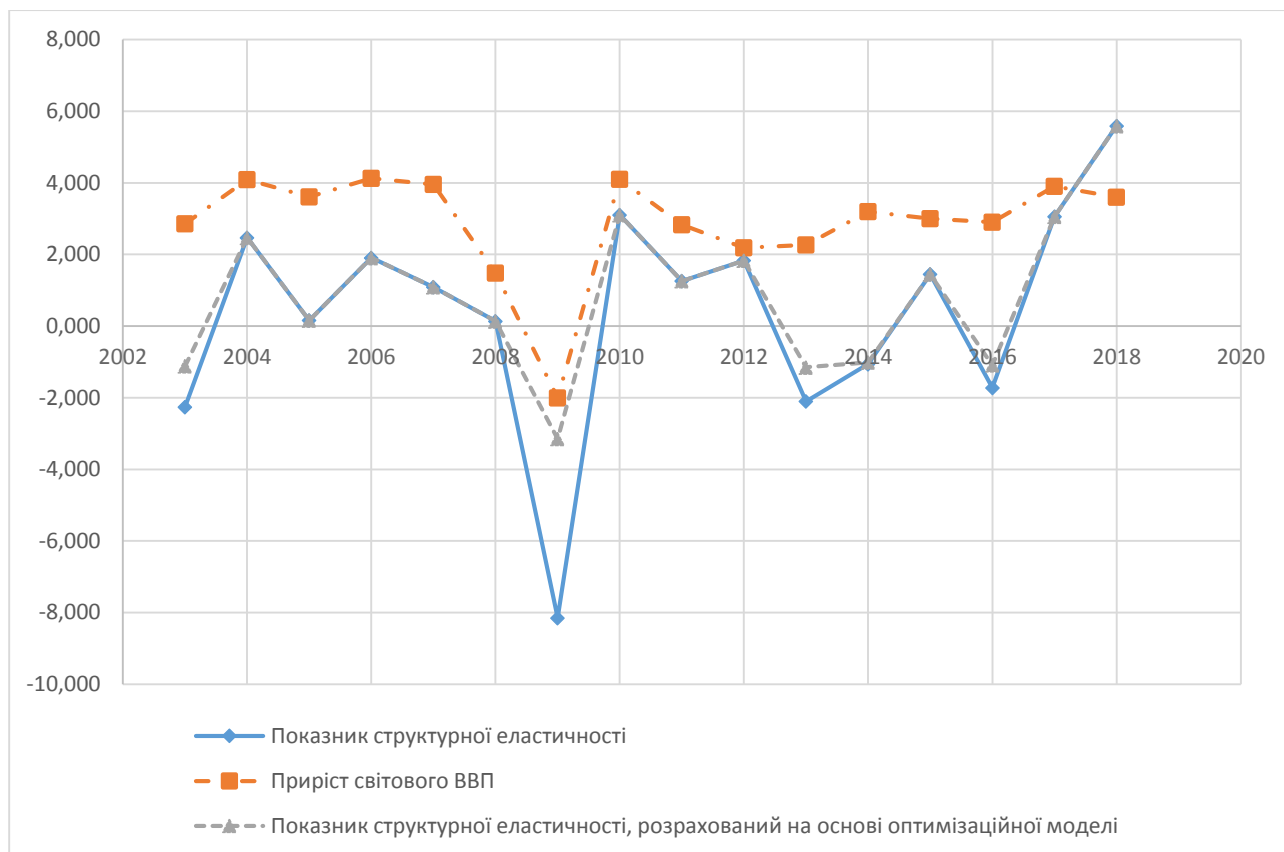


Рис. 5.23. Динаміка значень показника структурної еластичності експорту Франції, показника структурної еластичності торгівлі товарами Франції, розрахованими за допомогою оптимізаційної моделі та приросту світового ВВП

Джерело: побудовано автором засобами MS Excel

При цьому оптимізаційна модель дає змогу розрахувати оптимальні значення часток структурних компонент для будь-якого структурного режиму. Навіть якщо користувач має бажання перейти з першого структурного режиму (режим витіснення) в нульовий режим (режим доповнюючих структурних змін), користуючись програмним продуктом, розробленим у середовищі Visual Studio 2019, буде отримано такі значення часток структурних компонент, за яких показник структурної еластичності буде набувати максимального значення при дотриманні усіх умов-обмежень.

Визначивши оптимальні значення часток товарних груп, управлінці матимуть змогу перерозподілити ресурсну базу таким чином, щоб отримати найбільш можливий дохід від експорту продукції.

Важливим аспектом успішної динаміки промислового сектору економіки країни є підвищення конкурентоспроможності виробничих потужностей та їх перехід до інноваційного типу розвитку. Тому що у цьому випадку, не зважаючи на організаційні нововведення чи оновлення технологічної бази, приріст обсягів виготовленої продукції зростатиме разом із попитом на неї завдяки структурним змінам.

Таким чином, надзвичайно суттєвою є проблема моніторингу структурних змін, завдяки яким вдосконалюється галузевий склад випуску продукції та проблема аналізу динаміки розвитку промислового сектору економіки.

Також при плануванні часток структурних компонент промислового сектору економіки, управлінці повинні зважати на взаємозв'язки, що існують між темпами зростання галузей і характеристиками часток елементів структури. Так, якщо прагнути до збільшення частки однієї із товарних груп у загальній структурі торгівлі, це призведе до гальмування динаміки всього промислового сектору економіки. Тому стратегічне планування у сфері торгівлі повинне бути поміркованим і націленим на зростання економіки та національного добробуту населення.

При здійсненні обчислювальних експериментів з розробленою моделлю отримані оптимальні рішення дозволяють розрахувати показник структурної еластичності відповідно до товарної структури (рис. 5.24).

Окрім показника структурної еластичності супутньо розраховуємо компоненти структурного запізнення (N_1) та випередження (N_2) в у структурі торгівлі, а також темпу зростання (N), що є визначальними при визначенні протікання певного структурного режиму.

На початковому етапі (1) здійснюється прогнозування стану глобальної економіки, спаду/зростання ВВП, зменшення/збільшення попиту на товари і послуги. Ефективним інструментом для досягнення цього завдання є теорія часових рядів і Arima-модель прогнозування динаміки часового ряду або методи

детермінованого хаосу, або прогнозування основних тенденцій на основі використання нейромережних технологій.

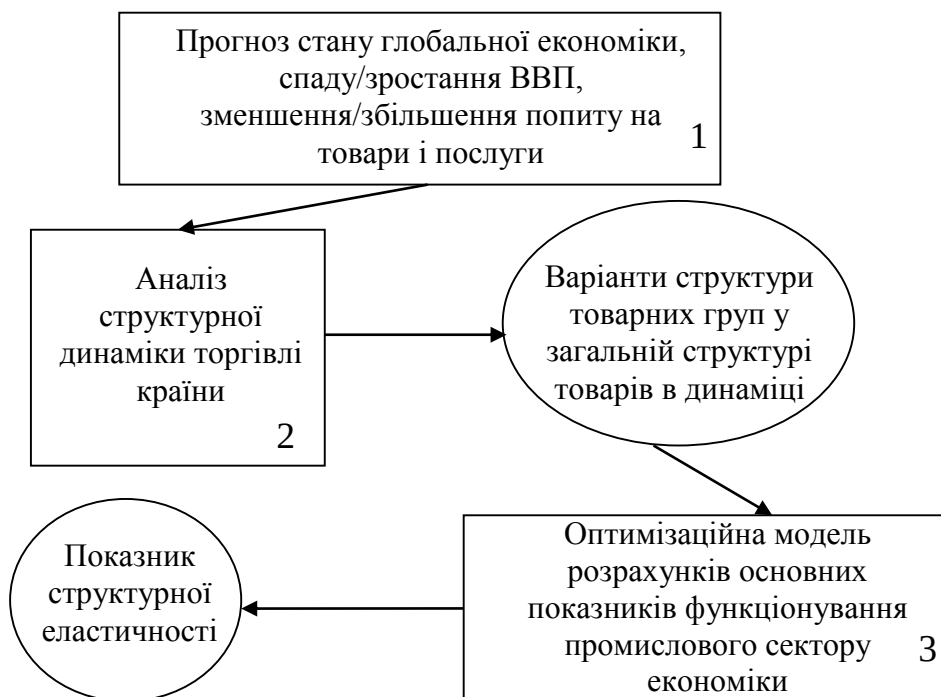


Рис. 5.24. Умовна схема декомпозиційного підходу побудови моделі оптимізації товарної структури

Джерело: розроблено автором

Далі здійснюємо структурно-динамічний аналіз за методикою Л. А. Дідова (2) і визначаємо структурні режими, що притаманні змінам у структурі торгівлі протягом досліджуваного періоду часу.

Розраховуємо оптимальні частки товарних груп у загальній структурі торгівлі на майбутній період, користуючись аналізом структурних трансформацій країни в минулих періодах та враховуючи прогноз стану глобальної економіки, з метою досягнення максимально можливого значення показника структурної еластичності (3).

Зауважимо, що оптимізаційна модель розрахунку основних показників функціонування промислового сектору економіки може бути розглянута в різних модифікаціях.

Разом із загальним підходом до дослідження структурної динаміки виробничих галузей економіки на основі прогнозу станів глобальної економіки,

оптимізаційні моделі, що зіставляються, розрізняються між собою.

Завдяки розробленій сценарній оптимізаційній моделі товарної структури торгівлі, яка відображає стан промислового сектору економіки, що базується на застосуванні аналізу динаміки структурних компонент та розрахунку основних показників методичного підходу Л. А. Дідова та приводить до обчислення числових значень показника структурної еластичності дозволяє на основі наявної ситуації у сфері торгівлі оптимально перерозподілити ресурси промислового сектору та здійснювати сценарні розрахунки розвитку різних галузей промисловості для кожної з фаз економічного циклу.

Практичний досвід розв'язування завдань за допомогою математичного моделювання вказує на те, що використання лише прямих результатів оптимізації гальмує процес впровадження отриманих оптимальних розрахунків. Відомо, що під впливом зовнішніх і внутрішніх випадкових факторів у міжнародній торгівлі суттєво змінюються умови торговельної політики, внаслідок чого складаються ситуації, в яких виникає завдання оцінити ефективність варіантів оптимальних часток структурних компонент.

Формуючи оптимальні стратегії розвитку і функціонування виробничо-економічних систем, аналітики часто здійснюють оцінювання характеристик вірогідності, важливості і переваги на основі актуальної інформації щодо наявної ситуації на міжнародному ринку.

Розробка математичного інструментарію моделювання оптимальних зовнішньоторговельних стратегій дає змогу зробити такі висновки.

1. Обґрунтовано необхідність забезпечення структурної оптимальності торгівлі як умову запобігання посилення економічної нестабільності в країні. Визначено поняття «структури торгівлі» як пропорційні співвідношення груп товарів і послуг. Розглянуто ряд показників та методик для оцінювання структурних змін у часі як основу розробки інструментарію для виявлення взаємозв'язків між структурними елементами міжнародної торгівлі. Розглянуто використання різних показників структурних зрушень (індекс відмінностей,

лінійний і квадратичний коефіцієнти абсолютних структурних зрушень (Казинця), інтегральний коефіцієнт структурних зрушень К. Гатєва, інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей А. Салаї, індекс В. М. Рябцева та ін.) для визначення структурних трансформацій в економічних системах.

2. Виділено науковий підхід до проведення структурно-динамічного аналізу на основі методики Л. А. Дідова як концептуальну основу для моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн. Модель Л. А. Дідова розроблена для оцінювання структурно-динамічних процесів, що відбуваються в структурі промислового сектора економіки, виділити галузі, за розвиток яких відповідає інноваційно-технологічні фактори та визначити причини відхилень певних галузей промисловості від заданого структурно-динамічного процесу, враховуючи динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків міжнародної торгівлі, обґрунтованим є застосування моделі Л. А. Дідова як інструментарію оцінювання структурно-динамічних трансформацій у сфері торгівлі. Описано переваги даного підходу у виявленні можливих перспективних напрямів торговельної політики, орієнтованої на забезпечення зростання торгових оборотів.

3. Розглянуто структуру торгівлі країн Європейського Союзу протягом 2002–2015 рр. за методикою Л. А. Дідова, компонентами якої є: харчові продукти, напої та тютюнові вироби; сировина; мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали; хімічні речовини та пов'язані з ними продукти; інші промислові товари; техніка та транспортне обладнання; товари та операції, не класифіковані в SITC. Розраховано частки кожної із товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі відповідно за обсягами експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. Аналітично розраховано середньорічні зміни (%) у товарній структурі обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. Обчислено компоненти структурного запізнення та випередження в розкладі норми зростання обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом досліджуваного періоду. Знайдено коефіцієнт росту (спаду) та коефіцієнт загальної структурної

зміни обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. Розраховано показник структурної еластичності і темп зростання обсягів експорту та імпорту товарних груп країн ЄС протягом досліджуваного періоду. Виявлено, що динаміка показників визначення структурно-динамічних змін в структурі торгівлі країн ЄС, вказує на залежність темпу зростання і структурних зрушень від коливань на міжнародних ринках. Запропоновано використання структурно-динамічного аналізу торгівельних груп у комплексі розробки інструментарію вимірювання міжнародної торгівлі.

4. Здійснено аналіз динаміки приросту світового ВВП і показник структурної еластичності, розрахований для обсягів експорту країн ЄС на одному часовому періоді за методикою Л. А. Дідова з метою визначення параметрів для побудови моделі оптимальних структур зовнішньої торгівлі країни. Обґрунтовано актуальність визначення напрямів стратегічного розвитку промислових галузей для кожної країни в період глобалізації економічних процесів з метою зміцнення її конкурентоздатних позицій на міжнародному ринку, а також для покращення її національного добробуту.

5. Здійснено математичний опис моделі оптимізації структури зовнішньої торгівлі країни на основі методів лінійного програмування. За цільову функцію прийнято максимум показника структурної еластичності, розрахованого на основі методики Л. А. Дідова.

6. Для розв'язування поставленої числової задачі лінійного програмування була розроблена програма на мові програмування C# у середовищі Visual Studio 2019. Даний програмний продукт представлений у вигляді файлу із розширенням exe, що застосовується в системах DOS, Microsoft Windows, Symbian, OS/2 та в деяких інших. Це дає змогу легко запускати програму і користуватися нею практично з будь-якого комп'ютера чи ноутбука. Обґрунтовано вибір об'єктно-орієнтованого підходу при комп'ютерній реалізації оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури країни для формування різних сценаріїв ведення торгової політики залежно від зовнішніх

економічних факторів впливу на процес виробництва країни та економіки в цілому.

7. Здійснено структурно-динамічний аналіз торгівлі Франції за експортними операціями на основі методики Л. А. Дідова та проведено обчислювальні розрахунки за допомогою комп'ютерної реалізації оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури, на основі яких отримано певні зміни для часток товарних груп у загальній структурі торгівлі Франції, що приводять до збільшення значення показника структурної еластичності.

8. Здійснено порівняння отриманих оптимальних значень показника структурної еластичності та реальних значень показника структурної еластичності. Також виявлено, що при використанні оптимальної стратегії формування часток товарних груп у загальній структурі торгівлі структурно-динамічні зміни відповідатимуть вже не режиму структурної кризи, а режиму структурної рецесії, що матиме кращі наслідки для країни в період світової кризи і допоможе швидше повернутися до докризового обсягу випуску продукції. Запропоновано використання структурно-динамічного аналізу торгівельних груп та застосування оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури у комплексі розробки інструментарію стратегічного планування напрямів розвитку торговельної політики країни для підвищення конкурентоспроможності виробничих потужностей та їх перехід до інноваційного типу розвитку.

9. Розроблено умовну схему декомпозиційного підходу побудови моделі оптимізації товарної структури країни, за якою рекомендовано на початковому етапі здійснювати прогнозування стану глобальної економіки, спаду/зростання ВВП, зменшення/збільшення попиту на товари і послуги, далі здійснювати структурно-динамічний аналіз за методикою Л. А. Дідова, визначити структурні режими, що притаманні змінам у структурі торгівлі протягом досліджуваного періоду часу, а потім розраховувати оптимальні частки товарних груп у загальній

структурі торгівлі на майбутній період, користуючись оптимізаційною моделлю зовнішньоторговельної структури.

ВИСНОВКИ

У дисертації вирішено актуальну науково-прикладну проблему розробки методологічного обґрунтування математичного моделювання оцінок та технологій вимірювання міжнародної торгівлі країн світу на основі використання сучасних методів та інструментів кількісного вимірювання економічних процесів. Основні результати та висновки, одержані в процесі дослідження, полягають у такому.

1. Узагальнено та систематизовано теорії міжнародної торгівлі з позиції попиту і пропозиції. Виявлено, що всі розглянуті традиційні теорії міжнародної торгівлі базувалися не на подібності країн, а навпаки, на їх відмінностях. Доведено, що всупереч теорії співвідношення факторів виробництва, не тільки відмінності, але й подібність між країнами може бути передумовою для торгівлі. Проаналізовано теорію подібності країн, яка стверджує, що, розробивши нову продукцію у відповідь на знайдену потребу споживача на внутрішньому ринку, виробник потім звертається до найподібніших до його країни ринків. Встановлено, що ця теорія пояснює міжнародну торгівлю переважно з боку попиту, а не пропозиції. Виявлено, що чим більше перетинаються структури попиту в країні-експортері та імпортері, підкріплені високим рівнем доходу, тим вищий рівень торгівлі між ними. Узагальнено, що теорії міжнародної торгівлі є основою при статистичному спостереженні торгівлі та дають змогу виявити ключові показники її вимірювання.

2. Встановлено, що однією із проблем вимірювання економічних процесів є їх динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків. Визначено поняття «вимірювання зовнішньої торгівлі» як упорядкування, зіставлення основних показників зовнішньої торгівлі, що характеризують ведення зовнішньоторговельної політики та її наслідки для економіки цієї країни. Розглянуто два основних напрями протікання міжнародної торгівлі:

динамічний та структурний. Схематично зображено методологічні аспекти проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі країн. Узагальнено, що і для структурного, і для динамічного характеру протікання торгівлі можна провести компаративний аналіз основних показників на основі абсолютних, відносних величин або/і описових статистик та виявлено ефективність їх застосування для дослідження міжнародної торгівлі. Розраховано абсолютні, відносні та середні показники ряду певних статистичних даних, що характеризують міжнародну торгівлю Європейського Союзу із врахуванням динамічних та структурних змін даного процесу. Встановлено, що за допомогою абсолютних показників не можливо здійснити компаративний аналіз торгівлі країн, проте використання відносних показників забезпечить порівняння варіації експорту та імпорту для різних країн.

3. Здійснено аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі. Досліджено, що основним теоретичним інструментом оцінювання міжнародної торгівлі є стандартна модель міжнародної торгівлі, яка базується на ідеях балансу попиту і пропозиції економістів-неокласиків. Обґрунтовано, що стандартна модель міжнародної торгівлі та її модифікації є базою для розрахунку основних параметрів торгівлі, а також пов'язаних із нею параметрів національної економіки. Проаналізовано модель загальної рівноваги Л. Вальраса та розглянуто переваги та недоліки подальших модифікацій моделі загальної економічної рівноваги. Встановлено відсутність універсального методу отримання потрібних результатів на основі прикладних моделей загальної рівноваги. Аналіз підходів до моделювання оцінок міжнародної торгівлі складає базис для розробки інструментарію оцінювання і вимірювання обсягів основних показників зовнішньої торгівлі і ідентифікації факторів, що впливають на їхню величину.

4. Розглянуто оцінювання кількісних і якісних показників торгівлі із застосуванням статистичних та економіко-математичних методів і моделей.

Окреслення їхньої методології та понятійного апарату, що є основою для розробки інструментарію вимірювання й оцінювання міжнародної торгівлі, дає змогу виявити базові показники для здійснення подальшого дослідження. Історія розвитку, причини виникнення, їхній взаємозв'язок з іншими сферами практичної діяльності, а також відмінності між понятійними апаратами статистичних і економіко-математичних методів дослідження визначають розуміння формування інструментарію економічних вимірювань і оцінок.

5. Побудовано багатофакторні моделі дослідження міжнародної торгівлі з використанням факторного, кластерного та дискримінантного аналізу для визначення якості результатів моделі залежно від використовуваного методу. За результатами факторного аналізу показники міжнародної торгівлі було класифіковано за їх впливом. За допомогою кластерного моделювання країни ЄС були кластеризовані за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. За результатами дискримінантного аналізу було інтерпретовано значимість обраних факторів. Теоретичні та методологічні положення виведені на рівень конкретних та практичних пропозицій щодо формування основи показників у дослідженні міжнародної торгівлі та розробки конкретних моделей дослідження міжнародної торгівлі з використанням багатофакторного моделювання альтернативних методів.

6. Розроблено концепцію побудови модельної підтримки прогнозування динаміки попиту і пропозиції у міжнародній торгівлі, що базується на поєднанні теорії динамічного хаосу та методів динамічного моделювання. Розглянуто дві дискретні залежності, що відображають відповідно щомісячну величину обсягу експорту товарів країн ЄС, розраховану у грошових одиницях (млн. дол. США), та щомісячний випуск продукції, розрахованої на експорт і також виражену в грошових одиницях (млн. дол. США). Над модельованими даними було виконано ряд експериментів, спланованих для якісної ідентифікації їх

статистичних властивостей та для визначення параметрів, які відображають ці властивості. Здійснено аналіз псевдофазового простору для отримання висновків про наявність детермінованого хаосу. Для топологічного дослідження фазового простору об'єкта моделювання було побудовано проекції її фазових траєкторій на координатну площину, утворену різним поєднанням їх похідних, порядок яких не перевищував 3. Виявлено, що для відображення величини випуску продукції на основі обсягу експорту товарів достатньо диференціального рівняння 3-го порядку. Крім того, встановлено, що в рядах модельованих величин, котрі є реалізаціями уявного атратора, зберігається слабкий дрейф, тобто параметри моделі, яка має описувати обсяг експорту товарів й обсяг їх виробництва, виявляють слабку залежність від часу. Такі властивості модельованих величин дають підстави припускати, що ефективна структура прогнозної моделі величини випуску продукції має поєднувати дві ланки. Спершу, необхідно за допомогою методів теорії динамічного хаосу отримати прогноз величин обсягів експорту товарів тривалістю впродовж одного виробничого циклу. Далі, знаючи ці значення, з допомогою динамічної моделі типу «вхід–вихід» знайти прогнозну величину випуску продукції на цьому ж відрізку часу.

7. Удосконалено метод вирахування прогнозних значень величини обсягів експорту за допомогою методів теорії динамічного хаосу, що уточнений поняттям близькості фрагментів модельованого ряду та фіксує їх рівновіддаленість. На основі цього розроблено алгоритм, що описує загальний порядок обчислень, необхідних для моделювання прогнозу показників торгівлі. Також запропоновано алгоритм, що описує загальний порядок обчислень, необхідних для моделювання прогнозу випуску продукції. Застосування розробленої методики оцінки величини прогнозу пропозиції на ринку товарів за раніше відомим попитом на них, відкриває шлях до високоефективного планування розподілу коштів, інвестованих у виробничі процеси, зокрема,

дозволяє планувати акумуляцію коштів для придбання нового обладнання, нових технологій виробництва тощо, тобто сприяє розв'язанню актуальної задачі планування постійного технологічного оновлення засобів випуску продукції, сприяє планомірному оновленню технологій, вносить істотні позитивні зрушення в міжнародні відносини на рівні країн. Розроблене програмне забезпечення мовою MATLAB для дослідження часових рядів методом теорії динамічного хаосу. А також програмне забезпечення мовою C++, призначене для екстраполяції хаотичних процесів, що може бути використано як інструмент підтримки прийняття рішень при плануванні середньо- і довготривалих капіталовкладень у процес виробництва продукції країнами.

8. Обґрунтовано необхідність забезпечення структурної оптимальності торгівлі як умову запобігання посилення економічної нестабільності в країні. Визначено поняття «структури торгівлі» як множину пропорційних співвідношень груп товарів і послуг. Розглянуто ряд показників та методик для оцінювання структурних змін у часі як основу розробки інструментарію для виявлення взаємозв'язків між структурними елементами міжнародної торгівлі. Виділено науковий підхід до проведення структурно-динамічного аналізу на основі методики Л. А. Дідова як концептуальну основу для моделювання оптимальних стратегій міжнародної торгівлі країн. Описано переваги даного підходу у виявленні можливих перспективних напрямів торговельної політики, орієнтованої на забезпечення зростання торгових оборотів. Розглянуто структуру торгівлі країн Європейського Союзу протягом 2002–2015 рр. за методикою Л. А. Дідова. Розраховано частки кожної із товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі відповідно за обсягами експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. та середньорічні зміни (%) у товарній структурі обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2015 рр. Обчислено компоненти структурного запізнення та випередження в розкладі норми зростання обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом досліджуваного

періоду. Знайдено коефіцієнт росту (спаду) та коефіцієнт загальної структурної зміни обсягів експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002-2015 рр. Розраховано показник структурної еластичності і темп зростання обсягів експорту та імпорту товарних груп країн ЄС протягом досліджуваного періоду. Виявлено, що динаміка показників визначення структурно-динамічних змін в структурі торгівлі країн ЄС, вказує на залежність темпу зростання і структурних зрушень від коливань на міжнародних ринках. Запропоновано використання структурно-динамічного аналізу торгівельних груп у комплексі розробки інструментарію вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн.

9. Здійснено математичний опис моделі оптимізації структури зовнішньої торгівлі країни на основі методів лінійного програмування. За цільову функцію прийнято максимум показника структурної еластичності, розрахованого на основі методики Л. А. Дідова. За результатами моделювання розроблено умовну схему декомпозиційного підходу побудови моделі оптимізації товарної структури країни, за якою рекомендовано на початковому етапі здійснювати прогнозування стану глобальної економіки, спаду/зростання ВВП, зменшення / збільшення попиту на товари і послуги, далі здійснювати структурно-динамічний аналіз торгівлі, визначити структурні режими, що притаманні змінам у структурі торгівлі протягом досліджуваного періоду часу, а потім розраховувати оптимальні частки товарних груп у загальній структурі торгівлі на майбутній період, оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури.

10. Для розв'язування поставленої числової задачі лінійного програмування була розроблена комп'ютерна програма на мові програмування C# у середовищі Visual Studio 2019, призначена для отримання наборів часток структурних компонент торгівлі залежно від обмежуючих факторів, та може бути використано як інструмент підтримки прийняття рішень із стратегічного планування напрямів розвитку торговельної політики країни для підвищення конкурентоспроможності виробничих потужностей та їх перехід до

інноваційного типу. Обґрунтовано вибір об'єктно-орієнтованого підходу при комп'ютерній реалізації оптимізаційної моделі зовнішньоторговельної структури країни для формування різних сценаріїв ведення торгової політики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Александрова Р. А., Платошина Г. М., Платошин А. С. Статистичне дослідження зовнішньої торгівлі товарами України. Вісн. Приазов. держ. техн. ун-ту. 2009. № 19. С. 362–365.
2. Андриенко В. М., Тулякова А. Ш. Анализ и моделирование динамики украинского фондового рынка // Научный журнал «Аспект». 2011. №2. С. 34.
3. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М. : Наука, 1990. 210 с.
4. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е., Окрокверцов Г.А., Стрелкова Г.И. Статистические свойства динамического хаоса // УФН. 2005, т.175, №2. с.163–179.
5. Анісімова О. Ю. Методологія оцінки ефективності зон вільної торгівлі // Актуальні проблеми міжнародних відносин. 2011. Вип. 100(1). С. 170-178. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apmv_2011_100\(1\)_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apmv_2011_100(1)_27).
6. Антонюк Л. Л. Міжнародна конкурентоспроможність країн: теорія та механізм реалізації. К.: КНЕУ, 2004. 276 с.
7. Антохонова И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : Учебное пособие. Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. 212 с.
8. Антуан де Монкретьен. URL : http://www.economicportal.ru/economist_scientist/montchrestien.html.
9. Арвинд Субраманиан. Люди в экономике – Джагдиш Бхагвати. Финансы и развитие. Сентябрь, 2005. С. 4-7. URL : <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/rus/2005/09/pdf/people.pdf>.
10. Ареф'єв С. О. Врахування чинника циклічності у прийнятті стратегічних рішень на підприємствах сфери послуг // Актуальні проблеми інноваційного розвитку кластерного підприємництва в Україні: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Київ, 2017. С. 18–26.
11. Аристотель. Метафизика. Т. 3. Москва : Мысль, 1981. 616 с.

12. Барна М. Ю. Аналіз чинників зовнішнього впливу на внутрішню торгівлю України та Львівської області // Регіональна економіка. 2015. №1. С. 48–55.
13. Барсегян А., Куприянов М., Степаненко В. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
14. Батченко Л. В., Дроздова Г. М., Дятлова В. В. Зовнішньоекономічна діяльність: теорія і практика сучасного менеджменту. Донецьк : Норд-Прес, 2005. 244 с.
15. Безруков Н. С., Колосова Е. В. Способы региональной кластеризации по параметрам человеческого капитала на основе самообучающихся нейронных сетей // Управление в социально-экономических системах. 2008. № 1(15). С. 96–102.
16. Бекетов Н. В. Циклы мировой экономики и финансовые кризисы // Проблемы современной экономики. 2008. URL : <http://www.meconomy.ru/art.php?nArtId=1807>.
17. Беляев, М. И. Общее равновесие // Милогия. URL : <http://www.milogiya2007.ru/micro26.htm>.
18. Беновська Л. Я., Павлова Л. О. Методичні підходи до оцінки конвергентного розвитку регіонів // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. 2013. Вип. 2. С. 146–155.
19. Береславська О. І., Наконечний О. М., Пясецька М. Г. та ін. Міжнародні розрахунки та валютні операції : навч. посіб. за заг. ред. М. І. Савлука. К. : КНЕУ, 2002. 392 с.
20. Берестнева О. Г., Муратова Е. А., Уразаев А. М. Компьютерный анализ данных. Томск : Изд-во ТПУ, 2003. 204 с.
21. Бернулли Я. Искусство предположений. Ч. 1–3 / пер. О. Б. Шейнина. Jacobi Bernoulli Ars Conjectandi Basileae, 1713. URL : <http://www.sheynin.de/download/huygens.pdf>.
22. Бідюк П.І., Гожий О.П., Коршевніук Л.О. Основні положення систем підтримки прийняття рішень, <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/313/3.pdf>

23. Бидюк П.И., Гасанов А.С., Шефер А.В., Зуев С.А. Алгоритм идентификации стохастических нелинейных систем по измерительным данным. УСиМ. 2004. №1. с. 12–18.
24. Благун І. С., Кічор В. П., Фещур Р. В. та ін. Математичні методи в економіці: навчальний посібник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2011. 264 с.
25. Блауг М. Общее равновесие по Вальрасу // Экономика URL : <http://gallery.economicus.ru/cgi-bin/>.
26. Близнюк Т. П. Вплив циклічності розвитку економіки на інноваційну діяльність підприємства: монографія. Харків: ІНЖЕК, 2008. – 349 с.
27. Боднар Р. Д., Демчишин М. Я. Економетричний аналіз динаміки зовнішньої торгівлі України // Вісник Львівської комерційної академії. Серія економічна. 2011. Випуск 38. С. 7–11.
28. Боднар Р. Д., Єлейко І. В. Економетричне дослідження зовнішньоекономічної діяльності України // Вісник Львівського університету. Серія міжнародні відносини. 2008. Випуск 25. С. 230–234.
29. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Москва : Сов. энцикл., 1978. Т. 28 : Чаган–Экс-ле-Бен. 640 с.
30. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере : Для профессионалов [2-е изд.] СПб. : Изд-во Питер, 2003. 688 с.
31. Боровиков В. П., Боровиков И. П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М. : Филинь, 1997. 608 с.
32. Булаев И. П. Экономика Украины на современном этапе: институциональный аспект // Вісник економічної науки України. 2015. № 1. С. 26–34.
33. Бураковський І. Теорія міжнародної торгівлі. Київ : Основи, 1996. 241 с.
34. Бутко М., Козік М. Методологія оцінки ролі експортного потенціалу в економічному розвитку регіону. Економіст. 2015. URL : http://nbuv.gov.ua/jpdf/econ_2015_10_4.pdf.

35. Бюджетное регулирование в РФ : учебное пособие / сост. И. М. Соломко, О. И. Тишутина. Хабаровск : РИЦ ХГАЭП, 2006. 160 с.
36. Вайнтрауб, Э. Р. Теория общего равновесия // Экономика. URL : http://gallery.economicus.ru/cgi-bin/frame_rightn.pl
37. Вахович І. М., Ропотан І. В. Регіональна конвергенція фінансового забезпечення сталого розвитку України : монографія. Луцьк : Волиньполіграфтм, 2014. 220 с.
38. Вдовенко Н.М., Наконечна К.В. Особливості структурних змін в економіці України. К.: Економіка АПК. №9. 2018. С. 56–62.
39. Вдовин М. Л. Математичне моделювання в управлінні експортно-імпортними операціями країн Центральної та Східної Європи : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.03.02 – економіко-математичне моделювання. Львів, 2006. 17 с.
40. Верлань А.Ф., Москалюк С.С. Математическое моделирование непрерывных динамических систем. К. : Наукова думка, 1988. 288 с.
41. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. К. : Наукова думка, 1986. 542 с.
42. Вернадский В. И. О задачах и организации прикладной научной работы Академии наук СССР. Ленинград : Изд-во АН СССР, 1928.
43. Вилкас Э. И. Оптимальность в играх и решениях. М. : Наука, 1990. 253 с.
44. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в живом и машине. М. : Радио и связь, 1963. 112 с.
45. Вишинська Т. Л., Генералов О. В., Севрук І. М. Сучасний стан зовнішньої торгівлі товарами в Україні // ScienceRise. 2015. URL : [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/texc_2015_3\(3\)_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/texc_2015_3(3)_9.pdf).
46. Вільфредо Парето. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BE.

47. Вітряк Т. Б. Особливості кластерного моделювання регіональних ринків праці України // Ринок праці та зайнятість населення. 2016. № 1. С. 60–65.
48. Водяний А. Митно-тарифна політика в контексті нових макроекономічних реальностей. РЕЖ, 2005, № 5–6.
49. Волчек Р. М. Канонічні кореляції як аналітичний інструмент управління фінансовим станом харчових підприємств // Економіка АПК. 2012. № 11. С. 72–81.
50. Воробьев Н. Н. Основы теории игр. М. : Наука, 1984. 496 с.
51. Всемирная история: Учебник для вузов / Под ред. Г.Б. Поляка, А.Н. Марковой. М. : Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. 496 с.
52. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. Кн.1 : Учебное пособие для вузов // Издательское предприятие редакции журнала «Радиотехника». 2000. 215 с.
53. Гальперин В. М., Игнатъев С. М., Моргунов В. И. Микроэкономика ; Общая редакция В. М. Гальперина. Санкт-Петербург : Экономическая школа. 1999. Т. 2. 494 с.
54. Герасименко Н. А. Нейросетевые технологии в анализе фондового рынка. 1998. URL : http://fakit.ru/main_dsp.php?top_id=1086.
55. Гнеденко Б. В. Нарис по історії теорії ймовірностей. Москва : УРСС, 2001.
56. Голиков А. П., Артёменко Г. П., Багров Н. В. та ін. Мировое хозяйство и международные экономические отношения. Симферополь, 2003. 432 с.
57. Голиков А. П., Довгаль О. А. Міжнародні економічні відносини : підручник. Харків, 2015. 464 с.
58. Голиков А. П., Довгаль О. А. Світова економіка : підручник. Харків, 2015. 268 с.
59. Головач А. В. Статистика : підруч. ; за ред. А. В. Головача, А. М. Єріної, О. В. Козирева. К. : Вища школа, 1993. 623 с.

60. Голубєва Н. Оцінка виробничого потенціалу вугледобувних підприємств на основі кластерного аналізу // Схід. 2011. № 3(110). С. 14–17.
61. Голубова Г. В. Статистичний аналіз зовнішньої торгівлі України // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія Економічна. 2014. URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VKhE_2014_1096_87_16.pdf.
62. Гончар І. А., Бабірад-Лазунін В. О. Характер формування зовнішньої торгівлі України : статистична оцінка // Статистика України. 2013. № 2. С. 16–20.
63. Горбань Г. В. Пошук можливих асоціативних правил у багатомірних даних за допомогою генерації їх шаблонів // Всеукраїнська науково-методична конференція «Могилянські читання – 2015: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» : [збірник тез]. Т. 1. Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. С. 75–77.
64. Горбань Г. В. Характеристики значущості міжвимірних асоціативних правил у багатомірних даних та їх обчислення // «Ольвійський форум – 2015: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» : тези. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. Т. 2. С. 97–100.
65. Гореликов К. А. Теория финансовых кризисов // Московский финансово-промышленный университет «Синергия». 2012. URL : http://www.ebiblio.ru/book/bib/05_finansy/teor_finance_krizis/teor_fin_krizisov.html#_Toc318381125.
66. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування і планування : Навч. посібник. К. : Центр навч. літ-ри, 2003. 236 с.
67. Гранберг А. Василий Леонтьев и его вклад в мировую экономическую науку. URL : <https://institutiones.com/personalities/71-2008-06-12-11-10-29.html>
68. Грибков Д.А., Грибкова В.В. и др. Восстановление дифференциальных уравнений автостохастических систем по временной реализации одной динамической переменной процесса. Журн. техн. физ. 1994, Т.64, №3. С. 1–12.

69. Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Бондаренко В. М. Н. Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности. Москва, 2017. 384 с.

70. Грисенко М., Чугаєв А. Кількісні методи аналізу міжнародних економічних відносин : навч. посіб. К. : Інститут міжнародних відносин КНУ ім. Т. Шевченка, 2012. 235 с.

71. Грінченко Р. В. Прояви циклічних коливань в економіці. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2016. Т. 15, № 1. С. 163–172. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/rectpu_2016_15_1_14.

72. Гурьянова Л. С. Сценарное прогнозирование динамики социально-экономического развития регионов / Л. С. Гурьянова // Бізнес Інформ. - 2012. - № 11. - С. 43-47. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2012_11_11.

73. Гурьянова Л. С. Усиление региональных дисбалансов как доминантный тренд территориального развития: оценка и анализ последствий / Л. С. Гурьянова // Бізнес Інформ. - 2015. - № 10. - С. 156-164. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2015_10_27.

74. Гурьянова Л. С. Модели анализа межрегиональной конвергенции // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. № 2[156], Ч. 1. 2011. С. 59–65.

75. Гулакова В. Л., Козак Ю. Г. Оцінка ефективності зовнішньоекономічної діяльності підприємств. Проблеми розвитку малих відкритих економік. 2018: URL : <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/09/255.pdf>.

76. Давид Гюм. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B2%D1%96%D0%B4_%D0%AE%D0%BC.

77. Дадлі Норт. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B4%D0%BB%D1%96_%D0%9D%D0%BE%D1%80%D1%82.

78. Дедов Л. А. Структурно-динамический анализ в экономике : монография. Ижевск : Изд-во ИГТУ, 1995.
79. Дедов Л. А., Плеханова Е. Ф. О структурных особенностях экономической динамики // Журнал экономической теории. 2008. №1. С. 24–42.
80. Дедов Л. А., Плеханова Е. Ф. О формальных и содержательных аспектах анализа экономической структурной динамики. Интеллектуальные системы в производстве: научно-практический журнал. 2006. № 2 (8). Ижевск : Издательство ИжГТУ.
81. Десяева Л. М. Сучасні тенденції розвитку експортного потенціалу України. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2012. № 2. С. 171–175.
82. Декарт Р. Избранные произведения. пер. с фр. и лат. ред. и вст. ст. Е. В. Соколова. Москва ; Ленинград : Госполитиздат, 1950. 712 с.
83. Державна служба статистики України : офіційний сайт. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
84. Джон Стюарт Мілль. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D1%8E%D0%B0%D1%80%D1%82_%D0%9C%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8C.
85. Дзюбановська Н. В. Logit-модель оцінювання міжнародної торгівлі. Теоретико-практичні аспекти аналізу економіки, обліку, фінансів і права: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 18 червня 2020 р.): у 4 ч. Полтава: ЦФЕНД, 2020. Ч. 1. 67 с. С. 50–52.
86. Дзюбановська Н. В. Аналіз асоціацій показників міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка. 2017. Том 22. Випуск 10(63). С. 230–233.
87. Дзюбановська Н. В. Аналіз структурних трансформацій зовнішньої торгівлі України. Проблеми системного підходу в економіці. 2018. Випуск 6(68). С.217–225. DOI : <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-34>.
88. Дзюбановська Н. В. Використання нейронних мереж для прогнозування імпорту товарів країн Європейського Союзу. Наукові записки

Національного університету «Острозька академія». Серія : «Економіка». 2017. Вип. 7 (35). С. 126–131.

89. Дзюбановська Н. В. До питання застосування багатофакторного моделювання при дослідженні міжнародної торгівлі країн. Проблеми міжнародної міграції: оцінка та перспективи вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 16 травня 2020 р.) / відп. за випуск д.е.н., проф. С. О. Якубовський. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2020. – 128 с. С. 113–115.

90. Дзюбановська Н. В. До питання проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Dynamical System Modelling and Stability Investigation : XVIII International Conference : Abstracts of Conf. reports, Kyiv, Ukraine, 24-26 May / National Committee of Ukraine by Theoretical and Applied Mechanics [etal.] 2017. Київ : ДП Інформ.-аналіт. агенство, 213 с. С. 162.

91. Дзюбановська Н. В. Економетричний підхід до дослідження конвергенції рівня міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2016. Вип. 10, ч. 1. С. 107–112.

92. Дзюбановська Н. В. Застосування багатофакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі регіонів України. Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. 2018. Том 23. Вип. 7(72). С. 200–204.

93. Дзюбановська Н. В. Застосування інтелектуального аналізу даних до оцінювання торгівлі регіонів України. Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 20 червня 2020 року) / ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2020. – 100 с. С. 95–97.

94. Дзюбановська Н. В. Застосування кластерного аналізу для оцінки міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Наукові записки

Національного університету «Острозька академія». Серія : Економіка. 2016. Вип. 3. С. 204–208.

95. Дзюбановська Н. В. Застосування методу канонічних кореляцій до оцінювання зовнішньої торгівлі регіонів України. Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. 2018. №5(104). С. 148–153.

96. Дзюбановська Н. В. Моделі MAR Splines оцінювання торгівлі регіонів України. Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. 2019. №6(111). С. 126–132. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-6-24>.

97. Дзюбановська Н. В. Моделі аналізу та прогнозування динаміки зовнішньої торгівлі України. Сучасні підходи до формування стратегічного бачення соціально-економічного розвитку регіонів : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 23 травня 2020 року) / ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2020. – 192 с. С. 185–189.

98. Дзюбановська Н. В. Передумови використання теорій поведінки споживача для аналізу поведінки країн на світовому ринку. International Scientific Conference Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions : Conference Proceedings, Part 1, September 28, 2016. Kielce, Poland : Baltija Publishing. 216 pages. P. 20–21.

99. Дзюбановська Н. В. Підхід до компаративного аналізу міжнародної торгівлі Європейського Союзу. Причорноморські економічні студії. 2016. Вип. 11. С. 245–250.

100. Дзюбановська Н. В. Підхід до оцінювання міжнародної торгівлі із використанням канонічного кореляційного аналізу. Проблеми системного підходу в економіці. 2017. Вип. 1 (57). С. 194–197.

101. Дзюбановська Н. В. Прагматизм оцінювання міжнародної торгівлі країн: методи і моделі : монографія. Тернопіль : ТНЕУ, 2019. 298 с.

102. Дзюбановська Н. В. Проблеми вимірювання зовнішньої торгівлі країни. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2016. Вип. 19. ч. 1. С. 22–25.

103. Дзюбановська Н. В. Систематизація теорій міжнародної торгівлі як базис для її вимірювання. Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. 2016. Т. 21, вип. 8(50). С. 22–25.

104. Дзюбановська Н. В. Статистичне оцінювання чинників впливу на міжнародну торгівлю із використанням дисперсійного аналізу. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія : «Економічні науки». 2017. Вип. 27, ч. 3. С. 131–134.

105. Дзюбановська Н. В. Статистичні методи оцінювання міжнародної торгівлі Європейського Союзу. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2017. Вип. 16, ч. 1. С. 89–94.

106. Дзюбановська Н. В. Структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі країн Європейського союзу. Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. 2016. Вип. 5 (05), ч. 2. С. 133–138.

107. Дзюбановська Н. В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : «Економіка і менеджмент». 2016. Вип. 22. С. 204–206.

108. Дзюбановська Н. В., Єрмоменко В. О. Прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн Європейського Союзу. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : «Економіка і менеджмент». 2017. Вип. 28. С. 240–245.

109. Дзюбановська Н. В., Єрмоменко В. О., Сенів Г. В. Застосування методів бінарної класифікації до оцінювання міжнародної торгівлі. Інтелект XXI. 2019. №6. Ч. 1. С. 13–18.

110. Дзюбановська Н. В., Ляшенко О. М. Застосування Агіта-моделей для прогнозування динаміки зовнішньої торгівлі України. Причорноморські економічні студії. 2018. Випуск 35. Ч. 1. С. 142–147.

111. Дисперсионный анализ (ANOVA). URL : http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Base/analysis-of-variance.php.

112. Дідковська Б. В. Прогнозування розвитку зовнішньоторговельних зв'язків України з ЄС : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.11. – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 23 с.
113. Дмитриев В. К. Экономические очерки. Москва : ГУ ВШЭ, 2001. 578 с.
114. Довбенко М. В., Осик Ю. И. Современные экономические теории в трудах нобелиантов. М. : Академия естествознания, 2011.
115. Довбенко М. В. Сучасна економічна теорія (Економічна нобелелогія) : Навч. посіб. К. : Видавничий центр «Академія», 2005. 336 с.
116. Дохолян А. С. Проблемы устойчивого развития экономики региона // Современные проблемы науки и образования. 2011. URL : <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=4975>.
117. Дрейпер Н., Сміт Г. Прикладний регресійний аналіз. Множинна регресія. – Applied Regression Analysis. 3-тє вид. Москва : Діалектика, 2007. 912 с.
118. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации : учеб. пособие. СПб. : Изд-во РГМУ, 2001. 167 с.
119. Дячек В. В. Зовнішня торгівля товарами підприємств Харківської області: статистичний огляд і можливі шляхи розвитку. Бізнес Інформ. 2012. № 5. С. 149–158.
120. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М. : МИФИ, 1998. 222 с.
121. Економетричне товариство. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.
122. Економетричні моделі динаміки. URL : <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/299/8.pdf>.

123. Економіка України за 1991-2009 роки / за заг. ред. акад. НАН України В. М. Гейця ; НАН України ; Ін-т екон. та прогнозув. НАН України. К. : Держкомстат України, 2010. 112 с.
124. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. за ред. О. Т. Іващука. Тернопіль : Економічна думка, 2008. 704 с.
125. Економічний аналіз : навч. посіб. за ред. акад. НАНУ, проф. М. Г. Чумаченка. Вид. 2-ге, перероб. і доп. К. : КНЕУ, 2003. 556 с.
126. Євсєєнко О. Статистична оцінка впливу економічних факторів на соціально-демографічні показники розвитку країни // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2014. Вип. 4. С. 39–43.
127. Єлісєєва О. Стан та тенденції розвитку торгівельно-економічних відносин України та Польщі. Zeszyty Naukowe WSEI seria: EKONOMIA. 2014(1):199-208.
128. Єлісєєва О, Ніколаєва А. Аналіз фінансового стану торговельного підприємства. Вісник. 2020. 627.
129. Єлісєєва О. State and development trends of trade and economic relations between Ukraine and Poland. Zeszyty Naukowe WSEI seria: EKONOMIA. 2014;8(1).
130. Єріна А. М., Пальян З. О. Статистика : [підр.] К. : КНЕУ. 2010. 351 с.
131. Жуковская В., Мучник И. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. М. : Статистика, 1976. 152 с.
132. Журавлева, Г. П. Экономика: Учебник. М.: Юристь, 2001. 574 с.
133. Заде Л., Дезоер Ч. Теория линейных систем. Метод пространства состояний. Перевод с англ. В.Н. Варыгина, А.С. Констансова, А.А. Подузова, М.Д. Потапова, Р.С. Рутмана. Под редакцией Г.С. Поспелова. М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1970. 704 с.
134. Захаров А.Н. Оценка эффективности региональной политики Испании в помощью методов сигма- и бета-конвергенции // Мировое и национальное хозяйство. 2016. №1(36). URL : <http://www.mirec.ru/2016-01/analysis-of-efficiency-of-the-regional-policy-in-spain>.

135. Зін'є Е. А. Регіональна економіка: Підручник. К. : «ВД «Професіонал», 2007. 528 с.
136. Зовнішня торгівля послугами (щоквартальні показники) // Державна служба статистики України: URL : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm.
137. Иберла, К. Факторный анализ. М. : Статистика, 1980. 398 с.
138. Иванов Д. В. Прогнозирование финансовых рынков с использованием искусственных нейронных сетей. URL : <http://forexmmcis.ru/D.Ivanov>.
139. Идрисов Г. И., Каукин А. С. Пространственная гравитационная модель внешней торговли. Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара. 2013.
140. Изотов Д. А. Эмпирические модели общего экономического равновесия // Пространственная экономика. 2014. №3. С.138–167.
141. Іваненко І. А. Аналіз впливу зовнішньої торгівлі з країнами СНД на ВВП України. Вісн. Маріуполь. держ. ун-ту. Серія: Економіка. 2011. Вип. 2. С. 166–174.
142. Иващук О. Т. Кількісні методи в бізнесі : навч. посіб. Тернопіль : Крок, 2010. 550 с.
143. Иващук О. Т., Дзюбановська Н. В. Економетрика: Методичні рекомендації до розв’язування практичних завдань з курсу «Економетрика» для студентів денної форми навчання, 2017. 160 с. URL : <http://dspace.tneu.edu.ua/bitstream/316497/37211/1/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B02017.pdf>.
144. Індекс сприйняття корупції. Матеріал з Вікіпедії. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D1%8F%D1%>

[82%D1%82%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%97.](#)

145. Іщук С. О., Созанський Л. Й. Структурно-динамічна оцінка експортно-імпортних операцій в Україні і областях Західного регіону // Регіональна економіка. 2016. № 3. С. 43–54.

146. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М. : Мир, 1971. 732 с.

147. Калюжна Н. Г. Потенціал системи управління підприємством: методологія, оцінювання та моделювання : монографія. Луганськ : СПД Резніков, 2013. 548 с.

148. Камаева В. Д. Экономическая теория : учеб. для студ. высш. уч. заведений. 10-е изд., перераб. и доп. Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. 592 с.

149. Канонический корреляционный анализ. URL : http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Advanced/canonical-correlation-analysis.php#Пример.

150. Кант И. Исследование степени ясности принципов естественной теологии и морали. соч. в 6 т. Т. 2. Москва : Мысль, 1964.

151. Канторович Л.В., Гостко А.Б. Оптимальные решения в экономике. М. : Наука, 1976. 431 с.

152. Категории (Аристотель). Материал из Википедии. URL : [https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_\(%D0%90%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C\).](https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_(%D0%90%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C))

153. Киреев А. П. Международная экономика : в 2-х ч. Ч. I : Международная микроэкономика: движение товаров и факторов производства : уч. пособ. для вузов. Москва, 1997. 416 с.

154. Кисельова О. М. Структурні особливості зовнішньоекономічної діяльності України. Економіка і прогнозування. 2012. № 4. С. 93–101. URL : <http://nbuv.gov.ua>.

155. Клименко І. В., Федірко О. А., Ус І. В. Три роки членства у СОТ: тенденції зовнішньої торгівлі України у посткризовий період : аналітична доповідь. К. : НІСД, 2011. 72 с.

156. Кобилін, П. О. Фактори формування і розвитку сфери торгівлі в Україні // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія : Географічні науки. Херсон, 2018. Вип. 8. С. 71–77.

157. Коваленко А. В., Уртенев М. Х., Заикина Л. Н. Кластерный анализ финансово-экономического состояния предприятий строительной отрасли // Научный журнал КубГАУ. 2010. № 60(06). С. 1–11.

158. Коваленко В. В. Застосування діагностики в управлінні етапами життєвого циклу підприємства. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2017. Вип. 12 (1). С. 134–137. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2017_12%281%29_32.

159. Ковальова Ю. М. Кластер як новий інструмент модернізації економіки // Схід. 2007. № 5 (83). С. 28–34.

160. Ковальська Л. Особливості функціонування та перспективи розвитку роздрібної торговельної мережі регіонів України // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка». Випуск 1 (47). Т.2. Ужгород, 2016. С. 161–167.

161. Ковтун Н. В., Бабірад-Лазунін В. О. Методологічні засади та методика статистичного оцінювання умов зовнішньої торгівлі // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка : Економіка. 2014. № 163. С. 39–46.

162. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М. : ФАЗИС, 1998. 144 с.

163. Кондратьев А. И. Теоретико-игровые распознающие алгоритмы. М. : Наука, 1990. 272 с.

164. Кондратьев В. Долгосрочные тенденции развития мировой экономики // Перспективы. 2015. URL :

165. Корінько М. Д. Диверсифікація: теоретичні та методологічні основи : монографія. К. : ННЦ ІАЕ, 2007, 488 с.
166. Коэффициент Рябцева. URL :
https://allll.net/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%A0%D1%8F%D0%B1%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%B0.
167. Кравець Т. В., Кузнецов Г. М. Рейтингове оцінювання діяльності підприємств за допомогою модифікованого методу кластеризації // Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво. 2010. № 6. С. 173–180.
168. Крехівський І. О. Моделювання та прогнозування імпорту в Україну високотехнологічних хімічних продуктів з урахуванням кризи // Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових праць. Економічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2011. С. 125–133.
169. Кривогуб А. М., Новодережкіна К. В. Модель загальної рівноваги та методи її вирішення // Математичні машини і системи. 2015. №2. С. 83–96.
170. Кругман П. Р. Международная экономика. Теория и политика : учебник для вузов. Обстфельд : пер. с англ. под ред. В. П. Колесова, В. М. Кулакова. М. : ЮНИТИ, 1997. 799 с.
171. Крюков Ю. А., Чернягин Д. В. «ARIMA» – модель прогнозирования значений трафика”, ИТиВС, 2011, № 2, 41–49.
172. Кундеева Г. А., Кишенько И. И. Актуальные проблемы развития пищевой промышленности Украины // Актуальные проблемы развития пищевой промышленности и инновационные технологии пищевых производств. 2012. № 2. С. 162–165.
173. Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу : навч. посіб. К. : Знання, 2008. 639 с.

174. Кустріч Л. О. Стратегічне управління ресурсним потенціалом аграрних підприємств: автореф. дис....наук. ступеня канд. екон. наук: 08.00.04 / Одеська національна академія харчових технологій. Одеса, 2018. 40 с.

175. Кэтлэ. Социальная физика, или Опыт исследования о развитии человеческих способностей / под ред. [и с предисл.] А. Русова. Т. 1–2. Киев : Киев. коммерч. ин-т, 1911–1913.

176. Лабунська С. В. Використання моделей канонічного кореляційного аналізу під час оцінки інноваційної спроможності суб'єктів господарювання // Моделювання регіональної економіки. Збірник наукових праць. Івано-Франківськ : Плай. 2014. №1(23). С. 40–50.

177. Лановик Б. Д., Матисякевич З. М., Матейко Р. М. Історія господарства: Україна і світ : підр. К. : Вища шк., 1995. 480 с.

178. Левченко Л. О., Бєлова Д. С. Огляд методів прогнозування фінансового стану підприємства на основі економетричних моделей // Управління розвитком складних систем. 2013. Вип. 14. С. 164–169.

179. Леон Вальрас. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BE%D0%BD_%D0%92%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%80%D0%B0%D1%81.

180. Леонтьев, В. Современная техника экономического планирования и прогнозирования // Хрестоматия по экономической теории. М.: Юрист, 1997. 536 с.

181. Логистическая регрессия. Центр статистического анализа. URL : <https://www.statmethods.ru/statistics-metody/logisticheskaya-regressiya/>.

182. Ляшенко О. М. Прогнозна модель світового людського розвитку: економетричний підхід // Український журнал прикладної економіки. 2016. Том 1. № 2. С. 73–85.

183. Ляшенко О. М., Бойко З. М. Фінансові домінанти процесу ціноутворення на світовому ринку сировинних товарів // Світ фінансів. 2010. № 1. С. 135–145.

184. Льюис, Колин Д. Методы прогнозирования экономических показателей. М. : Финансы и статистика, 1986. 133 с.
185. Мазаракі А. А. Сучасні тенденції та чинники розвитку зовнішньої торгівлі України. Вісн. Київ. нац. торг.-екон. ун-ту. 2011. № 2. С. 5–14.
186. Мазурок П. П. Історія економічних учень у запитаннях і відповідях : навчальний посібник. 2-е вид., стереотип. К. : Знання, 2006 . .477 с.
187. Макконнелл К. Р., Брю С. Л. Экономикс. Принципы, проблемы и политика : Пер. с 13-го англ. изд. М. : ИНФРА-М, 1999. 974 с.
188. Макроэкономика : учеб. и практикум для прикладного бакалавриата / под ред. Г. А. Родиной. Москва : Юрайт, 2014. 462 с.
189. Макуха С. М. Структурна перебудова зовнішньої торгівлі України – вимога часу // Бізнес Інформ. 2012. № 1. С. 8–11.
190. Малярець Л. М., Жуков А. В. Математико-статистичні інструменти діагностики ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства // Економіка розвитку. 2013. №3. С. 121–127.
191. Мамалуй О. О. Основи економічної теорії : підр. К. : Юрінком Інтер, 2006. 479 с.
192. Мардус Н. Ю. Формування моделі прогнозування стану внутрішнього ринку товарів // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. 2018. № 4. Том 29 (68). С. 59–64.
193. Марець О. Р., Михалець К. А. Моделювання показників зовнішньої торгівлі товарів України та Німеччини // Глобальні та національні проблеми економіки. 2017. № 19. С. 576–579.
194. Мартиненко М.М. Стратегічний менеджмент : підручник. К. : Каравелла, 2006. 320 с.
195. Марченко В. М. Економічна безпека підприємства за етапами життєвого циклу. Економічний вісник НТУУ «КПІ» : збірник наукових праць. 2016. № 13. С. 235–241. URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80126>.

196. Марченко І. С. Міжнародна конкурентоспроможність України в європейському конкурентному просторі : Дис...канд. економічних наук: 08.00.02. – Харків : Б.в., 2018. 233 с.
197. Матвійчук Я. М. Математичне макромодельовання динамічних систем: Теорія і практика. Львів : Вид-во ЛНУ, 2000. 214 с.
198. Матвійчук Я., Курганевич А., Олива О., Паучок В. Математичне макромодельовання динамічних систем: теорія і практика. Актуальні проблеми теоретичної електротехніки: наука і дидактика. Збірник доповідей українсько-польської школи-семінару. Соліна, 10–13 вересня 2000 р. С. 103–106.
199. Матвійчук Я.М. Математичне моделювання хаотичних рухів у детермінованих системах. Розвиток фізич. науки у Львівському ун-ті. Вісник Львів. ун-ту. Сер. фізична. Вип.26. Львів, 1993. С.61–66.
200. Математика. Матеріал з Вікіпедії. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
201. Математическая экономика. Материал из Википедии. URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
202. Математична статистика. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.
203. Международная торговля: финансовые операции, страхование и другие услуги : Пер. с англ. К. : Торгово- издательское бюро BHV, 1994. 480 с.
204. Мельник Т. М. Іллегалізація сфери зовнішньої торгівлі товарами в Україні. Екон. часопис-XXI. 2014. № 7–8 (1). С. 4–7.
205. Методологічні положення розрахунку індексів середніх цін, фізичного обсягу та умов торгівлі у зовнішній торгівлі товарами, затверджені

наказом Держкомстату від 09.12.2005 №419 [Електронний ресурс] : — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

206. Міжнародна торгівля : підруч. для студ. вищ. навч. закл. За редакцією Ю.Г. Козака, Н.С. Логвінової, М.І. Барановської [4-те вид.] К. : Центр учбової літератури, 2010, 441 с.

207. Михайлов В. С. Деякі методологічні питання побудови індексів зовнішньої торгівлі в Україні // Статистика України, 2004. № 2. С.21–23.

208. Мицель А. А., Ефремова Е. А. Прогнозирование динамики цен на фондовом рынке // Известия Томского политехнического университета. 2007. №8.

209. Міграція як чинник розвитку в Україні. URL : http://www.iom.org.ua/sites/default/files/mom_migraciya_yak_chynnyk_rozvytku_v_ukrayini.pdf.

210. Міжнародні економічні відносини : Козик В. В., Панкова Л. А., Давиленко Н. Б. навч. посіб. 3-тє вид., переробл. і допов. Київ : Знання-Прес, 2002. 406 с.

211. Мікула Н.А. Міжтериторіальне та транскордонне співробітництво : монографія. Львів: ІРД НАН України, 2004. 395 с.

212. Міністерство фінансів України. ВВП України : веб-сайт. URL : <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>.

213. Міхель Р. В. Аналіз зовнішньої торгівлі товарами областей західного регіону в умовах дії ЗВТ між Україною та ЄС // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. 2016. Випуск 3 (119). С. 130–135.

214. Мкртчян С. О. Нейроны и нейронные сети. М.: Энергия, 1970. 230 с.

215. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS : учеб. пособ. под ред. И. В. Орловой. М. : Вузовский учебник, 2009. 310 с.

216. Моголівець А. А. Теоретико-методичні аспекти антициклічного управління підрядним будівельним підприємством. Управління розвитком

складних систем. 2017. Вип. 32. С. 139–145. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2017_32_22.

217. Морозова Т.Г., Пикулькин А.В., Тихонов В.Ф. и др. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : Учебн. пособие для ВУЗов. М. : Юнити-Дана, 1999. 322 с.

218. Московкин В. М. Матричный анализ товарно-страновой структуры внешней торговли: на примере Украины и стран ЕС. Актуальні проблеми економіки. 2007. № 3. С. 26–36.

219. Мочалов И. И., Оноприенко В. И. В. И. Вернадский: математика в пространстве науки. Наука та наукознавство. 2010. № 4. С. 60–69.

220. Мочерний С. В. Економічна теорія : посіб. К. : Видавничий центр “Академія”, 2001. 656 с.

221. Надь Н. М. Застосування багатофакторного регресійного аналізу у моделюванні економічних процесів // Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Економіка, 2010. Вип. 30. С. 63–66.

222. Наконечна Т. Ю. Кластеризація як каталізатор економічного розвитку регіонів та підвищення конкурентоспроможності країни. URL : http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/en_re/2010_7_4/14.pdf.

223. Національна економіка : навч. посіб. / А.Ф. Мельник, А. Ю. Васіна, Т. Л. Желюк, Т. М. Попович ; за ред. А. Ф. Мельник. Київ : Знання, 2011. 463 с.

224. Новиков В. А., Калацкая Л. В., Садов В. С. Организация и обучение искусственных нейронных сетей : Экспериментальное учеб. пособие. Минск : БГУ, 2003. 72 с.

225. Новікова М. В., Ткачук Н. Ю. Формування та тестування гравітаційної моделі зовнішньої торгівлі товарами України з країнами ЄС. Проблеми підвищення ефективності інфраструктури : НАУ, 2011. Вип. 29. URL : <http://www.jrnl.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/download/282/271>.

226. Новые достижения STATISTICA Data Miner – Прогнозирование погоды. URL :

http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/tasks/detail.php?ELEMENT_ID=260#forecastJuly.

227. Олексів І. Б., Харчук В. Ю. Основні та допоміжні показники в системі оцінювання діяльності підприємства // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2014. № 794 : Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. С. 289–294.

228. Описова статистика. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Описова_статистика.

229. Опря А. Т. Методологічні особливості використання дисперсійного методу в аналізі й дослідженні економічних явищ і процесів: можливості й обмеження // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. №4. С. 157–162.

230. Осипов Л. А., Кричевский А. М. Оценка и применение моделей временных рядов с долгой памятью в экономических задачах // Информационно-управляющие системы. 2007. №5(30). С. 45–51.

231. Остафійчук П. Г., Боркович І. П. Аналіз сучасних методологічних підходів статистичного оцінювання взаємозв'язків в економіці // Науково-інформаційний вісник Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького. 2015. № 11. С. 309–314.

232. Офіційний сайт Державного комітету статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

233. Панченко С. В., Панченко Н. Г., Родченко В. Б. Застосування методу канонічних кореляцій в дослідженнях взаємозв'язків соціально-економічного розвитку міських комплексів // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2011. № 34. С. 411–416.

234. Паучок В. Библиотека математических классов. Argc&Argv. 2003, № 1. С. 30–33.

235. Паучок В. Классы статистического анализа. Argc&Argv. 2004, № 4. С. 6–10.

236. Пелех, О. Б. Циклічність економічного розвитку і структурні зміни в економіці. Причорноморські економічні студії. 2018. Вип. 27, ч. 1. С. 85–89. URL: http://bses.in.ua/journals/2018/27_1_2018/19.pdf.

237. Пилявець В. М. Особливості застосування прогнозних моделей для дослідження експортного потенціалу окремих товарних груп аграрного сектора економіки // Агросвіт. 2011. № 6. С. 57–60.

238. Підгорний А. З., Милашко О. Г., Русева О. П. Міжнародна статистика : навчальний посібник. Одеса : ОНЕУ, 2012. 162 с.

239. Портер М. Международная конкуренция. М., 1993. 678 с.

240. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Л. : Гидрометеиздат, 1984. 448 с.

241. Правило ассоциаций в нефтеразведке. URL : http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php?ELEMENT_ID=704.

242. Прикладна статистика. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.

243. Пробит-модель регрессии. Центр статистического анализа. URL : <https://www.statmethods.ru/statistics-metody/probit-model-regressii/>.

244. Развадовская Ю. В., Шевченко И. К. Структурный анализ технологических укладов в процессе развития промышленного сектора экономики: генезис, закономерности и тенденции // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. № 8 (133). С. 58–65.

245. Рада митного співробітництва https://studopedia.com.ua/1_222449_rada-mitnogo-spivrobitnitstva.html

246. Роберт Торренс (економіст). Матеріал з Вікіпедії. URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82_%D0%A2%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81_\(%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82_%D0%A2%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81_(%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82))

247. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 424 с.

248. Романова Т.В. Інтегральні показники оцінювання структурних зрушень в економіці. Економіка і регіон : наук. вісн. ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка. Полтава : ПолтНТУ, 2016. № 6 (61). С. 20–27.

249. Рамазанов С.К. Инструменты эколого-экономического управления предприятием: монография / С.К. Рамазанов. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2008. –351 с.

250. Рамазанов С.К. Інноваційні технології антикризового управління економічними системами: монографія. / С.К. Рамазанов, Г.О. Надьон, Н.І. Кришталь, О.П. Степаненко, Л.А. Тимашова; Під ред. проф. С.К. Рамазанова. – Луганськ – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. – 584 с.

251. Рамазанов С.К. Проблеми аналізу, моделювання і стану розвитку гіперсистем типу «Майдан»: деякі загальні міркування. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Полтава: ПУЕТ. 2014. № 5 (67). С. 44-52; 2014. №6 (68). С. 9-26.

252. Інформаційно-інноваційні технології управління в еколого-економічних системах. Монографія. Виправлене і доповнене видання. За заг. ред. проф. С. К. Рамазанова. Київ: КНЕУ ім. В. Гетьмана, 2020. 464 с.

253. Сальваторе Д. Международная экономика : учебник / науч. ред. пер. с англ. под рук. Г. Н. Котова. Москва, 1998. 714 с.

254. Сергеева Л.Н. Моделирование поведения экономических систем методами нелинейной динамики. Запорожье : ЗГУ, 2002. 227 с.

255. Серра, Антонио. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B0,_%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BE.

256. Сидяга Б. Проблеми розвитку торговельного потенціалу України. Соціально-економічні проблеми і держава. 2014. Вип. 1 (10). С. 250–256. URL : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14sbvtpu.pdf>.

257. Сімахова А. О. Оцінка впливу інноваційно-інвестиційних чинників на динаміку соціально-економічного розвитку України // Молодий вчений. – 2016. №2 (29). С. 83–86.

258. Скібіцький О. М. Стратегічний менеджмент : навчальний посібник К.: Центр навчальної літератури. 2006. 312 с.

259. Славєва К. Структура внешней торговли с Украиной как фактор формирования отрицательного торгового сальдо. Вісн. екон. науки України. 2011. № 2. С. 177–182.

260. Словарь терминов. URL : <http://www.btimes.ru/dictionary/konvergeniya/>.

261. Слуцкий Е. Е. К теории сбалансированного бюджета потребителя. Вестник Московского университета. Серия 6 : Экономика. 2016. №4.

262. Слуцкий Е. Е. Теория корреляции и элементы учения о кривых распределения : (Пособие к изуч. некоторых важнейших методов соврем. статистики). Тип. И. И. Чоколова, 1912. 211 с.

263. Смелик Н. Л. Типология структурно-динамических процессов в переходной экономике //Агро XXI, 2004–2005. №7–12. С. 8–11.

264. Смірнова К. В., Богдан М. І. Економічний цикл та його сутність // Вісник студентського наукового товариства ДонНУ. 2016. Том 1. № 8. С. 199–203.

265. Снігір О. В. Інституційна трансформація ЄС під впливом кризи у єврозоні // Стратегічні пріоритети. 2013. № 1(26). С. 132–145.

266. Соколенко С. І. Кластери в глобальній економіці. К. : Логос, 2004. 848 с.

267. Солодковський Ю. М., Солодковська Г. В. Сучасний досвід використання методів математичного моделювання при формуванні міжнародної торгової політики // Міжнародна економічна політика. 2012. Спецвипуск. Частина 1. С. 205–214.

268. Солянская И. Общее и особенное в подходах к изучению общего экономического равновесия. С. 98-110. URL :

<https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/57588/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82.pdf>

269. Социально-экономическая статистика. Тема 1. Теория статистического наблюдения. URL : <https://www.hse.ru/data/359/323/1234/lect6-7ec2005.pdf>

270. Список лауреатів Премії імені Нобеля з економіки. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BB%D0%B0%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2_%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%97_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%9D%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8F_%D0%B7_%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B8.

271. Статистика. Матеріал з Вікіпедії. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.>

272. Степанов В. А. Фондовый рынок и нейросети // Мир ПК. 1998. URL : <http://www.osp.ru/pcworld/1998/12/159835/>.

273. Сявавко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. Львів : Українські технології, 2000. 320 с.

274. Твердохліб І., Цегелик Г. та ін. Підхід до визначення параметрів багатофакторної лінійної регресійної моделі // Вісник Львівського університету. Серія економічна. 2002. Випуск 31. С. 431–435.

275. Теорія ймовірностей. Матеріал з Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9.

276. Терещенко Т. А., Романюк Т. П., Богомазова В. М. Метод канонічних кореляцій у багатовимірних економічних дослідженнях // Науковий вісник Чернігівського державного інституту економіки і управління. Серія 1 : Економіка. 2012. Вип. 1. С. 51–58.

277. Тимошенко Н. Ю. Аналіз товарної структури експортного потенціалу України // Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського. 2016. Випуск 12. С. 44–48.

278. Тихонов А.Н., Гончаровский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. М. : Наука, 1983. 200 с.

279. Ткач І., Дубровіна О. Причини виникнення та наслідки циклічних коливань або криз для національних економік // Соціально-економічні проблеми і держава. 2014. Вип. 1 (10). С. 164–176. URL : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14timdne.pdf>.

280. Толмачев, М. Н. Теоретические аспекты конвергенции // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. Новосибирск : Издательство НГТУ, 2012. Ч. 1. С. 117–122.

281. Томас Ман. Матеріал із Вікіпедії. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%81_%D0%9C%D0%B0%D0%BD.

282. Тюнен И. Изолированное государство. Т. 1. Москва : Экономическая жизнь, 1926 (нем. Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, oder Untersuchungen über den Einfluß, den die Getreidepreise, der Reichtum des Bodens und die Abgaben auf den Ackerbau ausüben. Hamburg : Perthes, 1826) (Первое издание – Уединённое государство в отношении к общественной экономии. Карлсруэ : Б. Гаспер, 1857).

283. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Статистический анализ данных на компьютере / под ред. В. Э. Фигурнова. М. : ИНФРА, 1998. 528 с.

284. Уильям Стаффорд. Матеріал з Вікіпедії. URL : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%84%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4,%D0%A3%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_\(%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%82\).](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%84%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4,%D0%A3%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_(%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%82).)

285. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. Пер. с англ., 1992. 118 с.

286. Уоссермен Ф. Нейронные сети. Модифицированные базовые индикаторы в NeuroShell DayTrader. Часть 1. Май 21, 2012. URL : <http://iworkclub.net/IskusstvennieNejronnieSeti/uossermen-nejronnie-seti>.

287. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / Дж. Ким., Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка. М. : Финансы и статистика, 1999. 245 с.

288. Федько Я. В. Економетрія : курс лекцій для студ. ден. та заоч. форм навчання спец. «Прикладна статистика», «Менеджмент». Луганськ, 2011. 148 с.

289. Філіпенко А. С. Економічний розвиток сучасної цивілізації : навч. посіб. 3-є вид., перероб. і допов. К. : Знання України, 2006. 316 с.

290. Формування моделі економічного розвитку України у післякризовому світі. К. : НІСД, 2013. 65 с.

291. Франція Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F>

292. Хайкин С. Нейронные сети. М. : Вильямс, 2006. 1103 с.

293. Харізашвілі Ю. М. Моделювання впливу співробітництва України з країнами Митного союзу на макропоказники української економіки. Аналітична записка. URL : <http://www.niss.gov.ua/articles/1176>.

294. Харченко Ю. А. Кореляційно-регресійний аналіз обсягів збуту продукції промислового підприємства // Економічний простір. 2014. № 86. С. 214–223.

295. Хэндри Д. Эконометрика: алхимия или наука? Эковест. 2003. № 2. С. 172–196.
296. Членство в ВТО: новый этап участия России в международной торговой системе / под ред. С. Ф. Сутырина и Н. А. Ломагина. Санкт-Петербург : ЭФСПбГУ, 2013. 256 с.
297. Чорна М. В. Методологія оцінки конкурентостійкості підприємств торгівлі // Вісник Хмельницького національного університету. 2009. №4. Т.1. Економічні науки. С. 92–98.
298. Чубань В. С. Кореляційно-регресійний аналіз цін продукції сільського господарства на товарних біржах // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2011. Вип. 19. С. 355–360.
299. Шевченко И. К., Развадовская Ю. В. Анализ структурно-динамической интенсивности развития отраслей промышленного сектора экономики. Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2) URL : <https://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1287>.
300. Шевчук В. Міжнародна економіка: теорія і практика: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Знання, 2008. 663с.
301. Шелутко В. А. Численные методы в гидрологии. Л. : Гидрометеиздат, 1991. 238 с.
302. Шемуратов Ф. А. Построение линейной модели многополюсника временным характеристикам. Теоретическая электротехника, 1981, вып. 31. С. 37–41.
303. Шершньова З., Оборська С. Стратегічне управління. К. : КНЕУ, 1999. 320 с.
304. Ширяев, В. И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика. М. : КД Либроком, 2016. 232 с.
305. Штефан С. В. Статистичні методи досліджень : тексти лекцій для студентів Інституту журналістики. Київ, 2009. URL : <http://journlib.univ.kiev.ua/navch/StatMetodyDoslid.pdf>.

306. Шуть О. В. Теоретико-методологічні аспекти статистичних досліджень // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер. : Економіка і управління. 2012. Вип. 21-22(2). С. 305–311.

307. Щука В. Г., Щипанова Я. І. Обґрунтування вибору факторів, які чинять вплив на чистий прибуток енергопостачального підприємства пат «хмельницькобленерго» для його моделювання // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2015. № 1. С. 105–108.

308. Эконометрика : учебник. 2-е изд. Москва : Финансы и статистика, 2006. 576 с.

309. Энтов Р.М., Носко В.П., Юдин А.Д. и др. Проблемы прогнозирования некоторых макроэкономических показателей. Научные труды ИЭПП №46Р. 2002. 330 с.

310. Янковой А.Г. Многомерный анализ в системе STATISTICA. Одесса : Оптимум, 2001. Вып. 1. 216 с.

311. Adao Rodrigo, Arnaud Costinot, Dave Donaldson. Nonparametric Counterfactual Predictions in Neoclassical Models of International Trade // *American Economic Review*, 2017. 107 (3), P. 633-89. URL : <https://doi.org/10.1257/aer.20150956>.

312. Alesina A., Giavazzi F. The Future of Europe : Reform or Decline. Cambridge : The MIT Press, 2008. 200 p.

313. Anderson J. E., Wincoop E. V. Gravity And Gravitas: A Solution To The Border Puzzle. *American Economic Review*, 2003. Vol. 93, no. 1 (Mar.). P. 170–192.

314. [Andrew B. Bernard](#), [Stephen J. Redding](#), [Peter K. Schott](#). Multiproduct Firms and Trade Liberalization // *The Quarterly Journal of Economics*, 2011. P. 1271–1318. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qjr021>.

315. Antonelli Cristiano. The Creative Response and International Trade // *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019 URL : <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.03.002>.

316. Auguier G. Sizes of firms, exporting behavior and the structure of french industry // Journal of Industrial Economics. 1980. Vol. 29. P. 203–218.
317. Balassa B. An empirical demonstration of classical comparative cost theory // The Review of Economics and Statistics. 1963. Vol. 45, No. 3. P. 231–238.
318. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Economic Growth and Convergence across the United States. Working Paper 3419. Cambridge ; Mass. : NBER, 1990. 69 p.
319. Bastasin C. Saving Europe: How National Politics Nearly Destroyed the Euro. Washington, D.C. : Brookings Institution Press, 2012. 405 p.
320. Batra R. Economics in Crisis: Severe and Logical Contradictions of Classical, Keynesian, and Popular Trade Models // Review of International Economics. 2002. №10 (4). P. 623–644.
321. Baxter M., Kouparitsas M. A. What Determines Bilateral Trade Flows? NBER Working Papers 12188, National Bureau of Economic Research, Inc. 2006. (May). URL : <https://ssrn.com/abstract=900094>.
322. Behrens K., Murata Ya. General equilibrium models of monopolistic competition: A new approach // Journal of Economic Theory. 2006. Vol. 136. Issue 1. P. 776–787.
323. Berman J., Pfleeger J. Which industries are sensitive to business cycles // Monthly Labor Review. 1997. №120 (2). P. 19–26.
324. Bertil O. Interregional and International Trade. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1933.
325. Bhagwati J. Termites in the Trade System // The New York Sun. July 2. 2008 URL : <http://www.nysun.com/opinion/termites-in-the-trade-system/81080>.
326. Bhagwati, Jagdish, and V. K. Ramaswami. Domestic Distortions, Tariffs and the Theory of Optimum Subsidy. Journal of Political Economy, vol. 71, no. 1, 1963, pp. 44–50. URL : www.jstor.org/stable/1828374.
327. Blaug M. Great economists since Keynes: introduction to the lives and works of one hundred modern economists. Edward Elgar. Second edition. 1998. URL : <http://gallery.economicus.ru/cgi->

bin/frame_rightn.pl?type=in&links=./in/lancaster/biogr/lancaster_b1.txt&name=lancaster&img=brief.gif.

328. Bossel H. Indicators for sustainable development : theory, method, applications / H. Bossel. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1999.

329. Bowen H. Leamer E., Sveikauskas L. Multifactor, multicounty tests of the factor abundance theory // American Economic Review. 1987. Vol. 77. P. 791–809.

330. Box George E. P. Time Series Analysis. Forecasting and Control 5th Edition. New Jersey : Wiley, 2016. 709 p.

331. Budzowski Klemens. Ekonomiczne problemy handlu międzynarodowego. Krakow, 2008.

332. Buyak L., Bashutska O., Buyak A. Models of economic partnership of Ukraine with the countries of the European Union and the Customs Union. Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects: collective monograph / edited by M. Bezpartochnyi, in 2 Vol. / ISMA University. – Riga: «Landmark» SIA, 2018. – Vol. 2. – 352 p.

333. Carpenter G. The Global Risks Report 2017. URL : <https://www.weforum.org>.

334. Caves, Richard E., and Ronald W. Jones, World Trade and Payments. An Introduction. Little Brown Series in Economics. Boston, 1973.

335. Current Word Population 2016. URL : <http://www.worldometers.info>.

336. Deepmind обыграл чемпиона мира по логической игре го : Новости высоких технологий. URL : <https://hinews.ru/technology/ii-alphago-ot-deepmind-obygral-chempiona-mira-pologicheskoy-igre-go.html>

337. Dixit A., Norman V. The gains from trade without lump-sum compensation // Journal of International Economics. 1986. Vol. 21, No. 1. P. 111–122.

338. Dovers S. Regional Governance for Sustainability, Fremantle, Western Australia, Scaling governance and institutions for sustainability // In Academic Forum, Network of Regional Government for Sustainable Development. 2003.

339. Dziubanovska N. Multifactor models for studying the EU countries' international trade. *Economic Annals-XXI*. 2019. Vol. 175, is. 1–2, P. 29–34. DOI : <https://doi.org/10.21003/ea.V175-05>.

340. Eaton Jonathan, Samuel Kortum, Brent Neiman, John Romalis. Trade and the Global Recession // *American Economic Review*, 106 (11), 2016. P. 3401–38. URL : <https://doi.org/10.1257/aer.20101557>.

341. Éléments d'économie politique pure; ou, Théorie de la richesse sociale, Vol. 1–2. Front Cover. Léon Walras. Corbaz. Economics. 208 p. URL : https://books.google.com.ua/books/about/%C3%89l%C3%A9ments_d_%C3%A9conomie_politique_pure_ou.html?id=RQF13_M0XWkC&redir_esc=y.

342. Eltis W. A. Francois Quesnay: A Reinterpretation 1. The Tableau Economique. *Oxford Economic Papers, New Series*. 1975. Vol. 27, no. 2. P. 167–200. URL : <http://www.jstor.org/stable/2662336>.

343. Emigration and Its Economic Impact on Eastern Europe. IMF Staff Discussion Not. URL : <http://www.imf.org/en/Publications/SPROLLs/Staff-Discussion-Notes?page=2>.

344. England's treasure by forraign trade, or, The ballance of our forraign trade is the rule of our treasure written by Thomas Mun ; and now published for the common good by his son John Mun. Mun, Thomas, 1571–1641., Mun, John. London : Printed by J. G. for Thomas Clark, 1664. URL : <http://la.utexas.edu/users/hcleaver/368/368MunTreasuretable.pdf>.

345. Eurostat. URL : <http://www.ec.europa.eu/>.

346. Fabrizio, S. Leigh, D. Mody, A. The Second Transition: Eastern Europe in Perspective // *European Economy. Economic Papers No 366*. European Commission, March 2009. 35 p.

347. Felix Tintelnot. Global Production with Export Platforms // *The Quarterly Journal of Economics*, 2017. P. 157–209. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qjw037>.

348. Friedman J. H. Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics*. 1991. Vol. 19, no. 1. P. 1–67. URL : www.jstor.org/stable/2241837.

349. Furnivall, Frederick James, 1825-1910, Thomas Smith, John Hales, and William Stafford. *A Compendious Or Briefe Examination of Certayne Ordinary Complaints of Divers of Our Countrymen In These Our Dayes, A.D. 1581*. London: Trubner, 1876.

350. Gilbert M. *European Integration: A Concise History*. Plymouth : Rowman & Littlefield Publishers, 2012. 296 p.

351. GINI index (World Bank estimate). Country Ranking 2016. URL : <http://www.indexmundi.com>.

352. Ginsburg V., Keyzer M. *The structure of applied general equilibrium models*. Cambridge : The MIT Press, 2002. 557 p.

353. Glejser H., Jacquenin A., Petit J. Exports in an imperfect competition framework: an analysis of 1446 exporters // *Quarterly Journal of Economics*. 1980. Vol. 94, No. 3. P. 507–524.

354. Grubel, Herbert G. (1971). «The Empirical Measurement of Intra-Industry Trade». *Economic Record* 47 (4): 494–517. DOI:10.1111/j.1475-4932.1971.tb00772

355. Haichao Fan, Yao Amber Li, Stephen R. Yeaple. Trade Liberalization, Quality, and Export Prices // *Review of Economics and Statistics*, 97(5), 2015. P. 1033–1051. URL : https://doi.org/10.1162/REST_a_00524.

356. Hamilton James D. *Time Series Analysis*. New Jersey : Princeton University Press, 1994. 407 p.

357. Harrigan J. The volume of trade in differentiated intermediate goods: theory and evidence // *Review of Economics and Statistics*. 1995. Vol. 77. P. 283–293.

358. Hartigan J. The US tariff and comparative advantage: survey of method // *Weltwirtschaftliches Archiv*. 1981. Vol. 117, No. 1. P. 61–109.

359. Hasna A. Dimensions of sustainability // *Journal of Engineering for Sustainable Development: Energy, Environment, and Health*. 2007. vol. 2. pp. 47–57.

360. Heckscher E. The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income. *Ekonomisk Tidskrift*. 1919. № 21.

361. Hix S. *What's Wrong with the European Union and How to Fix It*. 1st Edition. Cambridge : Polity Press, 2008. 228 p.

362. Hoover K. D. New Classical Macroeconomics // Library of Economics and Liberty. 2008. URL : <http://www.econlib.org/library/Enc/NewClassicalMacroeconomics.html>.
363. Hotelling, H. Relations between two sets of variates // Biometrika. 1936. vol. 28. issue 3. pp. 321–377.
364. Human Development Reports 2016: за даними United Nations Development Programme. URL : <http://hdr.undp.org/en>.
365. Huygens C. (1657, лат.). De calcul dans les jeux de hazard : собр. соч. (1888 – 1950. Т. 14, Р. 49–91, фр. и голл.).
366. Hyndman R. J. Forecasting: principles and practice // Texts. 2012. URL : <https://www.otexts.org/fpp>.
367. Impullitti G., Licandro O. Trade, Firm Selection and Innovation: The Competition Channel, // *Econ J*, 128, 2018. P. 189-229. URL : <https://doi.org/10.1111/ecoj.12466>.
368. Index of economic freedom 2016. URL : Retrieved from <http://www.heritage.org/>.
369. Jagdish Bhagwati. Protectionism. Cambridge, Massachusetts and London, England : MIT. Press, 1988. 147 p.
370. Jones R. Three-factor model in theory, trade, and history // Trade, Balance of Payments and Growth: Essays in Honor of C.P.Kindleberger. Amsterdam : 1971. P. 3–20.
371. Jones Ronald, Peter Kenen. Handbook of International Economics. Volume 1. International trade. North Holland, 1984.
372. Justin Caron, Thibault Fally, James R. Markusen. International Trade Puzzles: A Solution Linking Production and Preferences // *The Quarterly Journal of Economics*, 2014. P. 1501–1552. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qju010>.
373. K. Lancaster. Consumer demand: a new approach. Columbia University Press, New York, 1971. 177 p.
374. Keesing D. Labor skills and comparative advantage // *American Economic Review*. 1966. Vol. 56, No. 2. P. 249–258.

375. Korotayev A. V., Tsirel S. V. A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis. *Structure and Dynamics* // eScholarship. 2010. № 4 (1). P. 3–57.

376. Krugman P. Increasing Returns, Monopolistic Competition and International Trade. *Journal of International Economics*. 1979. Vol. 9, no 4. P. 469–479.

377. Krugman P. Scale Economics, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *American Economic Review*. 1980. Vol. 70, no 5. P. 950–959.

378. Lancaster, Kelvin J. A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, vol. 74, no. 2, 1966, pp. 132–157. URL : www.jstor.org/stable/1828835.

379. Lapavitsas C. *Crisis in the Eurozone*. Verso, 2012. 268 p.

380. Laqueur W. *After the Fall: the End of the European Dream and the Decline of the Continent*. Walter Laqueur. N.Y. : St. Martin's Press, 2012. 322 p.

381. Leamer E. The Leontief paradox reconsidered // *Journal of Political Economy*. 1980. Vol. 88, No. 3. P. 495–503.

382. Lesya Buyak, and Mariya Hryhorkiv. "Modelling of the possible integration consequences of the economy of Ukraine into the economies of the European Union or Russia" *Baltic Journal of Economic Studies*, vol. 2, no. 1, 2016, pp. 18-24.

383. Leontief W. W. Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Reexamined. In Jagdish Bhagwati (ed.), *International Trade: Selected Readings*. Middlesex, England : Penguin Books, 1969, P. 93–139. Originally in *Proceedings of the American Philosophical Society*. 1953. Vol. 97, no. 4 (Sep. 28). P. 332–349.

384. Leontief W. W. Factor Proportions and the Structure of American Trade: Further Theoretical and Empirical Analysis. *The Review of Economics and Statistics*. 1956. Vol. 38, no. 4 (Nov.). P. 386–407.

385. Linder S. B. An Essay on Trade and Transformation. New York : John Wiley & Sons, 1961.

386. Lorenzo Caliendo, Esteban Rossi-Hansberg. (2012) The Impact of Trade on Organization and Productivity // *The Quarterly Journal of Economics*, 2012. P. 1393–1467. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qjs016>.

387. MacDougall D. British and American exports: a study suggested by the theory of comparative costs. Part 1. // *Economic Journal*. 1951. Vol. LXI. P. 697–724.

388. Magee S. Three simple tests of the Stolper-Samuelson theorem // *Issues in International Economics*. London : Oriel Press, 1980. P. 138–153.

389. Marguand D. The End of the West: The Once and Future of Europe. 1st Edition. Princeton : Princeton University Press, 2011. 224 p.

390. Mayer T. Europe's Unfinished Currency: The Political Economics of the Euro. London : Anthem Press, 2012. 200 p.

391. Meade J. E. The Theory of International Economic Policy. Vol. II. Trade and Welfare. London : Oxford University Press, 1955.

392. Moore H. L. Empirical Laws of Demand and Supply in the Flexibility of Prices. PSQ. 1919.

393. Moore H. L. Laws of Wages: An Essay in Statistical Economics. New York : The Macmillan Company, 1911.

394. North, Dudley. Discourses upon trade [electronic resource] : principally directed to the cases of the interest, coynage, clipping, increase of money Printed for Tho. Basset London 1691. URL : <https://www.econlib.org/library/YPDBooks/North/nrthDT.html>.

395. O'Brien Vincent. International Trade and Finance: Advanced Training Programme. London : European Bank for Reconstruction and Development, Programme Supported by The Government of Ireland and The Government of The United Kingdom, 2003.

396. Of the balance of trade written by David Hume. URL : https://www.econlib.org/library/LFBooks/Hume/hmMPL.html?chapter_num=33#book-reader.

397. Ohyama M. Trade and welfare in general equilibrium // Keio Economic Studies. 1972. No. 9. P. 37–73.
398. Overtveldt van J. The End of the Euro: The Uneasy Future of the European Union. Chicago : Agate B2, 2011. 208 p.
399. Pascal B. (1654, лат. и фр.). À la très illustre Académie Parisienne de Mathématique. OC. T. 1. Paris, 1998. P. 169–173.
400. Petty S. W. Political Arithmetick London, Printed for Robert Clavel at the Peacock, and Hen. Mortlock at the Phoenix in St. Paul's Church-yard. 1690. Edited by Charles Henry Hull, and published in 1899. Vol. 1. P. 233–313. URL : [https://en.wikisource.org/wiki/Political_Arithmetick_\(1899\)](https://en.wikisource.org/wiki/Political_Arithmetick_(1899)).
401. Piris J-C. The Future of Europe. Towards a Two-speed EU? Cambridge : Cambridge University Press, 2012. 176 p.
402. Piyusha Mutreja, B. Ravikumar, Michael Spasi. Capital Goods Trade, Relative Prices, and Economic Development // *Review of Economic Dynamics*, 27, 2018. P. 101-122. URL : <https://doi.org/10.1016/j.red.2017.11.003>.
403. Pol Antràs, Arnaud Costinot. Intermediated Trade // *The Quarterly Journal of Economics*, 2011. P. 1319–1374. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qjr019>.
404. Porter M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York : The Free Press, 1980.
405. Posner M. V. International Trade and Technical Change. Oxford Economic Papers, New Series. 1961. Vol. 13, no. 3 (Octob.). P. 323–341.
406. President Bush's Speech to the Nation on the Economic Crisis // The New York Times. 2008. URL : http://www.nytimes.com/2008/09/24/business/economy/24textbush.html?_r=2&page_wanted=1&oref=slogin.
407. Rapacki R., Prochniak M. The EU Enlargement and Economic Growth in the CEE New Member Countries // European Economy. Economic Papers No 367. European Commission, March 2009. 21 p.

408. Recession in World Trade // Federal Reserve Bulletin. 1958. URL : https://fraser.stlouisfed.org/files/docs/publications/FRB/pages/1955-1959/14330_1955-1959.pdf.
409. Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses. Front Cover Antoine Augustin Cournot. L. Hachette, 1838 – Econometrics. 198 p.
410. Revyakin G. A New Approach to the Nature of Economic Cycles and Their Analysis in the Global Context // EUREKA: Social and Humanities. 2017. № 5. P. 27–37.
411. Ricardo D. The Principles of Political Economy and Taxation. London : J. M. Dent and Sons, 1948 (Originally published in 1817).
412. Robert C. Johnson, Guillermo Noguera. A Portrait of Trade in Value-Added over Four Decades // *Review of Economics and Statistics*, 99(5), 2017. P. 896-911. URL : https://doi.org/10.1162/REST_a_00665.
413. Roberts M., Tybout J. Size rationalization and trade exposure in developing countries // Policy, research, and external affairs working papers. Chicago : Press for the NBER, 1991. P. 169–193.
414. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. A safe operating space for humanity // *Nature*. 2009. vol. 461. P. 472–475.
415. Rodney D. Ludema, Anna Maria Mayda. Do Terms-of-trade Effects Matter for Trade Agreements? Theory and Evidence from WTO Countries // *The Quarterly Journal of Economics*, 2013. P. 1837–1893. URL : <https://doi.org/10.1093/qje/qjt016>.
416. Rogowski R. Political cleavages and changing exposure to trade // *American political science review*. 1987. Vol. 81. P. 1121–1137.
417. Rybczynski T. M. Factor endowment and relative commodity prices. *Economica*, New Series. 1955. Vol. 22, no. 88. (Nov.). P. 336–341. URL : <https://web.archive.org/web/20160402113923/http://down.cenet.org.cn/upfile/34/200541684040192.pdf>.
418. Samuelson P. Ohlin was right // *Swedish Journal of Economics*. 1971. No. 73. P. 365–384.

419. Samuelson P. A. Factor Proportions and the Heckscher-Ohlin Theorem. Economic Journal. 1948. June.
420. Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. New York, 1977. P. 354–355.
421. Solow R. M. Technical change and the aggregate production function // Review of Economics and Statistics. 1957. № 39 (3). P. 312–320.
422. SPI Methodological-Report 2016. URL : <http://www.socialprogressimperative.org>.
423. Sraffa P. Production of Commodities by Means of Commodities. USA, 1975. P. 112.
424. Stadler G. W. Real Business Cycles // Journal of Economics Literature. 1994. XXXII. P. 1750–1783.
425. Statistics database // World Trade Organization URL : <http://stat.wto.org/Home/WSDBHome.aspx?Language=E>.
426. Summers L. H. Some Skeptical Observations on Real Business Cycle Theory // Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review. 1986. № 10 (4). P. 23–27.
427. Takens F. Detecting Strange Attractor in Turbulence. Lect. Notes in Math., 1981. Vol. 898. P. 366–381.
428. Taylor P. The End of European Integration: Anti-Europeanism Examined. London : Routledge, 2007. 200 p.
429. The Financial and economic crisis of 2016-2017 and developing countries Edited by Sebastian Dullien Detlef J. Kotte Alejandro Márquez Jan Priewe. Unated Nations Conference on Trade and Development and Hochschule Fur Technik und Wirtschaft Berlin. URL : http://unctad.org/en/Docs/gdsmdp20101_en.pdf.
430. The Global Enabling Trade Report 2016. URL : <http://reports.weforum.org>.
431. Traité de l'économie politique, édition critique par François Billacois, Genève, Droz, 1999. URL :

https://data.bnf.fr/fr/12198421/antoine_de_montchrestien_traite_de_l_economie_politique/

432. Vernon R. International Investment And International Trade in Product Cycle. Quarterly Journal of Economics. 1966. Vol. 80, no. 2 (May). P.190–207.

433. Tinbergen J. Shaping the World Economy The Twentieth Century Fund. New York. 1962. 330 p.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Список публікацій за темою дисертації

Монографії:

1. Дзюбановська, Н. В. Прагматизм оцінювання міжнародної торгівлі країн: методи і моделі : монографія. Тернопіль : ТНЕУ, 2019. 298 с. (17,32 д.а.).

Статті у наукових фахових виданнях України та зарубіжних виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз:

2. Dziubanovska N. Multifactor models for studying the EU countries' international trade. *Economic Annals-XXI*. 2019. Vol. 175, is. 1–2, P. 29–34. DOI : <https://doi.org/10.21003/ea.V175-05> (0,75 д.а.).

3. Дзюбановська Н. В. Проблеми вимірювання зовнішньої торгівлі країни. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2016. Вип. 19. ч. 1. С. 22–25. (0,44 д.а.).

4. Дзюбановська Н. В. Систематизація теорій міжнародної торгівлі як базис для її вимірювання. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*. 2016. Том 21. Випуск 8(50). С. 22–25. (0,44 д.а.).

5. Дзюбановська Н. В. Економетричний підхід до дослідження конвергенції рівня міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: «Міжнародні економічні відносини та світове господарство»*. 2016. Випуск 10. Ч. 1. С. 107–112. (0,75 д.а.).

6. Дзюбановська Н. В. Застосування кластерного аналізу для оцінки міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2016. Випуск 3 (31). С. 204–208. (0,625 д.а.).

7. Дзюбановська Н. В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2016. Випуск 22. С. 204–206. (0,375 д.а.).

8. Дзюбановська Н. В. Статистичні методи оцінювання міжнародної торгівлі Європейського Союзу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: «Міжнародні економічні відносини та світове господарство»*. 2017. Випуск 16. Ч. 1. С. 89–94. (0,75 д.а.).

9. Дзюбановська Н. В. Використання нейронних мереж для прогнозування імпорту товарів країн Європейського Союзу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2017. Випуск 7 (35). С. 126–131. (0,75 д.а.).

10. Дзюбановська Н. В. Статистичне оцінювання чинників впливу на міжнародну торгівлю із використанням дисперсійного аналізу. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2017. Випуск 27. Ч. 3. С. 131–134. (0,5 д.а.).

11. Дзюбановська Н. В., Єрьоменко В. О. Прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн Європейського Союзу. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2017. Випуск 28. С. 240–245. (особистий внесок: побудовано ARIMA-модель за допомогою програмного продукту STATISTICA 10, за допомогою якої розраховано прогнозні значення для обсягів експорту товарів країн ЄС на майбутні періоди – 0,4 д.а.).

12. Дзюбановська Н. В. Аналіз асоціацій показників міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*. 2017. Том 22. Випуск 10(63). С. 230–233. (0,5 д.а.).

13. Дзюбановська Н. В., Гураль І. В. Оцінка β - та σ -конвергенції розвитку регіонів України за показниками зовнішньої торгівлі. *Інтелект XXI*. 2018. №6. С. 53–57. (особистий внесок: досліджено явище β -конвергенції рівнів розвитку регіональної торгівлі на основі побудованих регресійних моделей Барро, розраховано швидкість конвергенції та час подолання половини відстані до зближення рівнів регіональної торгівлі за показником експорту, аналітично оцінено явище σ -конвергенції на основі числових характеристик ряду статистичних даних обсягів експорту та імпорту регіонів України – 0,325 д.а.).

14. Дзюбановська Н. В. Застосування багатофакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі регіонів України. *Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка*. 2018. Том 23. Випуск 7(72). С. 200–204. (0,625 д.а.).
15. Дзюбановська Н. В. Аналіз структурних трансформацій зовнішньої торгівлі України. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2018. Випуск 6(68). С.217–225. DOI : <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-34> (1,06 д.а.).
16. Дзюбановська Н. В., Гураль І. В. Оцінювання зовнішньої торгівлі регіонів України із використанням методів кластеризації. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2018. Випуск 6(18). С. 268–272. (особистий внесок: кластеризовано регіони України за інтенсивністю експорту протягом 2002-2017 рр. методом кластерного аналізу k-means засобами пакету програми STATISTICA 10 – 0,325 д.а.).
17. Дзюбановська Н. В. Застосування методу канонічних кореляцій до оцінювання зовнішньої торгівлі регіонів України. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2018. №5(104). С. 148–153. (0,75 д.а.).
18. Дзюбановська Н. В., Ляшенко О. М. Застосування Агіта-моделей для прогнозування динаміки зовнішньої торгівлі України. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Випуск 35. Ч. 1. С. 142–147. (особистий внесок: проведено аналіз динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України протягом досліджуваного періоду, побудовано ARIMA-моделі, на основі яких розраховано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту товарів України на майбутні періоди – 0,4 д.а.). Дзюбановська Н. В. Моделі MAR Splines оцінювання торгівлі регіонів України. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2019. №6(111). С. 126–132. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-6-24> (0,875 д.а.).

19. Дзюбановська Н. В., Єрмоменко В. О., Сенів Г. В. Застосування методів бінарної класифікації до оцінювання міжнародної торгівлі. *Інтелект XXI*. 2019. №6. Ч. 1. С. 13–18. (особистий внесок: побудовано дві ймовірнісні моделі бінарного вибору на основі логістичної функції (Logit-модель) та функції стандартного нормального розподілу (Probit-модель) засобами програмного продукту STATISTICA 10 для оцінювання торгівлі країн ЄС та дослідження впливу як кількісних, так і категоріальних факторів на процес торгівлі – 0,25 д.а.).

Статті у наукових фахових виданнях України:

20. Дзюбановська Н. В. Структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі країн Європейського союзу. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2016. Випуск 5 (05). Ч. 2. С. 133-138. (0,75 д.а.).

21. Дзюбановська Н. В. Підхід до компаративного аналізу міжнародної торгівлі Європейського Союзу. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Випуск 11. С. 245-250. (0,75 д.а.).

22. Дзюбановська Н. В. Підхід до оцінювання міжнародної торгівлі із використанням канонічного кореляційного аналізу. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2017. Випуск 1 (57). С. 194-197. (0,5 д.а.).

***Публікації у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій,
шкіл-семінарів:***

23. Дзюбановська Н. В. Передумови використання теорій поведінки споживача для аналізу поведінки країн на світовому ринку. *International Scientific Conference Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions : Conference Proceedings, Part 1, September 28, 2016. Kielce, Poland : Baltija Publishing*. 216 pages. P. 20-21. (0,125 д.а.).

24. Дзюбановська Н. В. Приклад застосування регресії Барро до оцінки конвергенції зовнішньої торгівлі країни і можливості застосування модифікацій моделі Барро для оцінювання міжнародної торгівлі. International Scientific Conference Economy and Society: modern foundation for human development : Conference Proceedings, Part 1, October 31, 2016. Leipzig, Germany : Baltija Publishing. 272 pages. P. 233-236. (0,19 д.а.).

25. Дзюбановська Н. В. До питання проведення компаративного аналізу міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Dynamical System Modelling and Stability Investigation : XVIII International Conference : Abstracts of Conf. reports, Kyiv, Ukraine, 24-26 May / National Committee of Ukraine by Theoretical and Applied Mechanics [etal.] 2017. Київ : ДП Інформ.-аналіт. агенство, 213 с. (Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка) С. 162. (0,125 д.а.).

26. Дзюбановська Н. В. До питання застосування багатофакторного моделювання при дослідженні міжнародної торгівлі країн. Проблеми міжнародної міграції: оцінка та перспективи вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 16 травня 2020 р.) / відп. за випуск д.е.н., проф. С. О. Якубовський. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2020. – 128 с. С. 113–115. (0,19 д.а.).

27. Дзюбановська Н. В. Моделі аналізу та прогнозування динаміки зовнішньої торгівлі України. Сучасні підходи до формування стратегічного бачення соціально-економічного розвитку регіонів : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 23 травня 2020 року) / ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2020. – 192 с. С. 185–189. (0,25 д.а.).

28. Дзюбановська Н. В. Logit-модель оцінювання міжнародної торгівлі. Теоретико-практичні аспекти аналізу економіки, обліку, фінансів і права: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 18 червня 2020 р.): у 4 ч. Полтава: ЦФЕНД, 2020. Ч. 1. 67 с. С. 50–52. (0,16 д.а.).

29. Дзюбановська Н. В. Застосування інтелектуального аналізу даних до оцінювання торгівлі регіонів України. Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 20 червня 2020 року) / ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2020. – 100 с. С. 95–97. (0,19 д.а.).

30. Засідання міжкафедрального наукового семінару Тернопільського національного економічного університету (м. Тернопіль, 27.08.2020 р., Протокол № 1).

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Обсяги експортних операцій країн ЄС протягом 2002–2015 рр. (млн. євро)

Країна	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Бельгія	228 560	225970	246563	268733	292087	314449	320805	265986	307530	341717	347089	352957	355527	359566
Болгарія	6 063	6668	7710	9155	11750	13511	15204	11700	15561	20264	20772	22273	22043	23161
Чехія	40 706	43052	55285	62722	75604	89382	99808	80984	100310	117054	122231	122186	131799	142822
Данія	60 802	58797	61918	68403	73716	75281	79496	67381	72746	80362	82090	82906	83467	85862
Німеччина	651 259	664391	730444	779990	882531	964037	983256	803012	949630	1058898	1090529	1088072	1125035	1198307
Естонія	3 642	4003	4767	6201	7719	8033	8470	6487	8743	12003	12520	12289	12083	11626
Ірландія	93 343	81997	84226	88137	86591	88685	85476	83114	87875	90331	90889	87822	91794	110480
Греція	11 013	11832	12970	14827	17273	19392	21319	17674	21140	24296	27585	27558	27221	25793
Іспанія	132 918	138037	146728	154815	170210	184822	191389	162990	191912	220223	229803	239313	244286	255441
Франція	350 804	346569	363208	372395	394925	408326	418983	348035	395087	428501	442645	437440	436937	455990
Хорватія	5 188	5465	6218	6961	8252	9003	9585	7516	8904	9583	9628	9531	10431	11671
Італія	269 063	264617	283493	299573	332012	364745	369016	291733	337409	375903	390182	390233	398870	413882
Кіпр	450	421	758	1176	1061	1017	1110	901	1058	1306	1355	1519	1364	1648
Латвія	2 416	2557	3223	4146	4901	6062	6898	5522	7190	9431	10982	10894	10957	10863
Литва	5 537	6159	7473	9489	11264	12508	16077	11797	15650	20150	23047	24545	24360	22983
Люксембург	10 802	11754	13060	15365	18338	16735	17469	15299	14181	14990	14658	13889	14485	15556
Угорщина	36 503	38095	44259	50405	59936	69609	73772	59513	72024	80683	80613	80945	83267	88934
Мальта	2 145	1991	2024	1927	2227	2508	2367	2050	2705	3151	3309	2738	2204	2325
Нідерланди	258 099	261680	287110	326556	369250	401901	433722	356962	433172	479240	510098	505651	506338	511333
Австрія	83 199	85879	94702	100469	108913	119386	123259	98214	115078	127464	129678	131885	134173	137756
Польща	43 499	47527	60217	71890	88229	102259	115896	97866	120482	135559	144282	154343	165715	178671
Португалія	27 398	28073	28769	31136	35640	38294	38847	31696	37267	42827	45213	47304	48105	49858
Румунія	14 675	15615	18754	22171	25849	29542	33679	29084	37399	45282	45019	49571	52493	54609
Словенія	10 962	11286	12670	15271	18501	21980	23203	18696	22027	24915	25034	25615	27076	28822
Словаччина	15 234	19310	22211	25582	33341	42698	48369	40208	48777	57349	62741	64566	65081	67999
Фінляндія	47 741	47004	49441	52643	61489	65687	65581	45062	52438	56855	56877	56047	55973	53899
Швеція	86 188	90261	98950	105266	117706	123180	124644	93763	119598	134312	134141	126157	123919	126338
Великобританія	296 315	270180	279264	314137	359117	322388	321027	254703	313765	363916	367989	407059	380282	414762

Обсяги імпорتنих операцій країн ЄС протягом 2002–2015 рр. (млн. євро)

Країна	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Бельгія	209 720	207 695	229 574	256 153	280 053	300 298	317 043	254 367	295 072	335 447	341 787	340 093	342 215	338 750
Болгарія	8 411	9 611	11 577	12 473	15 424	21 862	25 094	16 876	19 245	23 407	25 460	25 829	26 118	26 408
Чехія	42 995	45 728	56 216	61 483	74 220	86 224	96 572	75 314	95 536	109 285	110 066	108 621	116 203	126 805
Данія	53 215	50 768	54 787	60 749	68 100	71 526	74 356	59 602	62 648	68 724	71 548	72 728	74 783	76 957
Німеччина	518 488	534 487	575 090	624 465	722 112	769 779	805 730	664 143	795 666	901 487	898 857	889 416	908 575	946 454
Естонія	5 079	5 716	6 702	8 229	10 711	11 439	10 896	7 270	9 268	12 543	14 077	13 899	13 775	13 074
Ірландія	55 413	47 636	49 692	55 112	58 233	61 162	57 088	44 955	45 467	47 849	48 855	54 314	60 721	66 530
Греція	33 387	39 650	44 998	46 382	52 847	60 130	64 857	52 087	50 741	48 474	49 291	46 808	48 004	43 639
Іспанія	174 603	184 408	207 656	232 109	261 784	284 058	286 105	210 222	246 674	270 550	262 561	256 455	270 173	281 298
Франція	348 205	352 582	378 506	405 164	431 602	460 315	487 350	404 098	460 941	517 262	524 918	513 114	509 299	515 938
Хорватія	11 327	12 538	13 241	14 900	17 105	18 833	20 817	15 218	15 137	16 281	16 214	16 581	17 154	18 558
Італія	261 226	263 012	285 064	309 032	352 465	373 340	382 050	297 609	367 390	401 428	380 292	361 002	356 939	368 715
Кіпр	3 903	3 577	4 420	5 073	5 518	6 286	7 237	5 617	6 464	6 234	5 678	4 754	5 089	5 016
Латвія	4 279	4 627	5 701	6 990	9 191	11 180	10 975	7 034	8 819	11 703	13 409	13 451	13 285	12 900
Литва	7 958	8 526	9 957	12 494	15 429	17 813	21 144	13 123	17 653	22 826	24 879	26 208	25 889	25 397
Люксембург	13 379	14 290	16 115	18 170	21 611	20 452	21 864	18 160	18 713	20 733	21 437	20 266	20 099	20 878
Угорщина	39 927	42 263	48 580	53 446	62 331	69 730	74 069	55 750	66 514	73 592	74 078	75 379	78 978	83 487
Мальта	2 799	2 853	2 926	2 988	3 430	3 503	3 604	3 210	3 818	4 520	5 135	4 625	5 132	5 220
Нідерланди	231 879	234 003	256 944	292 415	331 979	359 443	394 980	317 718	386 834	426 987	456 824	444 015	443 689	456 370
Австрія	82 804	87 988	96 256	102 283	109 280	118 962	125 301	102 569	119 943	137 513	138 942	138 000	137 001	140 132
Польща	58 480	60 354	72 087	81 697	101 138	120 912	141 966	107 155	134 306	151 291	154 934	156 319	168 366	174 990
Португалія	42 466	41 726	44 173	51 372	56 295	59 927	64 194	51 379	58 647	59 551	56 374	57 013	58 976	60 162
Румунія	18 881	21 201	26 235	32 538	40 746	51 305	57 148	38 948	46 850	54 943	54 644	55 328	58 555	62 976
Словенія	11 574	12 239	14 159	16 273	19 227	23 038	25 180	19 053	22 720	25 525	24 934	25 129	25 551	26 789
Словаччина	17 517	19 935	23 988	27 837	35 828	44 229	50 253	39 898	49 050	57 358	60 241	61 543	61 689	66 289
Фінляндія	36 187	37 582	41 353	47 234	55 253	59 616	62 402	43 655	51 899	60 535	59 517	58 407	57 769	54 251
Швеція	70 807	73 851	80 723	89 781	101 583	111 803	114 565	85 945	112 352	127 174	127 985	120 931	122 132	124 467
Великобританія	385 020	353 078	378 293	417 359	487 951	465 715	447 228	372 581	445 291	487 905	541 112	496 977	519 733	564 190

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Обсяги експорту країн ЄС протягом 2009–2015 рр. (млн. євро)

Країна	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Бельгія	265986	307530	341717	347089	352957	355527	359566
Болгарія	11700	15561	20264	20772	22273	22043	23161
Чехія	80984	100310	117054	122231	122186	131799	142822
Данія	67381	72746	80362	82090	82906	83467	85862
Німеччина	803012	949630	1058898	1090529	1088072	1125035	1198307
Естонія	6487	8743	12003	12520	12289	12083	11626
Ірландія	83114	87875	90331	90889	87822	91794	110480
Греція	17674	21140	24296	27585	27558	27221	25793
Іспанія	162990	191912	220223	229803	239313	244286	255441
Франція	348035	395087	428501	442645	437440	436937	455990
Хорватія	7516	8904	9583	9628	9531	10431	11671
Італія	291733	337409	375903	390182	390233	398870	413882
Кіпр	901	1058	1306	1355	1519	1364	1648
Латвія	5522	7190	9431	10982	10894	10957	10863
Литва	11797	15650	20150	23047	24545	24360	22983
Люксембург	15299	14181	14990	14658	13889	14485	15556
Угорщина	59513	72024	80683	80613	80945	83267	88934
Мальта	2050	2705	3151	3309	2738	2204	2325
Нідерланди	356962	433172	479240	510098	505651	506338	511333
Австрія	98214	115078	127464	129678	131885	134173	137756
Польща	97866	120482	135559	144282	154343	165715	178671
Португалія	31696	37267	42827	45213	47304	48105	49858
Румунія	29084	37399	45282	45019	49571	52493	54609
Словенія	18696	22027	24915	25034	25615	27076	28822
Словаччина	40208	48777	57349	62741	64566	65081	67999
Фінляндія	45062	52438	56855	56877	56047	55973	53899
Швеція	93763	119598	134312	134141	126157	123919	126338
Великобританія	254703	313765	363916	367989	407059	380282	414762

Обсяги імпорту країн ЄС протягом 2009–2015 рр. (млн. євро)

Країна	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Бельгія	254 367	295 072	335 447	341 787	340 093	342 215	338 750
Болгарія	16 876	19 245	23 407	25 460	25 829	26 118	26 408
Чехія	75 314	95 536	109 285	110 066	108 621	116 203	126 805
Данія	59 602	62 648	68 724	71 548	72 728	74 783	76 957
Німеччина	664 143	795 666	901 487	898 857	889 416	908 575	946 454
Естонія	7 270	9 268	12 543	14 077	13 899	13 775	13 074
Ірландія	44 955	45 467	47 849	48 855	54 314	60 721	66 530
Греція	52 087	50 741	48 474	49 291	46 808	48 004	43 639
Іспанія	210 222	246 674	270 550	262 561	256 455	270 173	281 298
Франція	404 098	460 941	517 262	524 918	513 114	509 299	515 938
Хорватія	15 218	15 137	16 281	16 214	16 581	17 154	18 558
Італія	297 609	367 390	401 428	380 292	361 002	356 939	368 715
Кіпр	5 617	6 464	6 234	5 678	4 754	5 089	5 016
Латвія	7 034	8 819	11 703	13 409	13 451	13 285	12 900
Литва	13 123	17 653	22 826	24 879	26 208	25 889	25 397
Люксембург	18 160	18 713	20 733	21 437	20 266	20 099	20 878
Угорщина	55 750	66 514	73 592	74 078	75 379	78 978	83 487
Мальта	3 210	3 818	4 520	5 135	4 625	5 132	5 220
Нідерланди	317 718	386 834	426 987	456 824	444 015	443 689	456 370
Австрія	102 569	119 943	137 513	138 942	138 000	137 001	140 132
Польща	107 155	134 306	151 291	154 934	156 319	168 366	174 990
Португалія	51 379	58 647	59 551	56 374	57 013	58 976	60 162
Румунія	38 948	46 850	54 943	54 644	55 328	58 555	62 976
Словенія	19 053	22 720	25 525	24 934	25 129	25 551	26 789
Словаччина	39 898	49 050	57 358	60 241	61 543	61 689	66 289
Фінляндія	43 655	51 899	60 535	59 517	58 407	57 769	54 251
Швеція	85 945	112 352	127 174	127 985	120 931	122 132	124 467
Великобританія	372 581	445 291	487 905	541 112	496 977	519 733	564 190

Чисельність населення країн ЄС протягом 2009–2015 рр.

Країна	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Бельгія	10 753 080	10 839 905	11 000 638	11 094 850	11 161 642	11 203 992	11 208 986
Болгарія	7 467 119	7 421 766	7 369 431	7 327 224	7 284 552	7 245 677	7 202 198
Чехія	10 425 783	10 462 088	10 486 731	10 505 445	10 516 125	10 512 419	10 538 275
Данія	5 511 451	5 534 738	5 560 628	5 580 516	5 602 628	5 627 235	5 659 715
Німеччина	82 002 356	81 802 257	80 222 065	80 327 900	80 523 746	80 767 463	81 197 537
Естонія	1 335 740	1 333 290	1 329 660	1 325 217	1 320 174	1 315 819	1 313 271
Ірландія	4 521 322	4 549 428	4 570 881	4 582 707	4 591 087	4 605 501	4 628 949
Греція	11 094 745	11 119 289	11 123 392	11 086 406	11 003 615	10 926 807	10 858 018
Іспанія	46 239 273	46 486 619	46 667 174	46 818 219	46 727 890	46 512 199	46 449 565
Франція	64 350 226	64 658 856	64 978 721	65 276 983	65 600 350	65 889 148	66 415 161
Хорватія	4 309 796	4 302 847	4 289 857	4 275 984	4 262 140	4 246 809	4 225 316
Італія	59 000 586	59 190 143	59 364 690	59 394 207	59 685 227	60 782 668	60 795 612
Кіпр	796 930	819 140	839 751	862 011	865 878	858 000	847 008
Латвія	2 162 834	2 120 504	2 074 605	2 044 813	2 023 825	2 001 468	1 986 096
Литва	3 183 856	3 141 976	3 052 588	3 003 641	2 971 905	2 943 472	2 921 262
Люксембург	493 500	502 066	511 840	524 853	537 039	549 680	562 958
Угорщина	10 030 975	10 014 324	9 985 722	9 931 925	9 908 798	9 877 365	9 855 571
Мальта	410 926	414 027	414 989	417 546	421 364	425 384	429 344
Нідерланди	16 485 787	16 574 989	16 655 799	16 730 348	16 779 575	16 829 289	16 900 726
Австрія	8 335 003	8 351 643	8 375 164	8 408 121	8 451 860	8 506 889	8 576 261
Польща	38 135 876	38 022 869	38 062 718	38 063 792	38 062 535	38 017 856	38 005 614
Португалія	10 563 014	10 573 479	10 572 721	10 542 398	10 487 289	10 427 301	10 374 822
Румунія	20 440 290	20 294 683	20 199 059	20 095 996	20 020 074	19 947 311	19 870 647
Словенія	2 032 362	2 046 976	2 050 189	2 055 496	2 058 821	2 061 085	2 062 874
Словаччина	5 382 401	5 390 410	5 392 446	5 404 322	5 410 836	5 415 949	5 421 349
Фінляндія	5 326 314	5 351 427	5 375 276	5 401 267	5 426 674	5 451 270	5 471 753
Швеція	9 256 347	9 340 682	9 415 570	9 482 855	9 555 893	9 644 864	9 747 355
Великобританія	62 042 343	62 510 197	63 022 532	63 495 303	63 905 297	64 351 155	64 875 165

Площа та чисельність населення країн ЄС за 2016 р.

Країна	Площа	Населення
Бельгія	30510	11311117
Болгарія	110910	7153784
Чехія	78866	10553843
Данія	43094	5707251
Німеччина	357050	82175684
Естонія	45226	1315944
Ірландія	70280	4726286
Греція	131940	10783748
Іспанія	505992	46440099
Франція	547030	66730453
Хорватія	56542	4190669
Італія	301318	60665551
Кіпр	9251	848319
Латвія	64589	1968957
Литва	65200	2888558
Люксембург	2586	576249
Угорщина	93030	9830485
Мальта	316	450415
Нідерланди	41526	16979120
Австрія	83858	8700471
Польща	312685	37967209
Португалія	91568	10341330
Румунія	238392	19760314
Словенія	20273	2064188
Словаччина	48845	5426252
Фінляндія	338145	5487308
Швеція	449964	9851017
Великобританія	244820	65382556

**Множина змінних у кожному кластері для проведення канонічного
кореляційного аналізу (2009–2015 рр.)**

Рік	Країна	Експорт, млн. євро	Імпорт, млн. євро	ВВП на душу населення, євро	Середній дохід населення, євро
1	2	3	4	5	6
Кластер 1					
2009	Німеччина	803 012	664 143	30800	18 586
	Іспанія	162 990	210 222	23300	14 795
	Франція	348 035	404 098	30300	19 644
	Італія	291 733	297 609	26500	15 605
	Польща	97 865	107 155	9200	5 097
	Великобританія	254 704	372 581	28900	16 262
2010	Німеччина	949 629	795 666	32100	18 797
	Іспанія	191 912	246 674	23200	14 605
	Франція	395 087	460 941	30800	19 960
	Італія	337 407	367 390	26800	15 964
	Польща	120 483	134 306	9400	4 405
	Великобританія	313 766	445 291	29200	17 106
2011	Німеччина	1 058 897	901 487	33300	19 043
	Іспанія	220 223	270 550	22900	13 929
	Франція	428 501	517 262	31200	19 995
	Італія	375 904	401 428	26900	15 971
	Польща	135 558	151 291	9900	5 025
	Великобританія	363 915	487 905	29400	17 136
2012	Німеччина	1 090 530	898 857	33400	19 595
	Іспанія	229 802	262 561	22200	13 868
	Франція	442 643	524 918	31100	20 603
	Італія	390 182	380 292	26000	15 979
	Польща	144 282	154 934	10000	5 060
	Великобританія	367 989	541 112	29600	19 166
2013	Німеччина	1 088 071	889 416	33500	19 582
	Іспанія	239 314	256 455	21900	13 524
	Франція	437 439	513 114	31200	20 924
	Італія	390 233	361 002	25400	15 733
	Польща	154 344	156 319	10200	5 164
	Великобританія	407 060	496 977	30000	18 694
2014	Німеччина	1 125 034	908 575	33900	19 733
	Іспанія	244 287	270 173	22300	13 269
	Франція	436 937	509 299	31200	21 199
	Італія	398 870	356 939	25400	15 759
	Польща	165 715	168 366	10500	5 336

1	2	3	4	5	6
	Великобританія	380 282	519 733	30700	20 528
2015	Німеччина	1 198 306	946 454	34200	20 668
	Іспанія	255 441	281 298	23000	13 352
	Франція	455 990	515 938	31500	21 415
	Італія	413 881	368 715	25600	15 846
	Польща	178 671	174 990	10900	5 556
	Великобританія	414 761	564 190	31100	20 945
кластер 2					
2009	Бельгія	265 986	254 367	32900	19 313
	Чехія	80 983	75 314	14600	7 295
	Греція	17 674	52 087	21500	11 496
	Угорщина	59 513	55 750	9700	4 739
	Нідерланди	356 962	317 718	37700	20 156
	Португалія	31 697	51 379	16700	8 282
	Румунія	29 085	38 948	6300	2 172
	Швеція	93 763	85 945	37400	21 248
2010	Бельгія	307 530	295 072	33500	19 464
	Чехія	100 311	95 536	14900	7 058
	Греція	21 140	50 741	20300	11 963
	Угорщина	72 024	66 514	9800	4 241
	Нідерланди	433 173	386 834	38000	20 292
	Португалія	37 268	58 647	17000	8 678
	Румунія	37 398	46 850	6300	2 036
	Швеція	119 597	112 352	39400	19 709
2011	Бельгія	341 718	335 447	33900	20 008
	Чехія	117 054	109 285	15200	7 451
	Греція	24 295	48 474	18500	10 985
	Угорщина	80 684	73 592	10000	4 493
	Нідерланди	479 239	426 987	38500	20 310
	Португалія	42 828	59 551	16700	8 410
	Румунія	45 284	54 943	6400	2 091
	Швеція	134 313	127 174	40100	22 506
2012	Бельгія	347 089	341 787	33700	20 280
	Чехія	122 230	110 066	15100	7 791
	Греція	27 585	49 291	17200	9 513
	Угорщина	80 612	74 078	9900	4 696
	Нідерланди	510 098	456 824	37900	20 562
	Португалія	45 213	56 374	16100	8 323
	Румунія	45 019	54 644	6400	2 049
	Швеція	134 141	127 985	39700	24 727
2013	Бельгія	352 956	340 093	33500	21 483
	Чехія	122 185	108 621	15000	7 694
	Греція	27 559	46 808	16800	8 371
	Угорщина	80 945	75 379	10200	4 449

1	2	3	4	5	6
	Нідерланди	505 651	444 015	37700	20 839
	Португалія	47 303	57 013	16000	8 177
	Румунія	49 571	55 328	6700	2 016
	Швеція	126 157	120 931	39800	26 414
2014	Бельгія	355 528	342 215	33900	21 705
	Чехія	131 799	116 203	15400	7 622
	Греція	27 221	48 004	17000	7 680
	Угорщина	83 266	78 978	10600	4 512
	Нідерланди	506 339	443 689	38100	20 891
	Португалія	48 105	58 976	16300	8 229
	Румунія	52 493	58 555	6900	2 155
	Швеція	123 921	122 132	40500	27 120
2015	Бельгія	359 565	338 750	34200	21 654
	Чехія	142 822	126 805	16000	7 423
	Греція	25 793	43 639	17000	7 520
	Угорщина	88 934	83 487	11000	4 556
	Нідерланди	511 333	456 370	38700	21 292
	Португалія	49 858	60 162	16600	8 435
	Румунія	54 609	62 976	7200	2 315
	Швеція	126 338	124 467	41700	26 640
кластер 3					
2009	Болгарія	11 699	16 876	5100	2 828
	Данія	67 382	59 602	43200	25 029
	Австрія	98 214	102 569	34700	20 469
	Словаччина	40 208	39 898	11900	5 671
	Фінляндія	45 063	43 655	34000	20 962
2010	Болгарія	15 561	19 245	5200	3 017
	Данія	72 747	62 648	43800	25 668
	Австрія	115 079	119 943	35200	21 058
	Словаччина	48 777	49 050	12400	6 117
	Фінляндія	52 439	51 899	34900	21 349
2011	Болгарія	20 265	23 407	5300	2 914
	Данія	80 362	68 724	44200	26 944
	Австрія	127 462	137 513	36100	21 463
	Словаччина	57 349	57 358	12900	6 306
	Фінляндія	56 855	60 535	35600	21 826
2012	Болгарія	20 770	25 460	5300	2 860
	Данія	82 090	71 548	44200	27 184
	Австрія	129 679	138 942	36200	21 807
	Словаччина	62 742	60 241	13100	6 927
	Фінляндія	56 878	59 517	34900	22 699
2013	Болгарія	22 272	25 829	5400	2 924
	Данія	82 905	72 728	44400	27 444
	Австрія	131 885	138 000	36000	22 073

Прод. дод. В

1	2	3	4	5	6
	Словаччина	64 566	61 543	13200	6 737
	Фінляндія	56 048	58 407	34500	23 272
2014	Болгарія	22 044	26 118	5500	3 311
	Данія	83 468	74 783	44900	27 861
	Австрія	134 173	137 001	36000	23 211
	Словаччина	65 081	61 689	13600	6 809
	Фінляндія	55 973	57 769	34100	23 702
2015	Болгарія	23 161	26 408	5700	3 332
	Данія	85 864	76 957	45300	28 364
	Австрія	137 755	140 132	36000	23 260
	Словаччина	67 998	66 289	14100	6 930
	Фінляндія	53 900	54 251	34100	23 763
кластер 4					
2009	Ірландія	83 114	44 955	36100	22 445
	Хорватія	7 516	15 218	10600	5 810
	Литва	11 797	13 123	8700	4 715
2010	Ірландія	87 875	45 467	36700	20 512
	Хорватія	8 905	15 137	10500	5 810
	Литва	15 651	17 653	9000	4 030
2011	Ірландія	90 330	47 849	36500	19 726
	Хорватія	9 582	16 281	10500	5 579
	Литва	20 151	22 826	9800	3 857
2012	Ірландія	90 888	48 855	36000	19 078
	Хорватія	9 629	16 214	10300	5 377
	Литва	23 047	24 879	10300	4 337
2013	Ірландія	87 822	54 314	36300	19 065
	Хорватія	9 531	16 581	10200	5 078
	Литва	24 545	26 208	10800	4 698
2014	Ірландія	91 792	60 721	39300	19 477
	Хорватія	10 431	17 154	10200	5 225
	Литва	24 361	25 889	11300	4 823
2015	Ірландія	110 479	66 530	49300	19 477
	Хорватія	11 671	18 558	10400	5 458
	Литва	22 984	25 397	11600	5 180
кластер 5					
2009	Естонія	6 487	7 270	10800	6 209
	Кіпр	901	5 617	23600	16 451
	Латвія	5 522	7 034	8600	5 355
	Люксембург	15 299	18 160	75800	31 764
	Мальта	2 049	3 210	15500	10 503
	Словенія	18 695	19 053	17500	11 864
2010	Естонія	8 743	9 268	11000	5 727
	Кіпр	1 058	6 464	23300	16 180
	Латвія	7 191	8 819	8500	4 488

Прод. дод. В

1	2	3	4	5	6
	Люксембург	14 180	18 713	78700	32 333
	Мальта	2 705	3 818	15900	10 435
2011	Естонія	12 003	12 543	11900	5 598
	Кіпр	1 306	6 234	22800	16 990
	Латвія	9 433	11 703	9200	4 195
	Люксембург	14 990	20 733	78500	32 538
	Мальта	3 151	4 520	16100	10 862
	Словенія	24 915	25 525	17800	11 999
2012	Естонія	12 521	14 077	12500	5 987
	Кіпр	1 354	5 678	21700	16 927
	Латвія	10 983	13 409	9700	4 450
	Люксембург	14 659	21 437	76700	32 779
	Мальта	3 308	5 135	16400	11 449
	Словенія	25 033	24 934	17300	12 122
2013	Естонія	12 289	13 899	12700	6 579
	Кіпр	1 520	4 754	20500	15 873
	Латвія	10 893	13 451	10000	4 666
	Люксембург	13 888	20 266	77900	33 301
	Мальта	2 738	4 625	17000	12 093
	Словенія	25 615	25 129	17100	11 852
2014	Естонія	12 083	13 775	13100	7 217
	Кіпр	1 364	5 089	20400	14 400
	Латвія	10 957	13 285	10300	5 203
	Люксембург	14 485	20 099	79600	34 320
	Мальта	2 206	5 132	18200	12 787
	Словенія	27 075	25 551	17600	11 909
2015	Естонія	11 627	13 074	13300	7 889
	Кіпр	1 648	5 016	20800	13 793
	Латвія	10 865	12 900	10700	5 828
	Люксембург	15 556	20 878	80800	35 270
	Мальта	2 325	5 220	19400	13 493
	Словенія	28 820	26 789	18000	12 332

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2008 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	284 492,0	282 125,5	17 985	4 530,50	10 666 866	:	:	8	6,8	3 498 062	1 907 680
Болгарія	19 546,2	26 896,2	2 171	3 814,65	7 518 002	:	:	1	3,6	199 398	332 707
Чехія	101 992,4	98 501,8	6 068	5 073,97	10 343 422	51 478	108 267	9	14,1	295 613	1 027 133
Данія	130 896,0	122 383,1	24 161	2 898,00	5 475 791	38 356	57 357	12	10,7	208 554	837 530
Німеччина	1 115 342,0	960 679,0	18 309	40 805,00	82 217 837	737 889	682 146	11	12,4	8 194 966	8 311 982
Естонія	11 033,1	11 682,0	5 547	658,10	1 338 440	4 406	3 671	3	7,5	16 487	266 689
Ірландія	157 941,9	141 784,8	22 995	2 128,43	4 457 765	65 934	82 592	6	24,3	74 546	301 840
Греція	56 532,8	87 039,5	10 800	4 856,36	11 060 937	43 044	66 529	3	4,9	599 627	113 132
Іспанія	284 308,0	336 850,0	13 966	21 328,90	45 668 939	288 432	599 075	6	4,2	3 057 041	582 773
Франція	560 245,0	583 323,0	18 899	27 480,00	64 007 193	239 796	296 608	12	17,6	1 984 013	4 140 858
Хорватія	17 472,0	22 384,7	5 810	1 779,87	4 311 967	10 638	16 883	2	6,7	15 107	193 281
Італія	439 931,5	452 498,0	15 640	25 016,70	58 652 875	80 947	534 712	4	5,9	3 813 867	1 005 086
Кіпр	9 520,3	11 946,4	16 024	406,31	776 333	:	21 060	2	19,1	59	39 509
Латвія	9 630,5	12 776,3	4 740	1 057,37	2 191 810	27 045	4 678	7	4,6	132 008	178 444
Литва	18 682,3	22 465,7	4 111	1 429,02	3 212 605	25 750	9 297	2	6,5	41 515	227 962
Люксембург	71 343,1	59 652,1	30 917	212,55	483 799	10 058	17 758	13	35,6	1 143 444	128 949
Угорщина	85 788,9	85 403,5	4 400	3 848,31	10 045 401	9 591	37 652	6	20,2	165 008	354 002
Мальта	9 099,7	9 114,9	10 009	160,94	407 832	3 719	6 043	6	38,3	399	10 416
Нідерланди	451 703,0	396 514,0	19 522	8 777,00	16 405 399	90 067	143 516	13	16,2	2 391 378	4 188 632
Австрія	156 424,9	143 428,7	19 413	4 073,69	8 307 989	51 563	73 772	9	10,8	1 288 169	775 371
Польща	138 625,6	157 082,9	4 155	15 800,00	38 115 641	:	15 275	6	4,3	343 231	1 066 611
Португалія	55 989,5	73 100,2	8 143	5 132,46	10 553 339	20 357	29 718	4	6,3	412 859	296 944
Румунія	38 341,3	57 198,9	1 952	9 664,20	20 635 460	302 796	138 929	1	5,4	26 039	810 725
Словенія	25 149,8	25 948,1	10 893	996,21	2 010 269	12 109	30 693	6	5,2	368 150	167 378
Словаччина	52 976,3	54 149,4	4 792	2 433,75	5 376 064	1 705	8 765	9	5,2	237 846	435 676
Фінляндія	87 225,0	80 201,0	19 794	2 562,70	5 300 484	13 657	29 114	18	17,3	952 544	255 666
Швеція	173 717,7	155 091,6	20 217	4 593,00	9 182 927	45 294	101 171	15	13,2	761 968	914 386
Великобританія	538 897,1	581 851,9	18 923	29 628,00	61 571 647	427 207	590 242	8	15,4	2 377 101	5 527 250

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2009 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	238 491,1	230 654,0	19 313	4 524,00	10 753 080	:	:	11	8,8	2 055 368	1 389 245
Болгарія	15 797,3	18 886,1	2 828	3 749,30	7 467 119	:	:	1	4,6	113 689	245 803
Чехія	87 253,0	81 490,3	7 295	4 996,69	10 425 783	61 782	75 620	12	15,2	182 665	780 926
Данія	108 992,3	98 591,4	25 029	2 813,00	5 511 451	39 899	51 800	14	12,3	89 636	547 586
Німеччина	932 310,0	809 752,0	18 586	40 845,00	82 002 356	286 582	346 216	11	14,0	4 602 996	5 001 567
Естонія	8 601,3	7 899,8	6 209	596,10	1 335 740	4 658	3 884	5	6,9	7 302	108 374
Ірландія	158 596,1	135 675,7	22 445	1 961,68	4 521 322	69 672	50 604	8	22,1	55 326	186 863
Греція	45 089,2	68 318,8	11 496	4 829,00	11 094 745	43 686	58 613	2	7,7	281 609	101 651
Іспанія	246 604,0	255 923,0	14 795	19 996,10	46 239 273	380 121	392 962	7	4,8	1 477 720	525 806
Франція	480 921,0	496 245,0	19 644	27 180,00	64 350 226	264 631	296 970	12	19,7	1 011 307	2 480 324
Хорватія	14 719,7	17 249,8	5 810	1 766,55	4 309 796	12 355	13 213	4	7,6	7 196	107 686
Італія	353 292,1	363 078,0	15 605	24 569,30	59 000 586	80 597	442 940	5	6,8	1 801 969	791 450
Кіпр	9 099,1	10 097,6	16 451	406,44	796 930	4 797	22 581	3	20,1	216	31 854
Латвія	7 987,8	8 291,6	5 355	910,28	2 162 834	38 208	3 731	10	5,3	49 772	88 372
Литва	13 989,7	14 442,3	4 715	1 318,32	3 183 856	38 500	6 487	2	5,8	17 269	104 714
Люксембург	60 667,2	48 773,2	31 764	214,97	493 500	9 168	15 751	12	41,9	510 701	39 672
Угорщина	70 220,3	66 415,5	4 739	3 747,83	10 030 975	10 483	27 894	7	22,2	81 655	213 380
Мальта	9 068,9	9 161,2	10 503	161,00	410 926	3 868	6 161	7	35,2	249	8 214
Нідерланди	388 883,0	341 492,0	20 156	8 711,00	16 485 787	92 825	122 917	14	18,4	1 646 591	3 009 109
Австрія	130 217,3	120 560,3	20 469	4 051,00	8 335 003	53 244	69 295	10	11,7	819 451	509 164
Польща	117 905,5	120 623,0	5 097	15 868,00	38 135 876	229 320	189 166	5	5,7	263 933	615 116
Португалія	47 877,7	59 990,6	8 282	4 984,41	10 563 014	16 899	32 307	3	3,7	226 087	206 554
Румунія	32 585,2	40 630,9	2 172	9 520,62	20 440 290	246 626	135 844	0	8,2	10 700	653 433
Словенія	20 761,1	20 251,1	11 864	982,86	2 032 362	18 788	30 296	10	5,5	209 461	132 743
Словаччина	43 608,1	43 716,1	5 671	2 365,80	5 382 401	1 979	6 346	12	5,9	188 944	182 482
Фінляндія	65 576,0	61 871,0	20 962	2 501,00	5 326 314	12 151	26 699	17	13,9	529 636	181 906
Швеція	136 545,8	120 561,5	20 477	4 498,70	9 256 347	39 240	102 280	18	14,6	641 716	631 357
Великобританія	458 100,4	485 991,2	16 262	29 154,00	62 042 343	368 177	566 514	8	19,0	1 251 507	4 362 735

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2010 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	275 442,0	269 259,7	19 464	4 553,20	10 839 905	66 013	135 281	12	8,4	3 725 418	2 198 050
Болгарія	19 183,7	20 273,0	3 017	3 603,89	7 421 766	:	:	2	4,1	263 571	525 505
Чехія	103 480,3	98 634,6	7 058	4 986,67	10 462 088	61 069	48 317	13	16,1	299 207	1 319 220
Данія	122 854,3	105 964,3	25 668	2 747,00	5 534 738	41 456	52 236	14	9,3	110 701	800 391
Німеччина	1 091 549,0	956 602,0	18 797	40 983,00	81 802 257	252 456	404 055	11	14,0	8 322 554	8 712 453
Естонія	11 063,1	10 116,7	5 727	570,20	1 333 290	5 294	2 810	4	10,4	12 235	217 554
Ірландія	172 796,6	144 924,8	20 512	1 875,79	4 549 428	78 099	52 339	9	19,5	75 569	298 367
Греція	49 957,9	69 452,4	11 963	4 705,48	11 119 289	62 041	60 462	4	5,6	413 086	193 651
Іспанія	278 386,0	289 380,0	14 605	19 655,90	46 486 619	403 377	360 705	7	4,8	2 529 673	1 331 009
Франція	534 504,0	560 267,0	19 960	27 215,00	64 658 856	269 531	307 111	14	20,4	1 603 497	4 348 628
Хорватія	16 320,3	17 151,4	5 810	1 699,97	4 302 847	13 017	8 846	5	7,0	21 620	206 207
Італія	404 013,0	433 952,0	15 964	24 406,80	59 190 143	78 771	458 856	5	6,5	3 491 062	1 270 432
Кіпр	9 778,7	11 397,8	16 180	408,27	819 140	4 293	20 206	4	19,3	394	55 236
Латвія	9 544,9	9 807,2	4 488	853,04	2 120 504	39 651	4 011	9	4,8	137 866	168 899
Литва	17 925,5	18 486,9	4 030	1 247,76	3 141 976	83 157	5 213	4	6,0	43 315	190 778
Люксембург	70 119,6	56 907,2	32 333	218,33	502 066	9 302	16 962	13	30,7	973 181	54 802
Угорщина	80 922,1	75 679,2	4 241	3 732,38	10 014 324	13 365	25 519	8	21,8	147 393	457 818
Мальта	10 114,1	10 174,2	10 435	163,79	414 027	4 201	4 275	6	32,9	351	12 934
Нідерланди	446 176,0	394 496,0	20 292	8 650,00	16 574 989	95 970	126 776	15	18,6	2 824 455	5 025 465
Австрія	151 683,0	141 313,2	21 058	4 074,73	8 351 643	51 651	70 978	11	11,8	1 346 154	870 198
Польща	144 921,0	152 150,1	4 405	15 473,00	38 022 869	218 126	155 131	9	6,0	387 633	1 112 779
Португалія	54 007,7	67 738,4	8 678	4 914,08	10 573 479	23 760	27 575	5	3,0	300 354	397 925
Румунія	40 630,8	48 704,9	2 036	9 487,96	20 294 683	197 985	149 885	1	9,8	113 782	985 212
Словенія	23 372,8	22 988,0	11 736	964,65	2 046 976	15 937	15 416	10	5,3	456 236	271 542
Словаччина	52 647,4	52 858,6	6 117	2 317,50	5 390 410	1 889	5 272	15	6,6	332 746	387 559
Фінляндія	72 274,0	69 707,0	21 349	2 483,80	5 351 427	11 905	25 636	18	10,0	1 151 963	260 492
Швеція	167 448,2	149 168,4	18 897	4 523,70	9 340 682	48 853	98 801	16	14,5	953 324	882 943
Великобританія	528 007,6	565 287,2	17 106	29 227,00	62 510 197	339 306	590 950	7	17,7	1 981 453	7 326 515

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2011 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y ₁	Імпорт товарів і послуг Y ₂	Середній дохід населення, євро, X ₁	Загальна національна концепція зайнятості, X ₂	Чисельність населення X ₃	Еміграція населення X ₄	Імміграція населення X ₅	Онлайн- купівля продукції (%), X ₆	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X ₇	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X ₈	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X ₉
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	303 396,1	303 768,3	20 008	4 614,30	11 000 638	84 148	147 377	12	7,7	4 219 039	2 674 699
Болгарія	24 390,8	24 235,5	2 914	3 524,55	7 369 431	:	:	2	3,7	384 019	771 785
Чехія	116 972,6	110 690,9	7 451	4 992,33	10 486 731	55 910	27 114	14	16,4	470 251	1 432 743
Данія	133 409,3	117 558,6	26 944	2 747,00	5 560 628	41 593	52 833	13	9,3	135 044	950 232
Німеччина	1 213 641,0	1 081 437,0	19 043	41 534,00	80 222 065	249 045	489 422	10	13,5	10 342 858	10 293 473
Естонія	14 443,1	13 473,3	5 598	605,50	1 329 660	6 214	3 709	5	14,8	14 313	267 708
Ірландія	177 303,1	145 142,7	19 726	1 840,00	4 570 881	83 049	57 292	9	21,2	94 549	358 408
Греція	52 865,7	66 889,4	10 985	4 381,82	11 123 392	92 404	60 089	5	4,6	542 013	219 331
Іспанія	314 182,0	311 238,0	13 929	19 128,30	46 667 174	409 034	371 331	8	4,8	3 454 252	1 835 573
Франція	585 016,0	625 111,0	19 995	27 424,00	64 978 721	291 594	319 816	13	18,7	2 041 253	5 093 866
Хорватія	17 408,5	18 305,0	5 579	1 634,51	4 289 857	12 699	8 534	6	5,8	30 998	283 309
Італія	443 061,3	466 153,7	15 971	24 458,10	59 364 690	82 461	385 793	5	6,4	4 700 209	1 350 087
Кіпр	10 593,7	11 351,5	16 990	408,18	839 751	4 895	23 037	5	14,8	168	86 609
Латвія	11 680,3	12 685,9	4 195	863,69	2 074 605	30 311	10 234	10	6,7	152 876	284 358
Литва	22 824,3	23 665,2	3 857	1 253,60	3 052 588	53 863	15 685	5	5,6	77 101	281 936
Люксембург	76 828,6	62 787,3	32 538	224,15	511 840	9 264	20 268	13	25,8	1 100 289	64 616
Угорщина	87 930,1	81 717,8	4 493	3 759,02	9 985 722	15 100	28 018	10	20,9	202 696	733 103
Мальта	10 965,1	10 811,4	10 862	168,62	414 989	3 806	5 465	10	30,1	286	19 297
Нідерланди	491 041,0	435 537,0	20 310	8 717,00	16 655 799	104 201	130 118	15	17,3	3 228 941	5 867 971
Австрія	167 310,3	158 643,6	21 463	4 127,05	8 375 164	51 197	82 230	9	11,2	1 477 863	864 373
Польща	161 842,9	169 281,9	5 025	15 563,00	38 062 718	265 798	157 059	10	5,1	511 248	1 326 997
Португалія	60 673,7	68 051,8	8 410	4 802,20	10 572 721	43 998	19 667	8	3,1	458 156	452 902
Румунія	48 854,0	56 516,6	2 091	9 364,74	20 199 059	195 551	147 685	2	8,8	151 885	1 088 209
Словенія	26 032,6	25 581,8	11 999	950,60	2 050 189	12 024	14 083	11	5,3	492 068	323 311
Словаччина	60 542,9	60 040,7	6 306	2 315,31	5 392 446	1 863	4 829	14	6,6	316 214	448 477
Фінляндія	77 022,0	78 564,0	21 826	2 515,50	5 375 276	12 660	29 481	16	8,0	1 155 221	334 007
Швеція	186 949,1	168 724,9	21 584	4 625,90	9 415 570	51 179	96 467	17	13,8	1 095 848	1 170 100
Великобританія	587 124,9	604 429,2	17 136	29 374,00	63 022 532	350 703	566 044	7	16,4	2 525 271	8 125 789

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2012 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	310 501,8	310 258,7	20 280	4 634,60	11 075 889	93 600	129 477	12	8,6	4 034 444	2 632 501
Болгарія	25 503,6	26 842,8	2 860	3 436,39	7 327 224	16 615	14 103	4	3,8	397 507	394 331
Чехія	122 964,7	115 211,5	7 791	5 011,82	10 505 445	46 106	34 337	15	16,1	506 490	1 345 815
Данія	139 077,2	123 751,6	27 184	2 730,00	5 580 516	43 663	54 409	13	9,3	139 757	835 838
Німеччина	1 271 274,0	1 103 805,0	19 595	42 006,00	80 327 900	240 001	592 175	9	14,2	10 075 690	10 000 909
Естонія	15 445,6	15 148,9	5 987	618,70	1 325 217	6 321	2 639	7	14,1	84 699	293 350
Ірландія	183 012,7	152 398,6	19 648	1 832,47	4 589 287	81 797	61 324	10	21,7	82 561	329 113
Греція	54 844,9	63 353,1	9 513	4 105,22	11 086 406	124 694	58 200	5	3,2	453 741	260 770
Іспанія	324 335,0	303 041,0	13 868	18 371,82	46 818 219	446 606	304 053	9	5,0	3 486 944	2 200 567
Франція	609 994,0	637 065,0	20 603	27 525,00	65 276 983	255 922	327 431	15	20,0	1 779 090	4 795 782
Хорватія	17 367,7	18 115,9	5 377	1 575,51	4 275 984	12 877	8 959	7	7,2	14 684	297 382
Італія	460 980,7	443 051,6	15 979	24 384,70	59 394 207	106 216	350 772	6	6,4	4 448 548	1 603 689
Кіпр	10 753,1	11 125,1	16 927	394,85	862 011	18 105	17 476	4	11,7	216	86 477
Латвія	13 523,9	14 504,8	4 450	878,76	2 044 813	25 163	13 303	10	6,4	336 340	223 463
Литва	26 135,6	25 931,8	4 337	1 276,00	3 003 641	41 100	19 843	6	5,8	78 018	299 366
Люксембург	82 244,5	68 558,0	32 779	229,63	524 853	10 442	20 478	10	26,7	933 049	54 877
Угорщина	86 092,1	79 336,1	4 696	3 827,21	9 931 925	22 880	33 702	10	17,3	171 707	747 720
Мальта	11 845,0	11 512,2	11 449	172,83	417 546	4 005	8 256	7	29,6	620	19 477
Нідерланди	519 130,0	455 542,0	20 562	8 701,00	16 730 348	110 431	124 566	13	18,8	2 922 807	5 670 513
Австрія	171 988,8	163 081,9	21 807	4 158,08	8 408 121	51 812	91 557	10	12,8	1 423 971	861 050
Польща	173 053,0	174 767,4	5 060	15 591,00	38 063 792	275 603	217 546	10	6,0	646 890	1 285 368
Португалія	63 578,7	64 411,5	8 323	4 608,59	10 542 398	51 958	14 606	9	3,3	423 949	418 221
Румунія	49 808,9	56 632,1	2 049	8 814,54	20 095 996	170 186	167 266	2	6,3	149 174	916 602
Словенія	26 425,6	25 193,4	12 122	944,69	2 055 496	14 378	15 022	12	5,2	466 368	367 702
Словаччина	66 896,6	62 840,9	6 927	2 328,96	5 404 322	2 003	5 419	15	8,2	413 028	415 422
Фінляндія	78 019,0	81 143,0	22 699	2 537,60	5 401 267	13 845	31 278	18	7,3	79 149	353 312
Швеція	193 832,6	174 302,0	23 852	4 657,10	9 482 855	51 747	103 059	16	12,8	1 060 435	1 154 685
Великобританія	632 986,8	657 740,5	19 166	29 694,00	63 495 303	321 217	498 040	8	17,4	2 221 507	7 649 834

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2013 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	311 649,5	308 514,9	21 483	4 618,90	11 137 974	102 657	120 078	12	8,7	3 546 474	2 288 156
Болгарія	27 156,7	27 343,5	2 924	3 421,58	7 284 552	19 678	18 570	4	4,0	315 133	254 097
Чехія	121 257,5	112 165,7	7 694	5 036,56	10 516 125	25 894	30 124	15	15,1	452 651	1 102 213
Данія	141 865,6	124 769,1	27 444	2 732,00	5 602 628	43 310	60 312	12	9,3	125 314	697 583
Німеччина	1 276 878,0	1 114 987,0	19 582	42 257,00	80 523 746	259 328	692 713	9	14,3	8 912 333	8 260 640
Естонія	15 992,5	15 485,0	6 579	624,10	1 320 174	6 740	4 109	7	14,9	65 630	218 450
Ірландія	186 244,3	152 455,9	19 856	1 889,60	4 609 779	76 560	65 539	9	20,9	78 699	286 724
Греція	54 834,8	59 915,3	8 371	3 997,71	11 003 615	117 094	57 946	7	2,7	325 005	188 472
Іспанія	336 333,0	296 245,0	13 524	17 911,19	46 727 890	532 303	280 772	9	5,4	3 031 665	1 275 134
Франція	621 707,0	643 611,0	20 924	27 586,00	65 600 350	239 813	338 752	14	20,4	1 526 400	4 177 230
Хорватія	17 671,2	18 612,6	5 078	1 533,99	4 262 140	15 262	10 378	8	7,9	28 106	253 498
Італія	461 783,0	423 094,6	15 733	23 576,90	59 685 227	125 735	307 454	6	6,6	3 854 022	1 282 604
Кіпр	11 041,8	10 757,4	15 873	371,41	865 878	25 227	13 149	5	18,1	442	54 588
Латвія	13 766,8	14 577,2	4 666	897,31	2 023 825	22 561	8 299	10	8,0	139 213	186 952
Литва	27 565,1	27 056,9	4 698	1 293,17	2 971 905	38 818	22 011	7	5,8	71 354	262 541
Люксембург	88 641,5	73 754,5	33 301	234,22	537 039	10 750	21 098	11	21,9	908 323	66 042
Угорщина	87 323,8	80 190,1	4 449	3 892,76	9 908 798	34 691	38 968	12	16,3	150 834	640 772
Мальта	12 001,8	11 522,1	12 043	179,28	422 509	4 778	10 897	8	28,5	469	15 286
Нідерланди	527 581,0	460 137,0	20 839	8 601,00	16 779 575	112 625	129 428	14	17,7	2 255 875	4 196 384
Австрія	173 101,8	163 979,9	22 073	4 156,13	8 451 860	54 071	101 866	8	14,2	1 172 152	759 092
Польща	182 840,0	175 151,4	5 164	15 568,00	38 062 535	276 446	220 311	9	6,7	690 670	1 237 153
Португалія	67 526,0	65 653,0	8 177	4 484,76	10 487 289	53 786	17 554	10	3,4	442 824	346 368
Румунія	57 338,2	58 457,2	2 016	8 723,56	20 020 074	161 755	153 646	4	5,6	157 304	787 533
Словенія	27 055,1	25 350,3	11 852	934,71	2 058 821	13 384	13 871	11	5,5	415 182	316 951
Словаччина	69 607,6	65 441,2	6 737	2 329,25	5 410 836	2 770	5 149	15	9,6	310 169	403 887
Фінляндія	77 678,0	79 841,0	23 272	2 519,60	5 426 674	13 893	31 941	17	6,2	72 404	314 659
Швеція	188 414,5	170 817,8	25 401	4 704,70	9 555 893	50 715	115 845	15	13,0	894 946	882 186
Великобританія	628 533,1	655 322,3	18 694	30 042,00	63 905 297	316 934	526 046	6	15,5	2 055 851	5 964 065

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2014 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	321 600,7	318 300,9	21 705	4 637,90	11 180 840	94 573	123 158	13	9,6	3 491 371	2 462 184
Болгарія	27 795,2	28 215,0	3 311	3 434,17	7 245 677	28 727	26 615	7	3,9	323 956	179 194
Чехія	129 316,1	119 345,5	7 622	5 094,54	10 512 419	28 468	29 897	17	15,3	417 168	1 153 475
Данія	145 138,2	126 635,3	27 861	2 756,00	5 627 235	44 426	68 388	11	9,8	116 266	840 696
Німеччина	1 335 472,0	1 141 722,0	19 733	42 607,00	80 767 463	324 221	884 893	9	14,3	8 627 670	8 353 458
Естонія	16 412,6	15 713,0	7 217	627,70	1 315 819	4 637	3 904	12	16,3	46 863	186 394
Ірландія	214 349,7	179 164,3	20 169	1 941,07	4 637 852	71 107	73 519	7	20,9	80 769	292 302
Греція	57 836,5	62 130,3	7 680	4 034,84	10 926 807	106 804	59 013	6	3,7	351 548	143 667
Іспанія	345 593,0	313 601,0	13 269	18 087,35	46 512 199	400 430	305 454	10	5,2	2 820 738	1 035 292
Франція	637 764,0	662 388,0	21 199	27 742,00	65 942 267	308 775	340 383	13	20,8	1 557 951	4 148 490
Хорватія	18 793,0	18 958,2	5 225	1 575,00	4 246 809	20 858	10 638	6	6,6	46 742	207 113
Італія	473 718,7	426 596,5	15 759	23 848,20	60 782 668	136 328	277 631	7	6,7	3 911 824	1 162 129
Кіпр	11 508,6	11 345,1	14 400	364,48	858 000	24 038	9 212	4	5,2	440	44 426
Латвія	14 476,9	14 958,4	5 203	888,18	2 001 468	19 017	10 365	10	9,7	97 764	187 788
Литва	26 437,5	25 772,0	4 823	1 319,30	2 943 472	36 621	24 294	7	6,6	78 831	302 523
Люксембург	105 930,4	89 782,3	34 320	239,63	549 680	11 283	22 332	12	19,6	876 660	92 502
Угорщина	92 580,7	85 859,8	4 512	4 100,84	9 877 365	42 213	54 581	12	14,5	151 449	553 128
Мальта	12 664,5	11 614,5	12 808	188,51	429 424	5 108	14 454	6	28,7	307	15 860
Нідерланди	541 129,0	466 572,0	20 891	8 595,00	16 829 289	112 900	145 323	12	18,6	2 215 090	4 131 652
Австрія	177 855,3	166 962,7	23 211	4 178,71	8 507 786	53 491	116 262	10	14,4	1 603 988	905 149
Польща	195 585,9	189 661,4	5 336	15 862,00	38 017 856	268 299	222 275	10	7,9	793 044	1 297 114
Португалія	69 595,2	69 336,3	8 229	4 550,55	10 427 301	49 572	19 516	9	3,6	465 679	329 422
Румунія	61 934,8	62 596,5	2 155	8 779,24	19 947 311	172 871	136 035	4	6,4	151 050	588 868
Словенія	28 659,2	26 117,4	11 909	938,51	2 061 085	14 336	13 846	11	5,4	461 269	339 149
Словаччина	69 788,1	66 114,1	6 809	2 363,05	5 415 949	3 644	5 357	17	9,9	258 385	371 876
Фінляндія	75 479,0	77 858,0	23 702	2 507,50	5 451 270	15 486	31 507	16	6,7	116 538	292 320
Швеція	190 635,6	175 463,0	25 838	4 772,30	9 644 864	51 237	126 966	13	12,9	742 467	904 115
Великобританія	658 336,2	690 541,1	20 528	30 752,00	64 351 155	319 086	631 991	6	15,6	2 177 928	5 527 300

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2015 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	324 215,7	318 306,8	21 654	4 677,70	11 237 274	89 794	146 626	13	10,2	2 991 164	2 102 452
Болгарія	29 228,3	28 791,5	3 332	3 446,21	7 202 198	29 470	25 223	7	4,4	316 101	133 373
Чехія	136 546,4	126 440,2	7 423	5 167,11	10 538 275	25 684	29 602	19	15,5	364 387	991 230
Данія	151 301,4	132 768,6	28 364	2 795,00	5 659 715	44 625	78 492	12	10,7	90 182	645 262
Німеччина	1 419 545,0	1 190 410,0	20 668	42 993,00	81 197 537	347 162	1 543 848	9	14,9	8 163 980	7 508 063
Естонія	15 976,0	15 164,4	7 889	643,40	1 314 870	13 003	15 413	13	15,5	32 447	136 052
Ірландія	320 564,9	244 886,1	21 629	2 005,43	4 677 627	67 160	80 792	8	24,4	70 752	260 504
Греція	55 930,8	55 839,7	7 520	4 064,04	10 858 018	109 351	64 446	8	4,6	300 281	119 883
Іспанія	362 356,0	329 593,0	13 352	18 569,25	46 449 565	343 875	342 114	10	5,5	2 938 811	1 010 944
Франція	672 558,0	685 011,0	21 415	27 810,00	66 456 279	295 911	364 221	15	21,7	1 654 283	3 535 909
Хорватія	20 693,0	20 595,0	5 453	1 594,59	4 225 316	29 651	11 706	5	7,1	42 333	216 693
Італія	491 905,0	442 016,1	15 846	24 003,70	60 795 612	146 955	280 078	8	7,0	3 824 550	1 336 785
Кіпр	12 537,0	12 069,1	13 793	369,77	847 008	17 183	15 183	5	10,9	572	35 108
Латвія	14 831,5	15 053,4	5 828	902,13	1 986 096	20 119	9 479	11	11,0	70 424	160 082
Литва	25 685,5	26 057,8	5 180	1 335,67	2 921 262	44 533	22 130	10	7,6	84 300	258 600
Люксембург	115 167,8	97 449,2	35 270	244,67	562 958	12 644	23 803	14	19,8	737 248	72 493
Угорщина	98 722,0	89 759,1	4 556	4 210,50	9 855 571	43 225	58 344	13	15,4	145 650	468 915
Мальта	14 850,8	13 921,3	13 551	195,93	439 691	7 095	16 936	7	24,1	502	15 442
Нідерланди	570 353,0	518 594,0	21 292	8 674,00	16 900 726	112 330	166 872	12	20,4	2 102 695	4 078 794
Австрія	182 769,3	169 856,4	23 260	4 201,00	8 584 926	56 689	166 323	11	14,2	1 454 988	798 383
Польща	212 966,9	199 659,2	5 556	16 084,00	38 005 614	258 837	218 147	13	8,5	921 756	1 172 444
Португалія	72 990,7	71 662,0	8 435	4 604,86	10 374 822	40 377	29 896	8	3,8	396 904	305 841
Румунія	65 751,0	66 747,2	2 315	8 671,10	19 870 647	194 718	132 795	3	7,3	163 258	346 379
Словенія	29 974,3	26 865,5	12 332	941,42	2 062 874	14 913	15 420	11	5,9	441 255	299 713
Словаччина	73 395,8	70 943,3	6 930	2 424,00	5 421 349	3 870	6 997	15	10,0	195 390	334 223
Фінляндія	74 845,0	76 047,0	23 763	2 504,10	5 471 753	16 305	28 746	20	7,0	86 482	266 983
Швеція	201 180,8	182 929,1	25 306	4 837,20	9 747 355	55 830	134 240	15	13,5	770 485	774 418
Великобританія	730 256,0	766 707,5	21 028	31 281,00	64 875 165	299 183	631 452	6	16,7	1 763 337	4 923 226

**Числові значення змінних для побудови регресійної лінійної моделі
за 2016 р.**

Країна	Експорт товарів і послуг Y_1	Імпорт товарів і послуг Y_2	Середній дохід населення, євро, X_1	Загальна національна концепція зайнятості, X_2	Чисельність населення X_3	Еміграція населення X_4	Імміграція населення X_5	Онлайн- купівля продукції (%), X_6	Експорт високо- техноло- гічної продукції (%), X_7	Експорт вторинної сировини (тис. євро), X_8	Імпорт вторинної сировини (тис. євро), X_9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бельгія	341 615,1	336 479,0	22 295	4 735,40	11 311 117	92 471	123 702	10	10,0	3 437 712	2 010 563
Болгарія	31 151,6	28 743,6	3 151	3 463,35	7 153 784	30 570	21 241	6	5,1	238 023	129 490
Чехія	140 312,3	126 702,6	7 838	5 248,68	10 553 843	38 864	64 083	18	15,0	381 043	951 555
Данія	151 254,1	132 333,5	28 665	2 837,00	5 707 251	52 654	74 383	10	10,6	85 163	662 239
Німеччина	1 442 413,0	1 211 642,0	21 275	43 550,00	82 175 684	533 762	1 029 852	10	15,2	7 452 935	6 775 115
Естонія	16 802,5	15 954,4	8 645	647,30	1 315 944	13 792	14 822	11	15,6	49 137	159 105
Ірландія	328 235,4	285 882,0	22 544	2 078,14	4 726 286	62 056	85 185	18	28,7	63 110	243 807
Греція	53 058,9	54 317,3	7 500	4 083,03	10 783 748	106 535	116 867	8	5,0	298 805	121 450
Іспанія	377 370,0	332 955,0	13 681	19 043,81	46 440 099	327 325	414 746	9	5,8	2 616 783	931 741
Франція	675 769,0	689 287,0	21 713	28 019,00	66 730 453	309 805	378 115	13	21,7	1 199 901	3 211 303
Хорватія	22 204,5	21 683,6	5 726	1 599,19	4 190 669	36 436	13 985	8	9,7	39 342	158 488
Італія	497 338,5	441 578,0	16 247	24 318,70	60 665 551	157 065	300 823	9	7,1	3 362 988	1 315 849
Кіпр	13 352,6	13 031,6	14 020	381,92	848 319	14 892	17 391	7	6,9	362	32 295
Латвія	15 144,3	14 898,0	6 365	899,95	1 968 957	20 574	8 345	13	10,2	50 268	129 979
Литва	26 283,9	25 980,8	5 645	1 362,11	2 888 558	50 333	20 162	9	7,8	82 127	251 750
Люксембург	116 886,8	97 458,9	33 818	250,25	576 249	13 442	22 888	10	15,3	663 953	56 361
Угорщина	100 450,4	90 367,5	4 768	4 351,64	9 830 485	39 889	53 618	12	15,9	168 603	441 977
Мальта	15 716,4	14 292,1	13 617	204,12	450 415	8 303	17 051	7	18,5	295	12 038
Нідерланди	563 377,0	491 044,0	22 733	8 766,00	16 979 120	111 477	189 232	11	21,0	2 101 809	3 836 802
Австрія	187 407,6	173 710,5	23 694	4 249,82	8 700 471	64 428	129 509	10	13,9	1 313 243	759 270
Польща	222 634,5	205 417,4	5 884	16 197,00	37 967 209	236 441	208 302	11	8,5	837 931	1 169 455
Португалія	74 989,1	72 849,3	8 782	4 673,69	10 341 330	38 273	29 925	8	4,4	348 466	303 320
Румунія	70 177,6	71 756,8	2 448	8 579,20	19 760 314	207 578	137 455	4	8,3	176 348	303 692
Словенія	31 474,4	28 024,2	12 327	967,87	2 064 188	15 572	16 623	11	5,7	403 734	269 126
Словаччина	75 955,3	73 565,2	6 951	2 492,12	5 426 252	3 801	7 686	15	9,7	190 624	327 576
Фінляндія	75 719,0	78 498,0	23 650	2 515,50	5 487 308	18 082	34 905	20	6,8	63 683	252 821
Швеція	201 723,5	184 665,0	25 164	4 910,10	9 851 017	45 878	163 005	13	13,4	680 655	800 800
Великобританія	692 511,1	731 954,4	21 136	31 726,00	65 382 556	340 440	588 993	5	18,4	1 823 663	4 983 243

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2008 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	2 366,5	1	73	47 026,5	40 570,8
Болгарія	-7 350,0	0	36	6 316,6	6 127,2
Чехія	3 490,6	1	52	17 003,2	16 344,7
Данія	8 512,9	1	93	40 275,3	35 783,8
Німеччина	154 663,0	1	79	279 142,0	263 381,0
Естонія	-648,9	0	66	2 023,2	1 894,1
Ірландія	16 157,1	1	77	22 803,9	20 609,8
Греція	-30 506,7	0	47	30 720,0	28 640,0
Іспанія	-52 542,0	0	65	106 093,0	93 724,0
Франція	-23 078,0	0	69	295 410,0	212 546,0
Хорватія	-4 912,7	0	44	8 553,4	8 096,1
Італія	-12 566,5	0	48	223 611,0	172 606,0
Кіпр	-2 426,1	0	64	3 167,8	2 664,1
Латвія	-3 145,8	0	50	2 675,9	2 506,1
Литва	-3 783,4	0	46	3 886,1	3 701,2
Люксембург	11 691,0	1	83	4 741,3	4 130,8
Угорщина	385,4	1	51	17 045,2	16 127,2
Мальта	-15,2	0	58	858,1	829,5
Нідерланди	55 189,0	1	89	75 614,0	69 513,0
Австрія	12 996,2	1	81	41 117,3	32 022,1
Польща	-18 457,3	0	46	53 179,9	47 743,8
Португалія	-17 110,7	0	61	25 207,3	23 479,1
Румунія	-18 857,6	0	38	16 681,8	15 905,7
Словенія	-798,3	0	67	5 363,8	4 772,0
Словаччина	-1 173,1	0	50	7 074,9	6 534,6
Фінляндія	7 024,0	1	90	24 267,0	24 071,0
Швеція	18 626,1	1	93	79 659,2	42 862,6
Великобританія	-42 954,8	0	77	227 033,2	197 492,1

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2009 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	7 837,1	1	71	46 124,3	39 477,4
Болгарія	-3 088,8	0	38	5 380,4	5 184,1
Чехія	5 762,7	1	49	16 290,2	15 683,4
Данія	10 400,9	1	93	38 202,9	33 563,8
Німеччина	122 558,0	1	80	279 789,0	263 632,0
Естонія	701,5	1	66	2 075,2	1 965,0
Ірландія	22 920,4	1	80	18 577,5	16 499,0
Греція	-23 229,6	0	38	28 080,3	25 674,3
Іспанія	-9 319,0	0	61	87 546,0	74 307,0
Франція	-15 324,0	0	69	290 999,0	203 123,0
Хорватія	-2 530,1	0	41	7 650,3	7 199,2
Італія	-9 785,9	0	43	212 668,0	166 993,0
Кіпр	-998,5	0	66	2 680,3	2 293,9
Латвія	-303,8	0	45	2 126,6	1 965,6
Литва	-452,6	0	49	3 173,9	2 996,2
Люксембург	11 894,0	1	82	4 623,5	4 061,1
Угорщина	3 804,8	1	51	15 609,7	14 710,4
Мальта	-92,3	0	52	831,1	798,2
Нідерланди	47 391,0	1	89	71 193,0	64 714,0
Австрія	9 657,0	1	79	41 483,3	32 046,6
Польща	-2 717,5	0	50	41 046,1	36 392,7
Португалія	-12 112,9	0	58	22 112,1	20 425,1
Румунія	-8 045,7	0	38	12 927,5	12 247,4
Словенія	510,0	1	66	4 967,0	4 601,1
Словаччина	-108,0	0	45	6 846,4	6 283,2
Фінляндія	3 705,0	1	89	23 531,0	23 334,0
Швеція	15 984,3	1	92	70 943,0	39 221,8
Великобританія	-27 890,8	0	77	190 743,5	162 872,9

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2010 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	6 182,3	1	71	49 147,1	42 089,3
Болгарія	-1 089,3	0	36	5 442,5	5 240,7
Чехія	4 845,7	1	46	17 719,1	16 922,5
Данія	16 890,0	1	93	39 822,4	34 915,8
Німеччина	134 947,0	1	79	282 563,0	266 178,0
Естонія	946,4	1	65	2 043,9	1 934,9
Ірландія	27 871,8	1	80	18 305,3	16 308,6
Греція	-19 494,5	0	35	28 733,6	26 919,6
Іспанія	-10 994,0	0	61	107 589,0	93 451,0
Франція	-25 763,0	0	68	295 417,0	213 185,0
Хорватія	-831,1	0	41	7 932,5	7 455,6
Італія	-29 939,0	0	39	225 234,0	178 643,0
Кіпр	-1 619,1	0	63	2 789,8	2 368,4
Латвія	-262,3	0	43	2 208,0	2 015,4
Литва	-561,4	0	50	3 373,1	3 192,5
Люксембург	13 212,4	1	85	4 938,7	4 261,3
Угорщина	5 242,9	1	47	17 353,2	15 784,4
Мальта	-60,1	0	56	865,4	827,7
Нідерланди	51 680,0	1	88	72 553,0	65 841,0
Австрія	10 369,8	1	79	42 625,9	32 910,0
Польща	-7 229,1	0	53	50 163,7	44 771,1
Португалія	-13 730,7	0	60	23 895,3	22 190,2
Румунія	-8 074,1	0	37	14 984,5	14 275,4
Словенія	384,8	1	64	5 159,9	4 750,4
Словаччина	-211,2	0	43	7 180,9	6 604,0
Фінляндія	2 567,0	1	92	24 378,0	24 176,0
Швеція	18 279,8	1	92	82 986,7	46 525,2
Великобританія	-37 279,6	0	76	228 071,7	194 075,8

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2011 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	-372,2	0	75	51 240,7	43 635,9
Болгарія	155,3	1	33	5 693,6	5 482,1
Чехія	6 281,7	1	44	19 858,2	18 874,3
Данія	15 850,7	1	94	40 826,2	35 643,9
Німеччина	132 204,0	1	80	300 350,0	281 909,0
Естонія	969,8	1	64	2 270,6	2 150,6
Ірландія	32 160,4	1	75	18 034,0	15 945,1
Греція	-14 023,7	0	34	28 151,0	25 788,0
Іспанія	2 944,0	1	62	104 082,0	89 332,0
Франція	-40 095,0	0	70	312 820,0	225 453,0
Хорватія	-896,5	0	40	7 703,5	7 228,7
Італія	-23 092,4	0	39	232 710,0	185 061,0
Кіпр	-757,8	0	63	2 720,4	2 300,0
Латвія	-1 005,6	0	42	2 496,6	2 265,5
Литва	-840,9	0	48	3 690,1	3 502,1
Люксембург	14 041,3	1	85	5 321,0	4 663,7
Угорщина	6 212,3	1	46	17 742,8	16 088,2
Мальта	153,7	1	56	934,4	899,8
Нідерланди	55 504,0	1	89	72 389,0	65 271,0
Австрія	8 666,7	1	78	44 893,8	34 363,0
Польща	-7 439,0	0	55	52 988,2	47 314,0
Португалія	-7 378,1	0	61	24 487,7	22 538,8
Румунія	-7 662,6	0	36	17 345,1	16 601,5
Словенія	450,8	1	59	5 238,8	4 821,2
Словаччина	502,2	1	40	8 123,9	7 527,8
Фінляндія	-1 542,0	0	94	27 371,0	27 123,0
Швеція	18 224,2	1	93	89 759,6	49 637,8
Великобританія	-17 304,3	0	78	243 780,2	212 657,3

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2012 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	243,1	1	75	53 991,2	44 975,9
Болгарія	-1 339,2	0	41	6 289,8	5 955,8
Чехія	7 753,2	1	49	20 207,4	19 292,3
Данія	15 325,6	1	90	41 974,4	36 664,4
Німеччина	167 469,0	1	79	305 714,0	285 975,0
Естонія	296,7	1	64	2 495,6	2 366,1
Ірландія	30 614,1	1	69	18 613,9	16 341,0
Греція	-8 508,2	0	36	26 023,9	23 314,9
Іспанія	21 294,0	1	65	106 835,0	88 299,0
Франція	-27 071,0	0	71	321 719,0	230 251,0
Хорватія	-748,2	0	46	7 962,5	7 489,8
Італія	17 929,1	1	42	248 136,0	186 013,0
Кіпр	-372,0	0	66	2 729,6	2 301,1
Латвія	-980,9	0	49	2 812,4	2 550,6
Литва	203,8	1	54	3 789,0	3 593,8
Люксембург	13 686,5	1	80	5 676,8	4 989,3
Угорщина	6 756,0	1	55	18 741,2	16 931,5
Мальта	332,8	1	57	957,4	919,6
Нідерланди	63 588,0	1	84	70 984,0	63 455,0
Австрія	8 906,9	1	69	46 779,0	35 744,5
Польща	-1 714,4	0	58	51 083,9	45 262,3
Португалія	-832,8	0	63	23 413,5	21 491,8
Румунія	-6 823,2	0	44	17 612,1	16 724,1
Словенія	1 232,2	1	61	5 275,3	4 813,2
Словаччина	4 055,7	1	46	7 916,9	7 135,9
Фінляндія	-3 124,0	0	90	28 320,0	28 111,0
Швеція	19 530,6	1	88	94 583,6	51 219,0
Великобританія	-24 753,7	0	74	268 665,8	233 300,0

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2013 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	3 134,6	1	75	54 715,9	45 820,2
Болгарія	-186,8	0	41	6 542,3	6 149,3
Чехія	9 091,8	1	48	20 316,8	19 517,9
Данія	17 096,5	1	91	42 909,7	36 897,5
Німеччина	161 891,0	1	78	310 005,0	290 226,0
Естонія	507,5	1	68	2 553,6	2 417,2
Ірландія	33 788,4	1	72	19 557,3	16 995,8
Греція	-5 080,5	0	40	25 593,0	22 263,0
Іспанія	40 088,0	1	59	114 144,0	95 142,0
Франція	-21 904,0	0	71	330 843,0	234 627,0
Хорватія	-941,4	0	48	8 148,3	7 667,6
Італія	38 688,4	1	43	241 053,0	183 084,0
Кіпр	284,4	1	63	2 488,7	2 100,8
Латвія	-810,4	0	53	2 988,3	2 728,1
Литва	508,2	1	57	3 916,2	3 709,2
Люксембург	14 887,0	1	80	6 009,4	5 236,3
Угорщина	7 133,7	1	54	19 149,0	17 034,3
Мальта	479,7	1	56	1 001,1	959,2
Нідерланди	67 444,0	1	83	73 774,0	65 494,0
Австрія	9 121,9	1	69	47 306,8	35 964,1
Польща	7 688,6	1	60	50 996,5	45 315,1
Португалія	1 873,0	1	62	23 509,1	21 071,9
Румунія	-1 119,0	0	43	18 354,5	17 429,8
Словенія	1 704,8	1	57	5 474,7	4 979,0
Словаччина	4 166,4	1	47	8 463,1	7 627,3
Фінляндія	-2 163,0	0	89	29 473,0	29 104,0
Швеція	17 596,7	1	89	97 123,6	52 287,2
Великобританія	-26 789,2	0	76	268 811,7	233 509,2

**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2014 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	3 299,8	1	76	55 555,7	46 399,7
Болгарія	-419,8	0	43	6 406,3	5 995,7
Чехія	9 970,6	1	51	18 818,3	18 044,1
Данія	18 502,9	1	92	43 567,8	37 352,7
Німеччина	193 750,0	1	79	318 815,0	298 774,0
Естонія	699,6	1	69	2 780,5	2 622,0
Ірландія	35 185,4	1	74	21 487,4	18 509,3
Греція	-4 293,8	0	43	27 789,2	22 235,2
Іспанія	31 992,0	1	60	120 045,0	100 038,0
Франція	-24 624,0	0	69	339 117,0	240 446,0
Хорватія	-165,2	0	48	8 070,6	7 580,1
Італія	47 122,2	1	43	249 864,0	189 589,0
Кіпр	163,5	1	63	2 618,8	2 241,0
Латвія	-481,5	0	55	3 184,5	2 871,0
Литва	665,5	1	58	4 166,6	3 940,3
Люксембург	16 148,1	1	82	6 573,9	5 703,7
Угорщина	6 720,9	1	54	19 796,9	17 646,7
Мальта	1 050,0	1	55	1 121,6	1 071,4
Нідерланди	74 557,0	1	83	78 079,0	67 460,0
Австрія	10 892,6	1	72	48 186,9	36 607,2
Польща	5 924,5	1	61	53 503,6	47 171,8
Португалія	258,9	1	63	24 781,7	22 270,2
Румунія	-661,7	0	43	19 185,5	17 836,2
Словенія	2 541,8	1	58	5 638,3	5 134,7
Словаччина	3 674,0	1	50	8 872,7	7 991,7
Фінляндія	-2 379,0	0	89	29 727,0	29 259,0
Швеція	15 172,6	1	87	95 133,0	51 360,8
Великобританія	-32 204,9	0	78	297 517,7	259 355,9

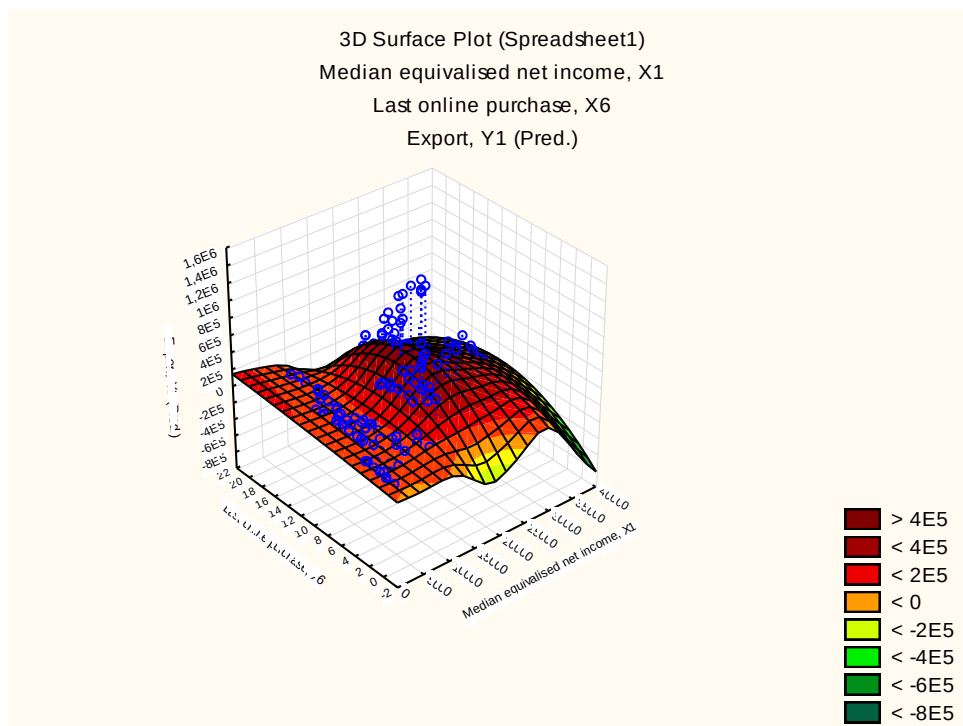
**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2015 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	5 908,9	1	77	56 808,3	47 530,3
Болгарія	436,8	1	41	7 149,9	6 610,9
Чехія	10 106,2	1	56	20 919,1	20 040,2
Данія	18 532,8	1	91	44 897,5	38 480,6
Німеччина	229 135,0	1	81	332 754,0	310 942,0
Естонія	811,6	1	70	2 967,4	2 812,0
Ірландія	75 678,8	1	75	22 907,5	19 763,8
Греція	91,1	1	46	28 871,9	22 247,9
Іспанія	32 763,0	1	58	128 955,0	107 719,0
Франція	-12 453,0	0	70	350 594,0	250 036,0
Хорватія	98,0	1	51	8 555,9	7 985,0
Італія	49 888,9	1	44	251 150,0	190 861,0
Кіпр	467,9	1	61	2 650,3	2 298,8
Латвія	-221,9	0	55	3 362,6	3 038,7
Литва	-372,3	0	61	4 454,5	4 211,9
Люксембург	17 718,6	1	81	6 226,0	5 195,0
Угорщина	8 962,9	1	51	21 201,5	18 920,0
Мальта	929,5	1	56	1 204,0	1 141,4
Нідерланди	51 759,0	1	87	79 430,0	69 896,0
Австрія	12 912,9	1	76	49 906,5	37 872,8
Польща	13 307,7	1	62	56 312,0	48 931,0
Португалія	1 328,7	1	63	26 331,5	23 566,3
Румунія	-996,2	0	46	21 353,7	20 003,1
Словенія	3 108,8	1	60	5 799,1	5 291,0
Словаччина	2 452,5	1	51	9 348,2	8 524,4
Фінляндія	-1 202,0	0	90	29 913,0	29 625,0
Швеція	18 251,7	1	89	98 474,9	53 369,6
Великобританія	-36 451,5	0	81	341 560,1	297 719,9

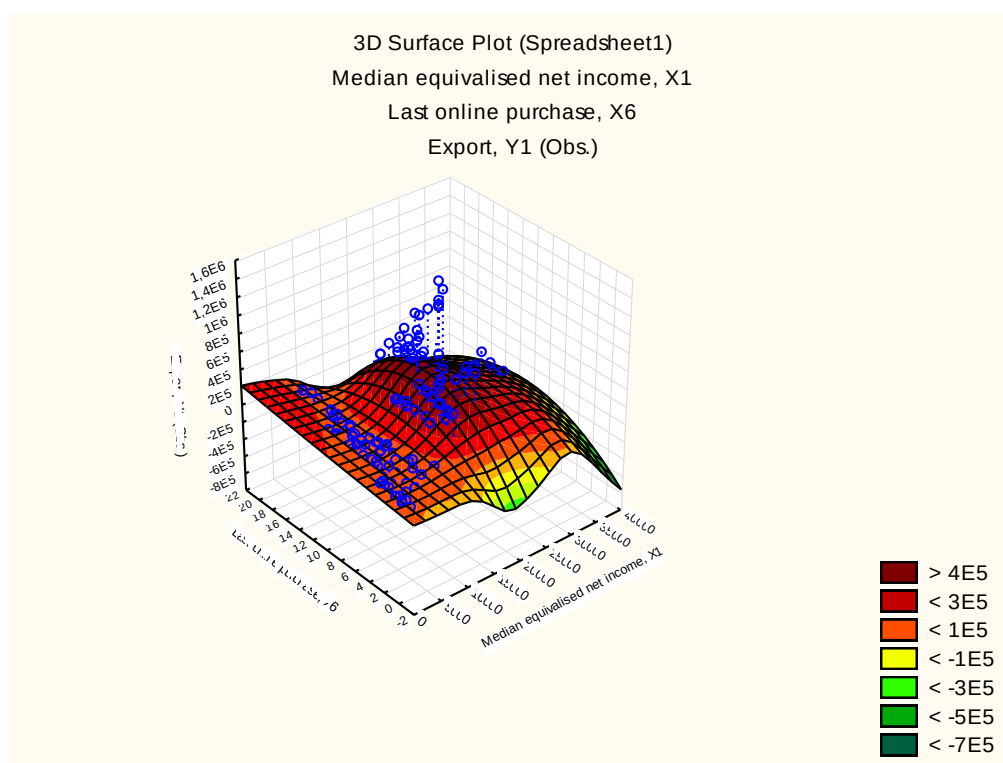
**Числові значення змінних для побудови регресійної логістичної
моделі за 2016 р.**

Країна	Сальдо	Y	Індекс сприйняття корупції, X_{10}	Податок на виробництво та імпорт, X_{11}	Податок на продукцію, X_{12}
1	2	3	4	5	6
Бельгія	5 136,1	1	77	59 875,2	50 283,2
Болгарія	2 408,0	1	41	7 552,4	7 070,1
Чехія	13 609,7	1	55	22 024,2	21 107,4
Данія	18 920,6	1	90	46 141,1	39 760,8
Німеччина	230 771,0	1	81	341 442,0	319 143,0
Естонія	848,1	1	70	3 217,5	3 044,7
Ірландія	42 353,4	1	73	24 110,7	21 071,3
Греція	-1 258,4	0	44	30 618,2	24 119,2
Іспанія	44 415,0	1	58	131 479,0	110 691,0
Франція	-13 518,0	0	69	359 654,0	256 997,0
Хорватія	520,9	1	49	9 026,1	8 425,2
Італія	55 760,5	1	47	244 793,0	197 485,0
Кіпр	321,0	1	55	2 808,7	2 459,3
Латвія	246,3	1	57	3 610,0	3 274,4
Литва	303,1	1	59	4 638,1	4 418,4
Люксембург	19 427,9	1	81	6 418,6	5 293,1
Угорщина	10 082,9	1	48	21 178,4	18 984,5
Мальта	1 424,3	1	55	1 284,5	1 222,7
Нідерланди	72 333,0	1	83	84 725,0	74 504,0
Австрія	13 697,1	1	75	51 724,7	39 265,3
Польща	17 217,1	1	62	57 938,9	50 293,6
Португалія	2 139,8	1	62	27 790,5	24 843,5
Румунія	-1 579,2	0	48	19 328,6	18 065,8
Словенія	3 450,2	1	61	5 955,0	5 445,6
Словаччина	2 390,1	1	51	9 515,1	8 652,5
Фінляндія	-2 779,0	0	89	31 360,0	30 970,0
Швеція	17 058,5	1	88	104 899,0	56 165,0
Великобританія	-39 443,3	0	81	316 470,2	276 742,6

ДОДАТОК Д

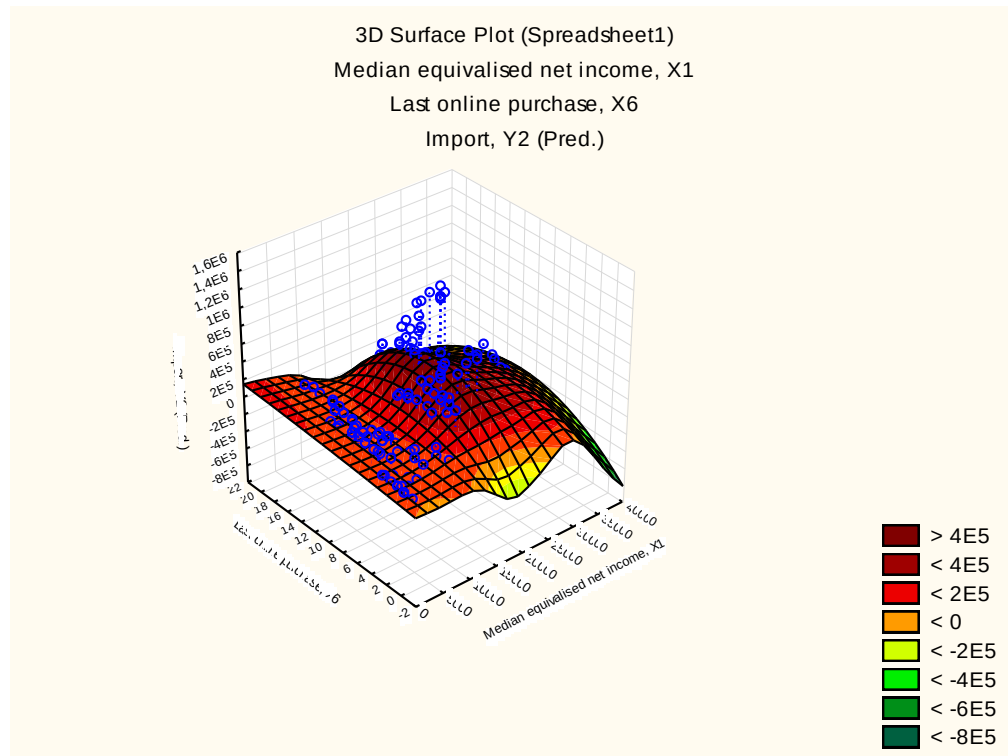


а)

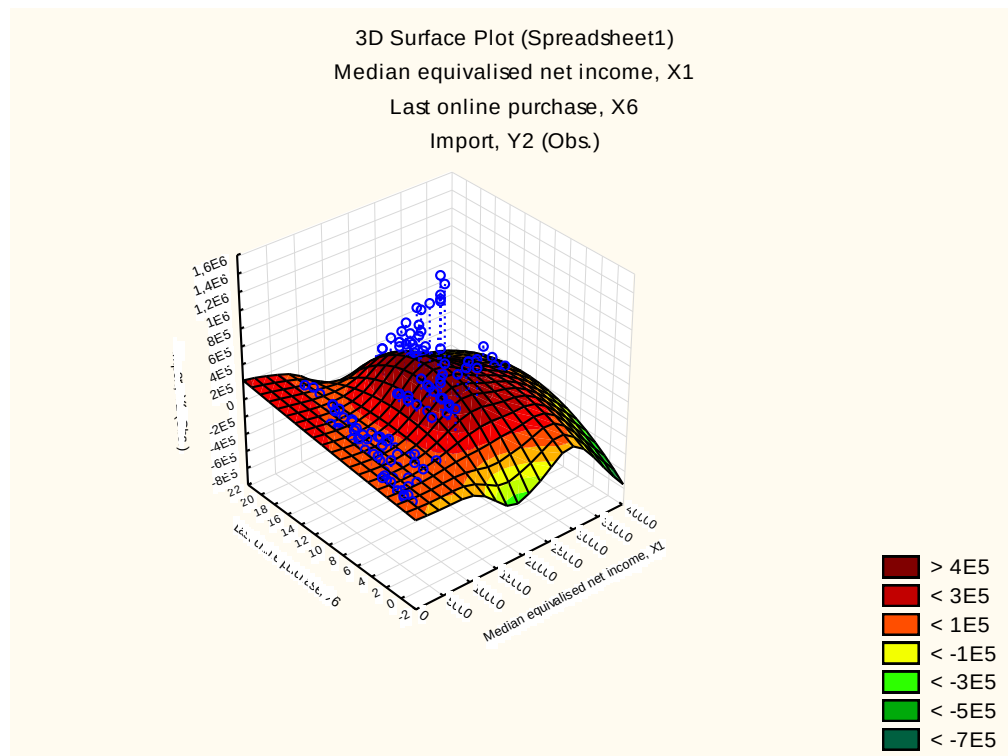


б)

Рис. Д.1. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, середній дохід населення, онлайн-купівля продукції): а) теоретична; б) емпірична

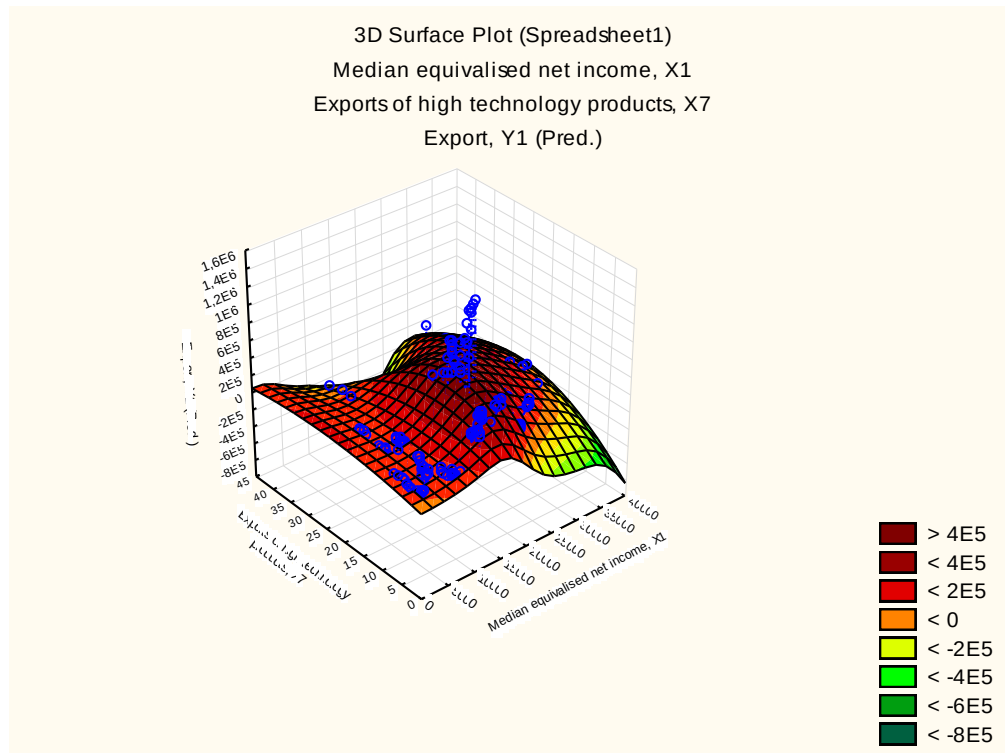


а)

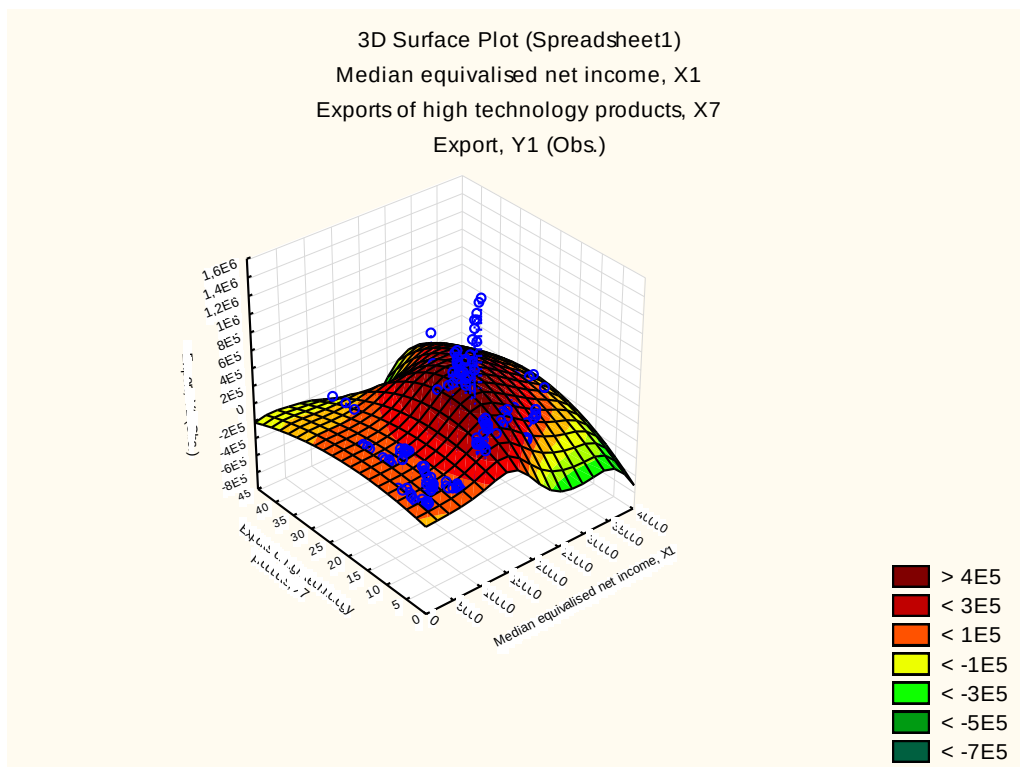


б)

Рис. Д.2. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, середній дохід населення, онлайн-купівля продукції): а) теоретична; б) емпірична



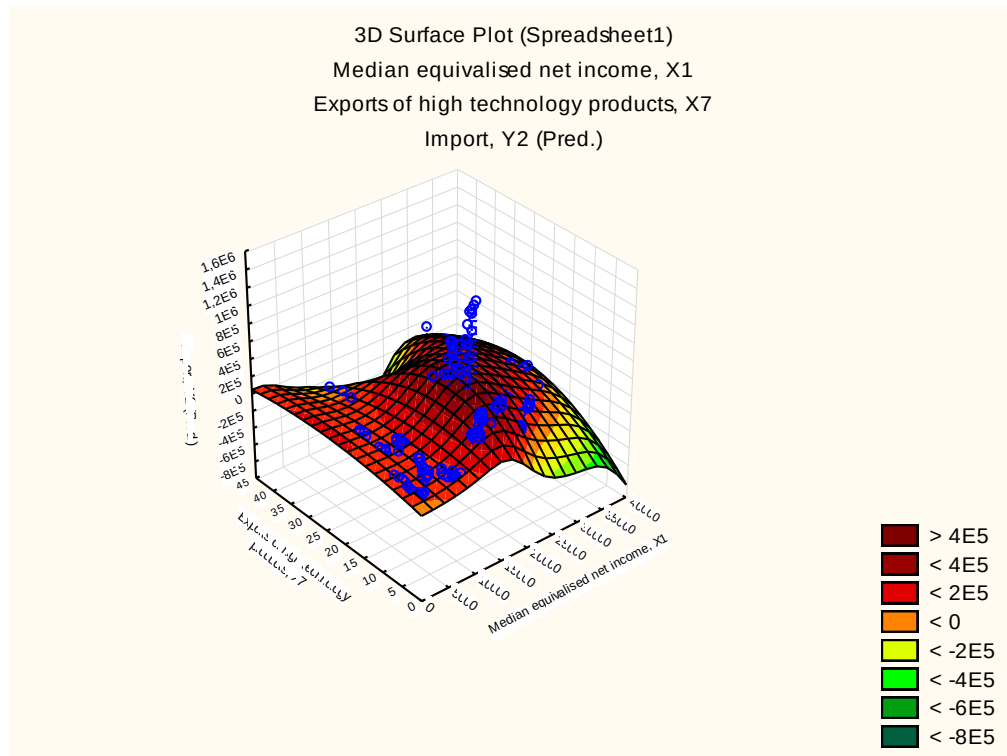
а)



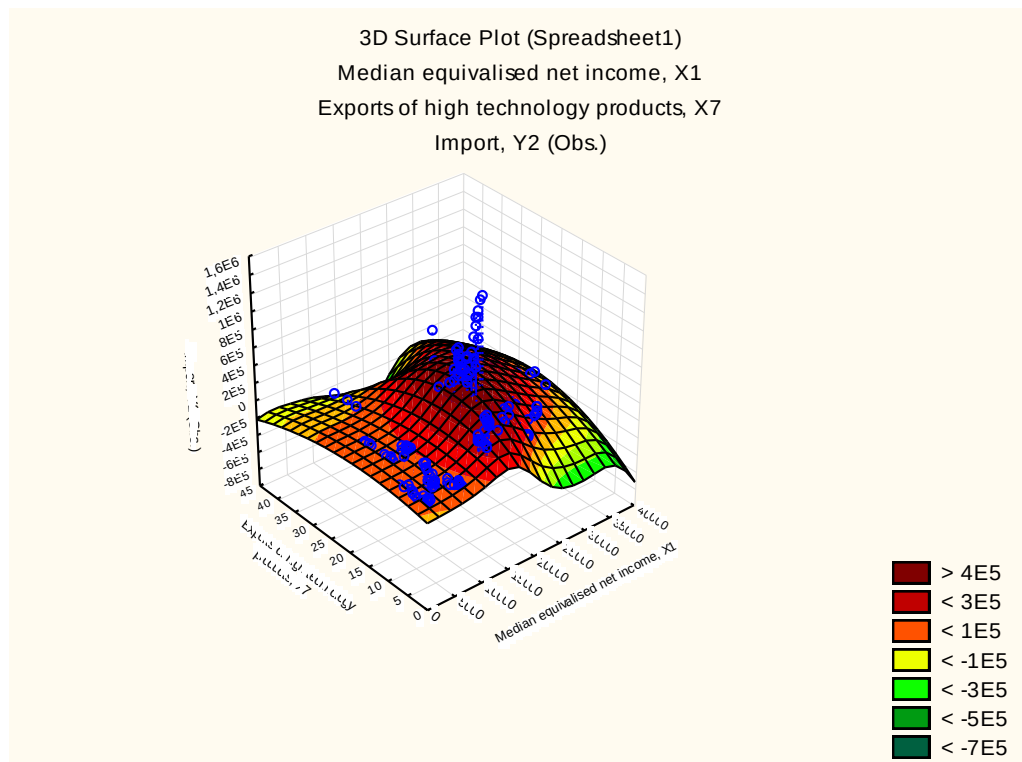
б)

Рис. Д.3. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, середній дохід населення, експорт високотехнологічної продукції):

а) теоретична; б) емпірична



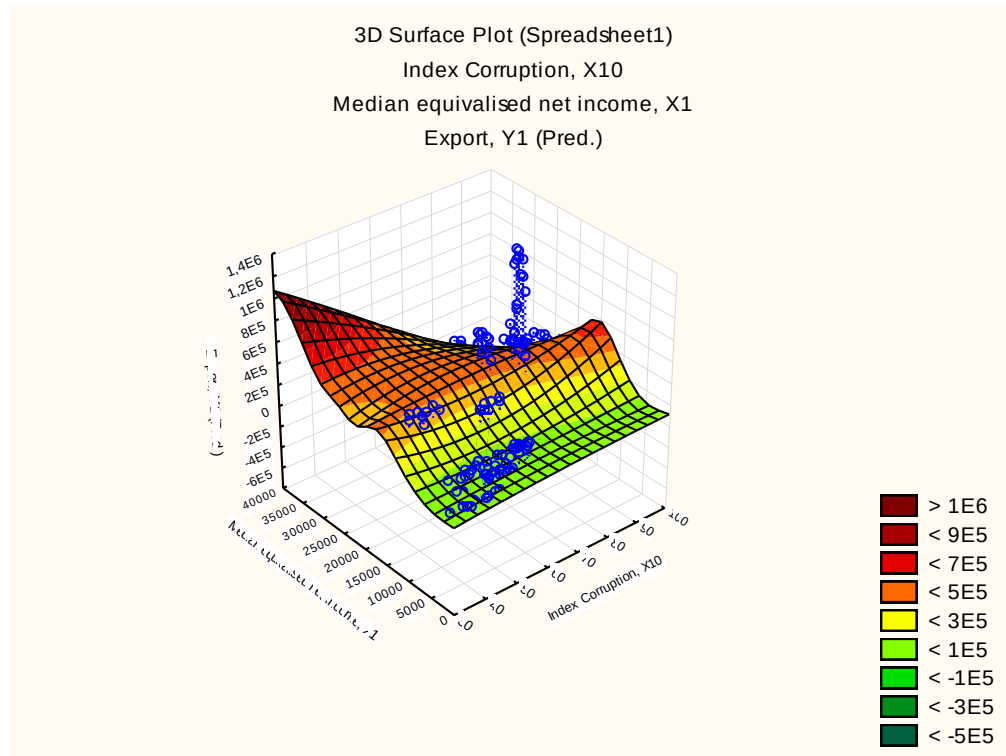
а)



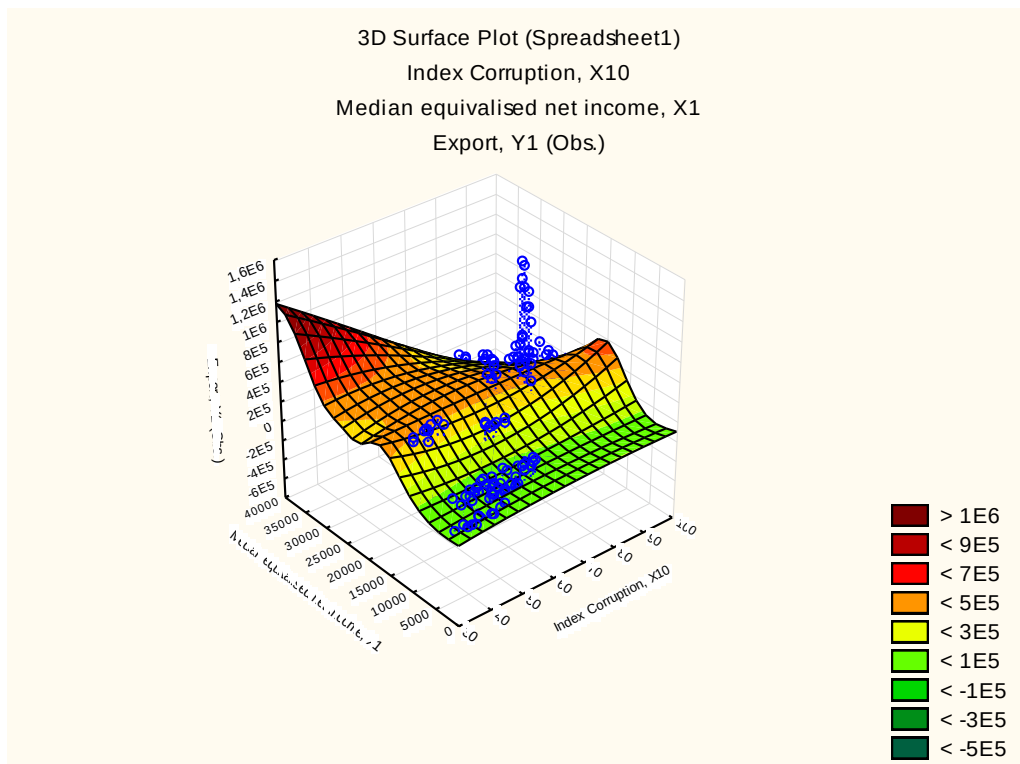
б)

Рис. Д.4. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, середній дохід населення, експорт високотехнологічної продукції):

а) теоретична; б) емпірична

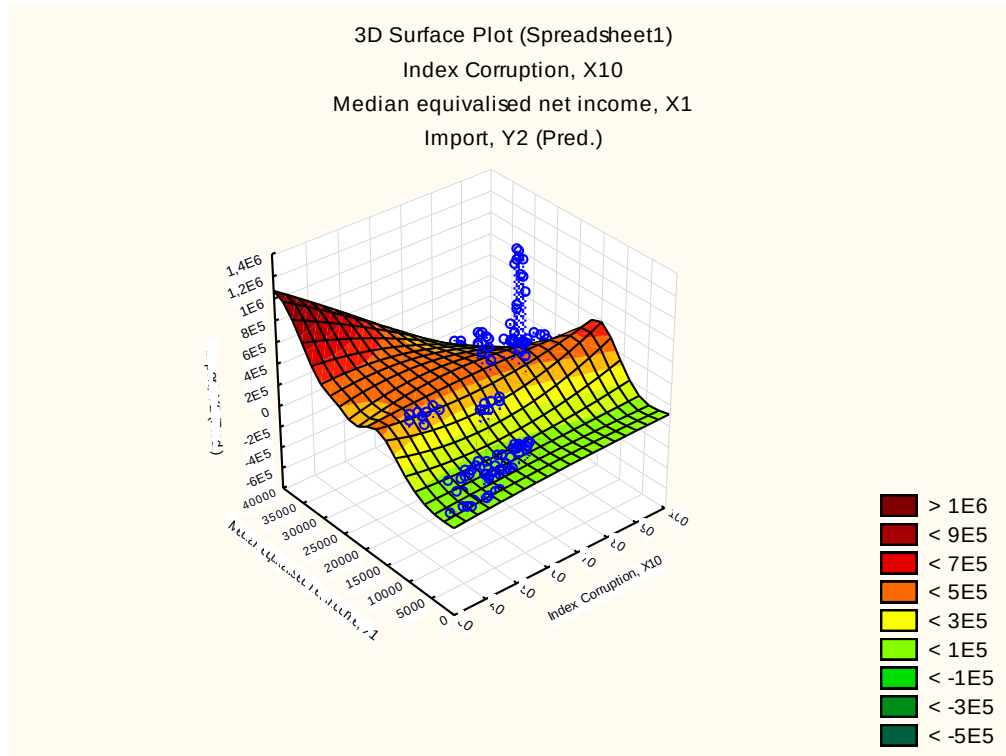


а)

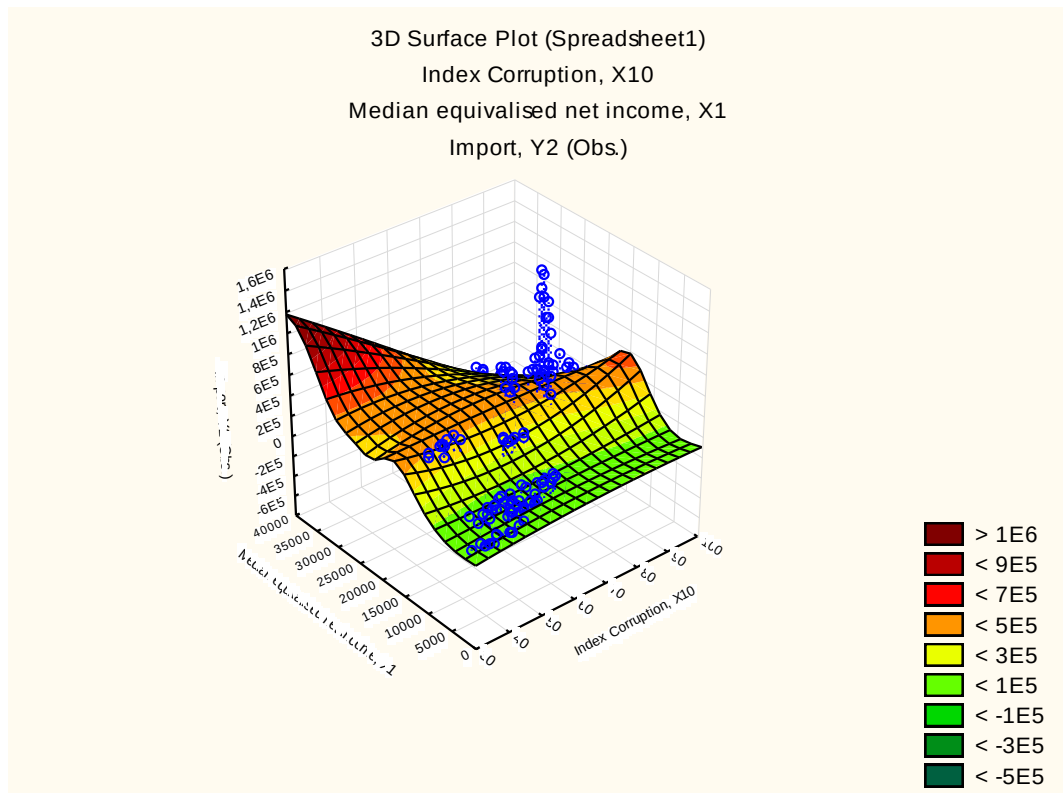


б)

Рис. Д.5. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, середній дохід населення, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична

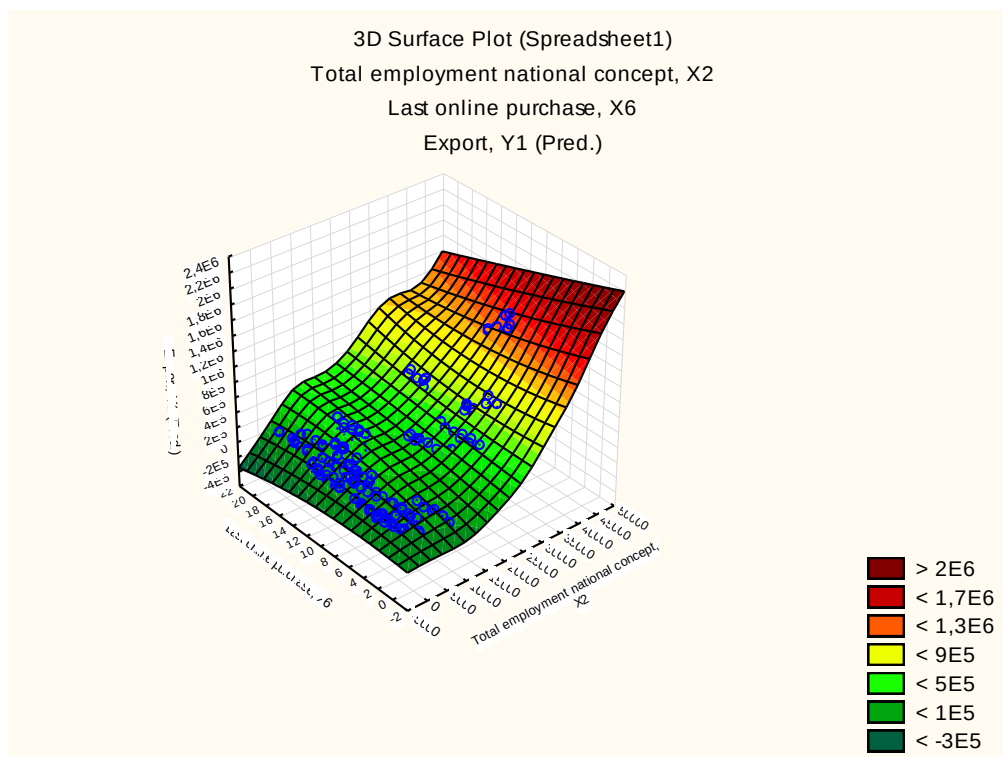


а)

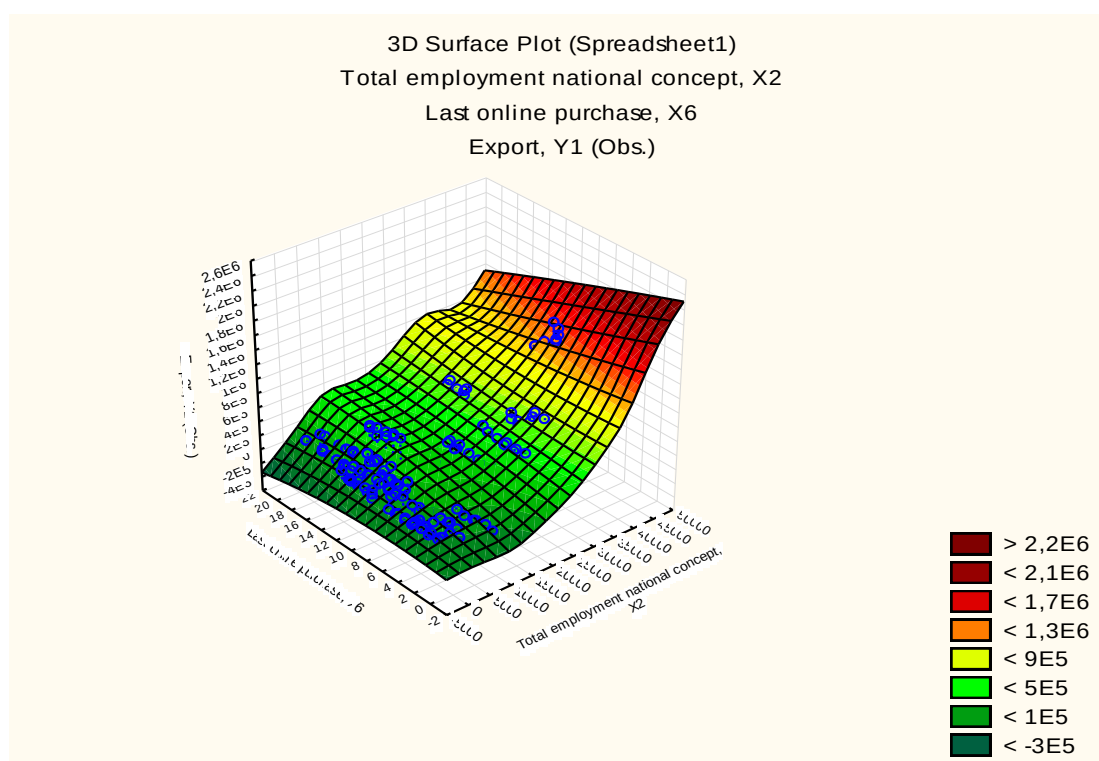


б)

Рис. Д.6. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, середній дохід населення, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична

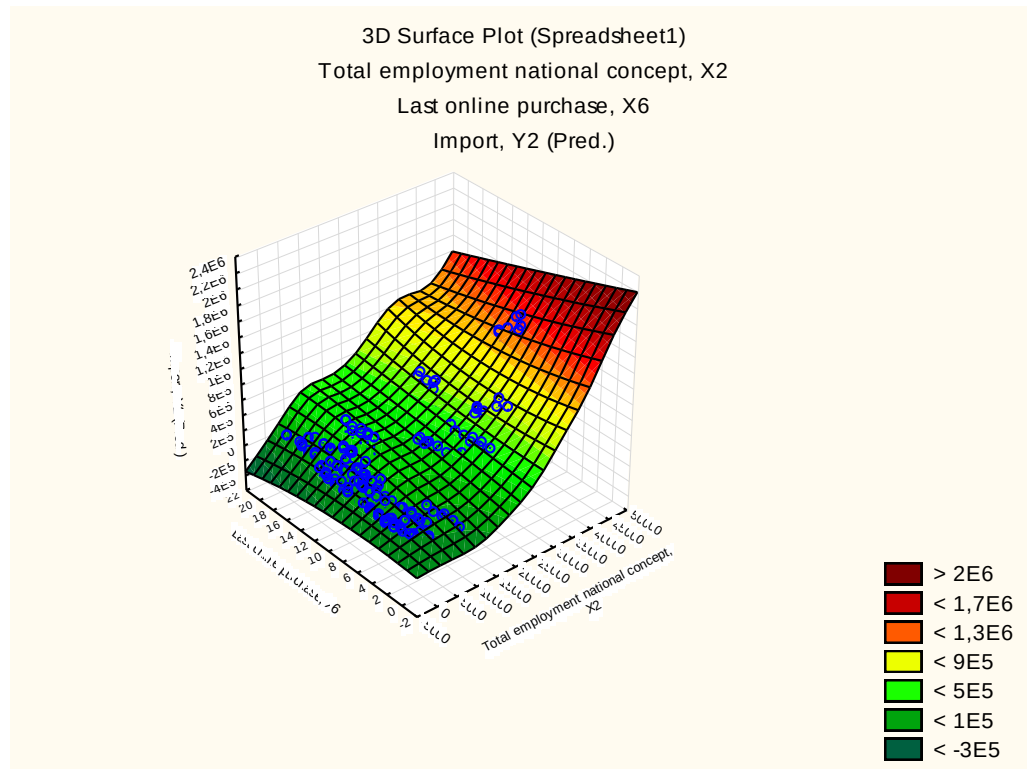


а)

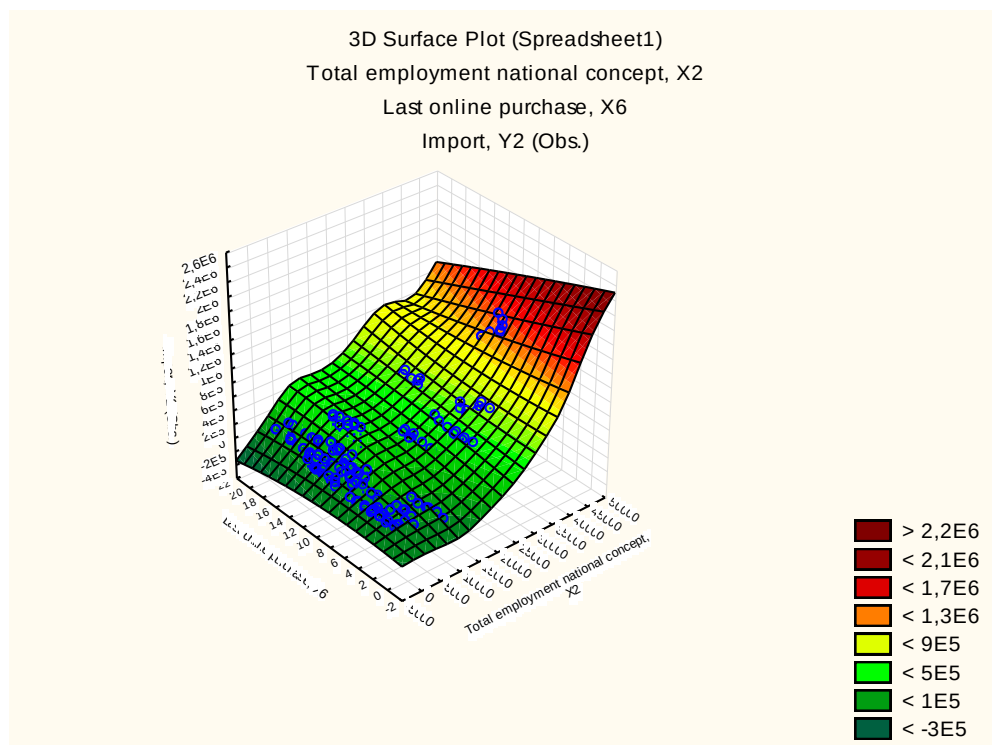


б)

Рис. Д.7. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, онлайн-купівля продукції): а) теоретична; б) емпірична

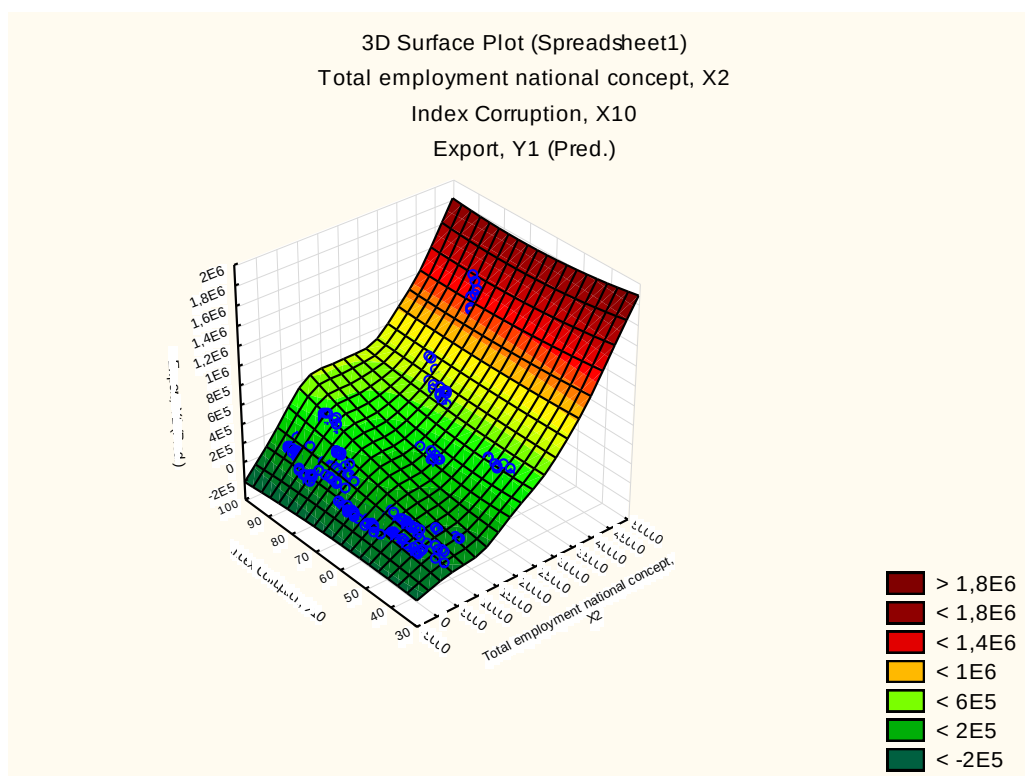


а)

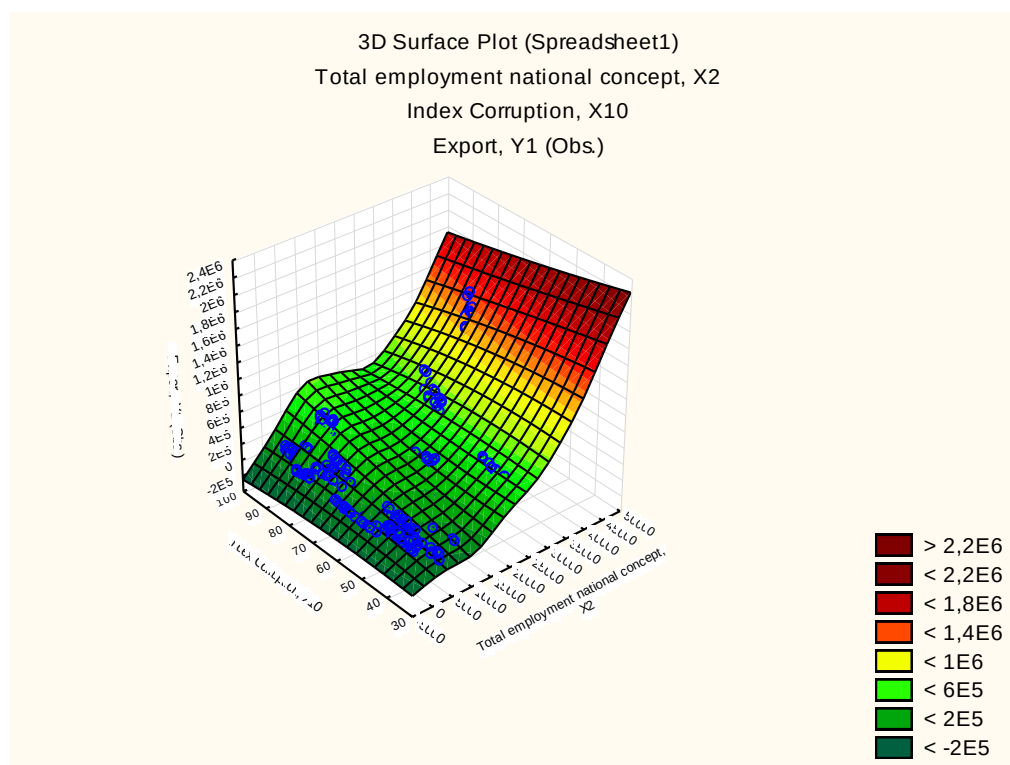


б)

Рис. Д.8. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, онлайн-купівля продукції): а) теоретична; б) емпірична

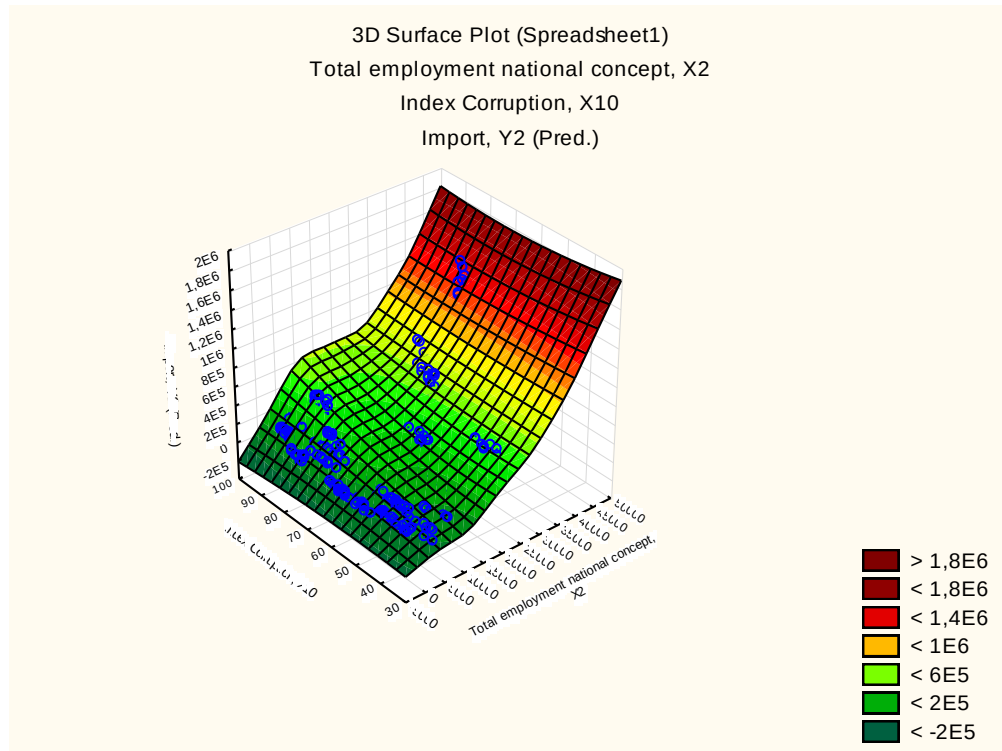


а)

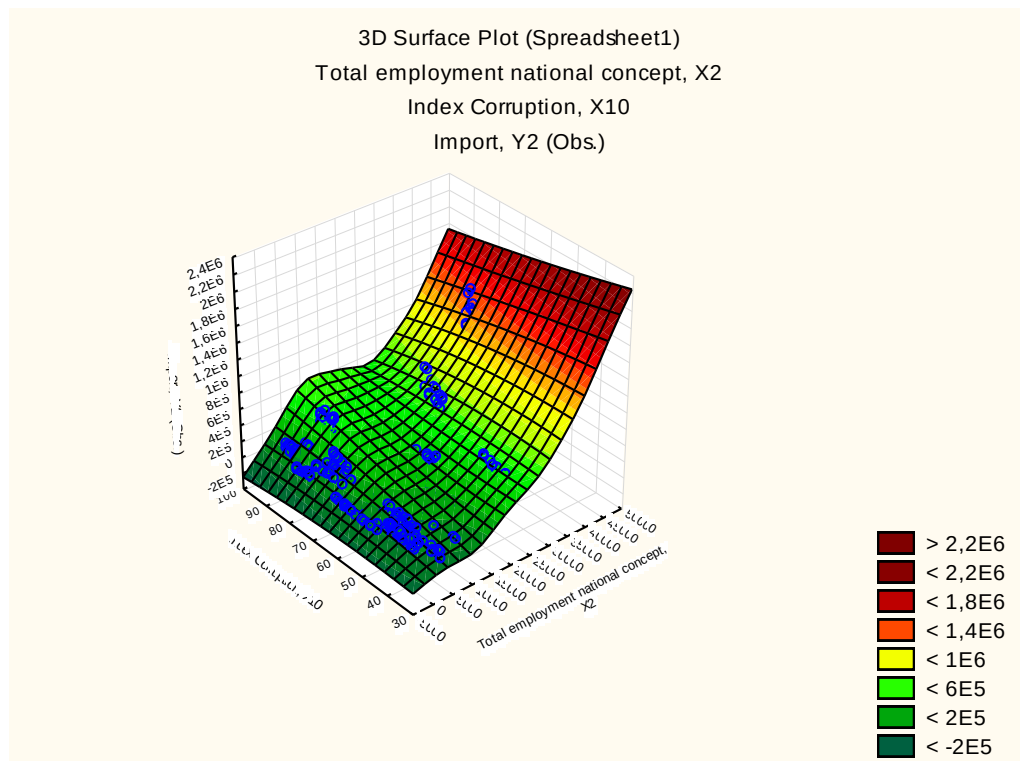


б)

Рис. Д.9. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична

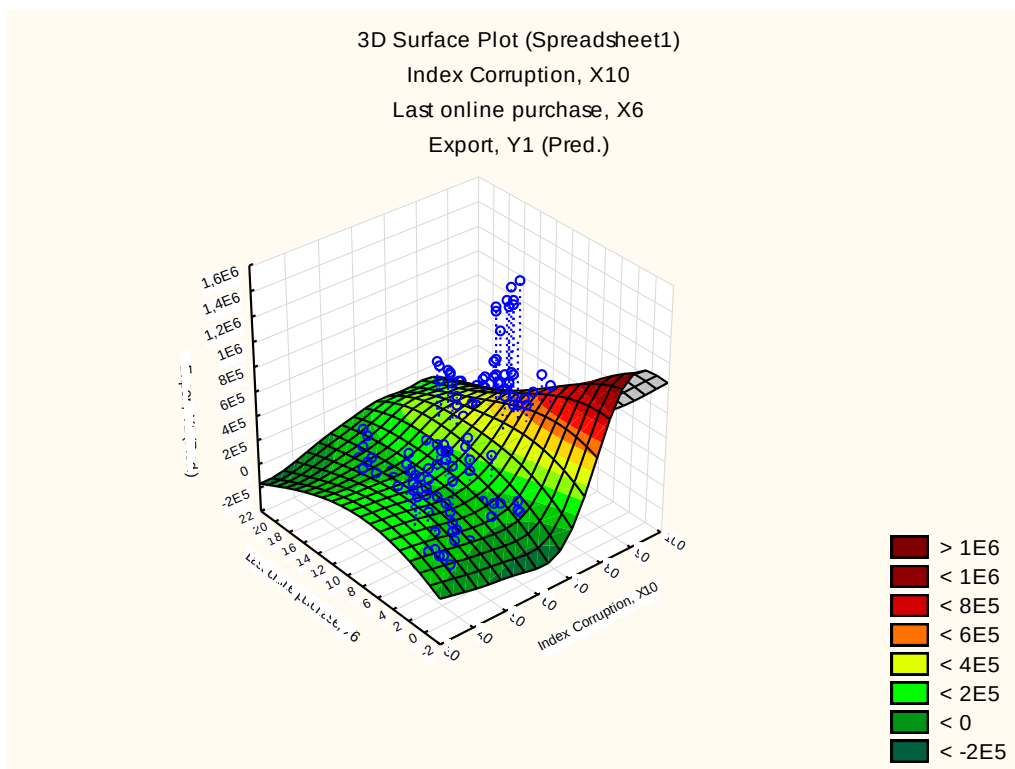


а)

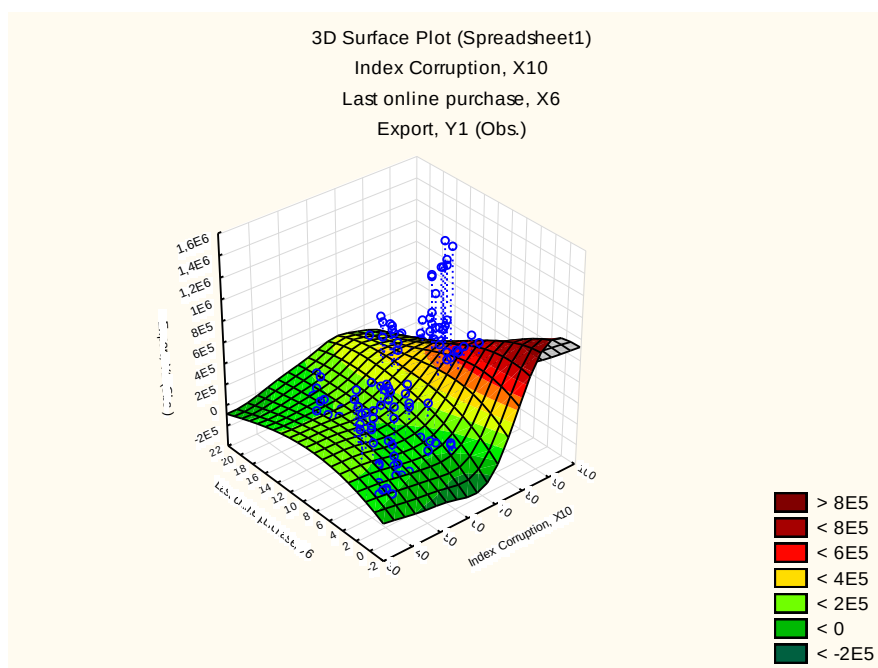


б)

Рис. Д.10. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, загальна національна концепція зайнятості населення, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична

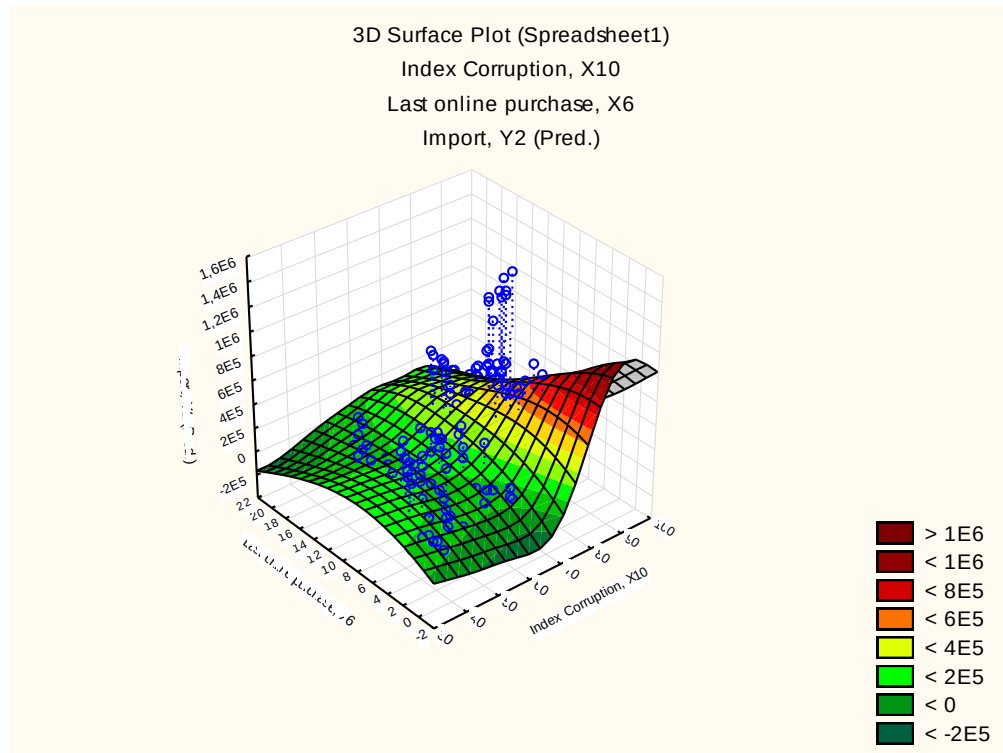


а)

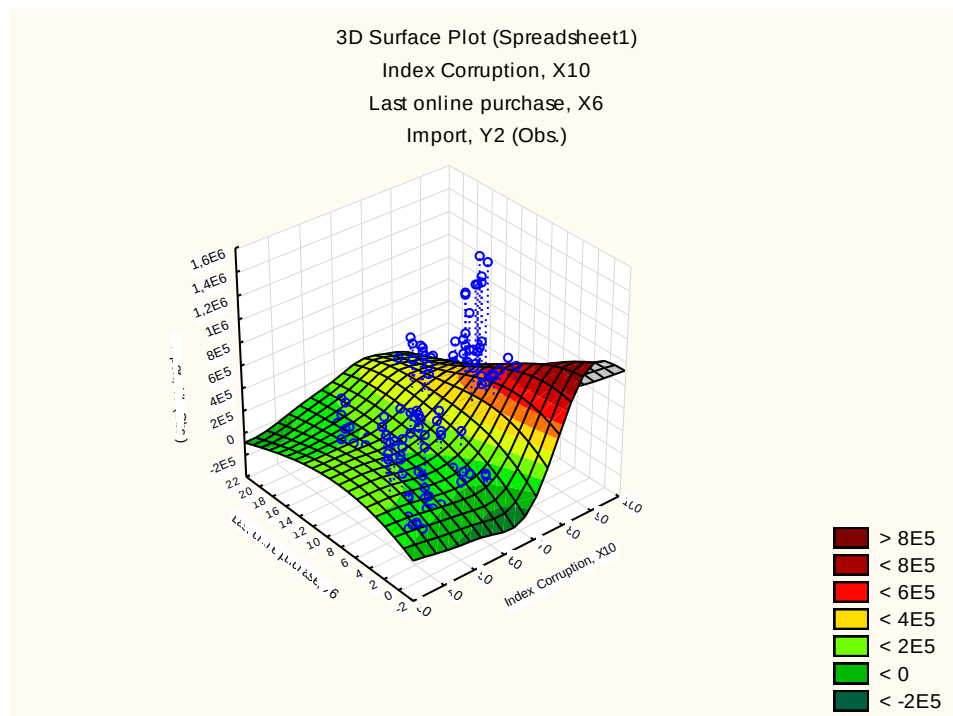


б)

Рис. Д.11. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, онлайн-купівля продукції, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична

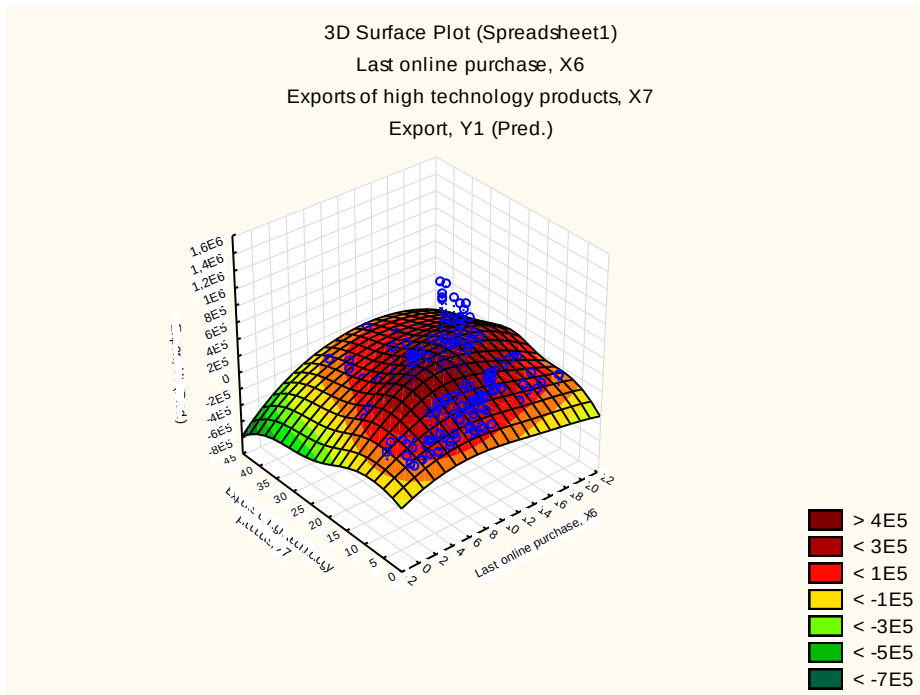


а)

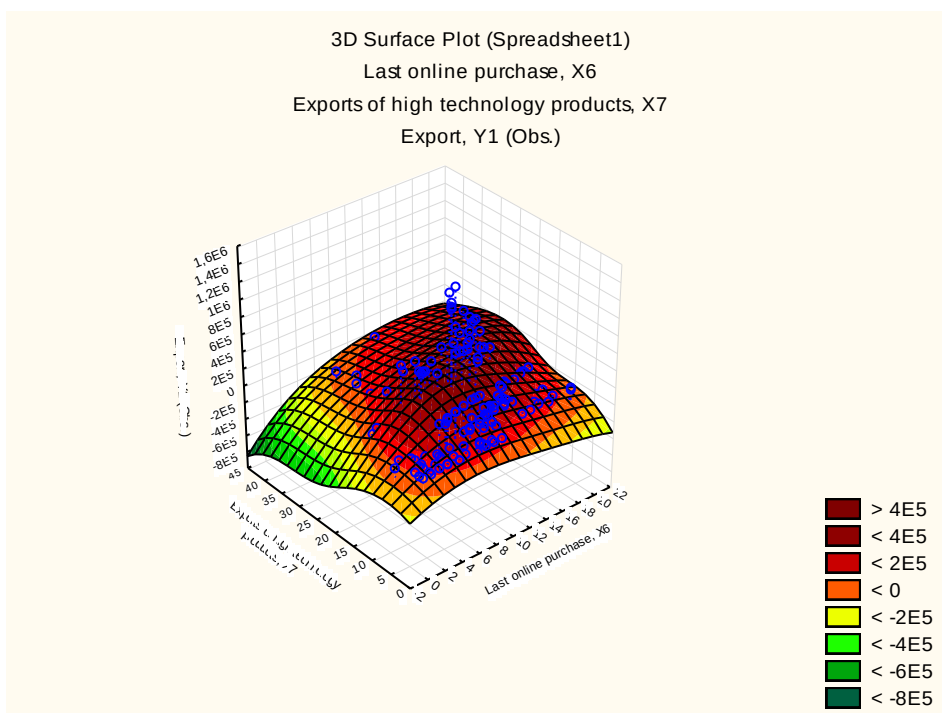


б)

Рис. Д.12. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, онлайн-купівля продукції, індекс сприйняття корупції): а) теоретична; б) емпірична



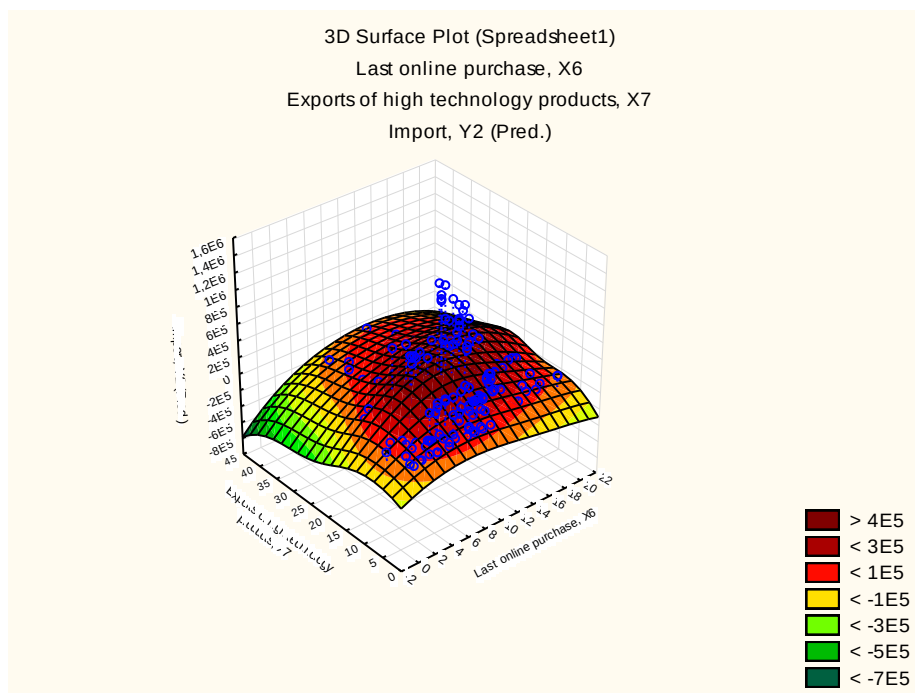
а)



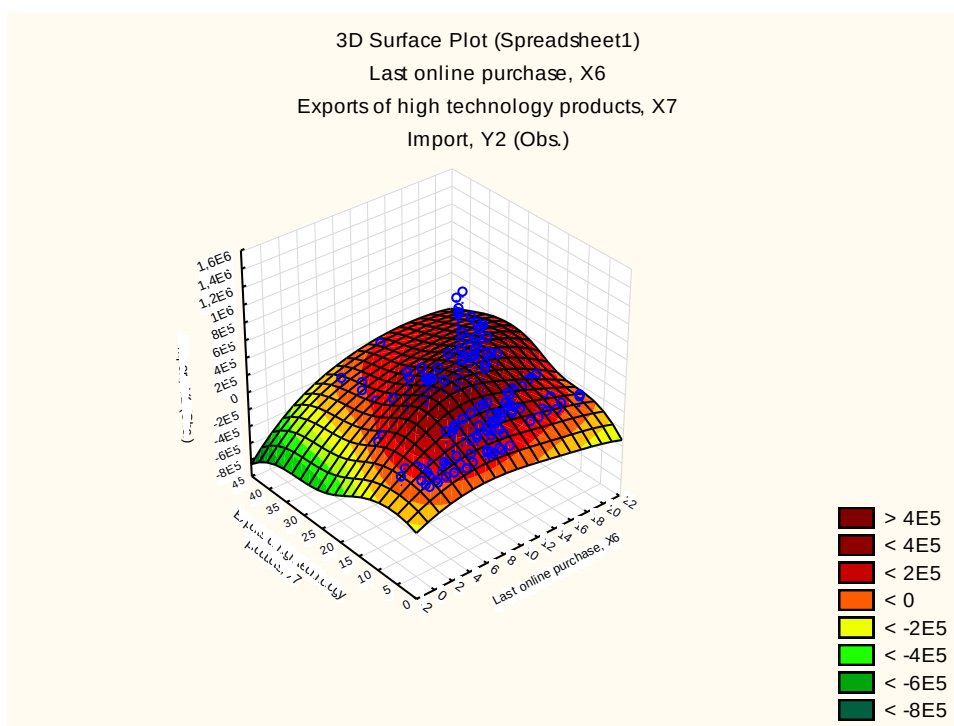
б)

Рис. Д.13. Сплайнові регресійні поверхні (експорт товарів і послуг, онлайн-купівля продукції, експорт високотехнологічної продукції):

а) теоретична; б) емпірична



а)



б)

Рис. Д.14. Сплайнові регресійні поверхні (імпорт товарів і послуг, онлайн-купівля продукції, експорт високотехнологічної продукції): а) теоретична; б) емпірична

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1

Обсяги експорту товарів країн ЄС (січень 2002 р.–грудень 2016 р.)

	2002M01	2002M02	2002M03	2002M04	2002M05	2002M06	2002M07	2002M08
Експорт	152 509,3	154 809,6	167 673,0	164 320,4	160 238,1	161 567,4	160 335,2	132 149,1
	2002M09	2002M10	2002M11	2002M12	2003M01	2003M02	2003M03	2003M04
Експорт	165 300,1	174 369,1	168 050,0	148 935,0	157 017,4	158 177,8	173 146,2	159 611,2
	2003M05	2003M06	2003M07	2003M08	2003M09	2003M10	2003M11	2003M12
Експорт	156 970,0	158 968,7	161 160,2	127 688,5	170 302,3	178 148,0	167 462,9	159 207,4
	2004M01	2004M02	2004M03	2004M04	2004M05	2004M06	2004M07	2004M08
Експорт	155 145,7	163 585,0	190 050,2	174 586,7	169 369,0	183 507,3	172 079,5	145 431,1
	2004M09	2004M10	2004M11	2004M12	2005M01	2005M02	2005M03	2005M04
Експорт	185 678,1	185 770,4	191 557,3	170 108,8	168 055,7	174 795,1	193 930,9	186 977,5
	2005M05	2005M06	2005M07	2005M08	2005M09	2005M10	2005M11	2005M12
Експорт	181 383,3	195 347,7	177 356,5	161 376,0	201 014,4	197 247,4	208 722,4	185 977,1
	2006M01	2006M02	2006M03	2006M04	2006M05	2006M06	2006M07	2006M08
Експорт	194 825,2	199 064,4	234 083,2	199 671,3	219 777,3	221 381,8	198 161,3	182 131,3
	2006M09	2006M10	2006M11	2006M12	2007M01	2007M02	2007M03	2007M04
Експорт	216 936,1	225 938,7	227 462,1	196 516,4	215 116,5	215 021,9	242 833,4	213 023,6
	2007M05	2007M06	2007M07	2007M08	2007M09	2007M10	2007M11	2007M12
Експорт	225 622,4	230 881,5	223 004,7	196 562,9	226 580,8	248 311,5	244 610,0	199 370,3
	2008M01	2008M02	2008M03	2008M04	2008M05	2008M06	2008M07	2008M08
Експорт	234 498,2	238 572,2	236 632,6	248 361,7	231 379,6	242 373,9	241 221,8	193 897,8
	2008M09	2008M10	2008M11	2008M12	2009M01	2009M02	2009M03	2009M04
Експорт	245 384,7	243 168,2	209 116,9	174 972,6	177 406,3	177 624,5	194 999,0	178 205,7
	2009M05	2009M06	2009M07	2009M08	2009M09	2009M10	2009M11	2009M12
Експорт	172 213,7	187 456,6	188 317,7	154 630,3	202 203,1	204 480,6	197 383,5	179 065,5
	2010M01	2010M02	2010M03	2010M04	2010M05	2010M06	2010M07	2010M08
Експорт	181 953,3	192 851,8	227 323,0	207 554,7	206 328,7	227 817,5	212 478,9	186 540,4

	2010M09	2010M10	2010M11	2010M12	2011M01	2011M02	2011M03	2011M04
Экспорт	231 148,1	230 806,4	236 482,3	215 266,2	220 969,2	228 022,1	265 145,2	230 006,3
	2011M05	2011M06	2011M07	2011M08	2011M09	2011M10	2011M11	2011M12
Экспорт	246 368,5	241 437,1	226 331,1	211 618,7	251 116,6	239 115,9	246 771,2	216 461,7
	2012M01	2012M02	2012M03	2012M04	2012M05	2012M06	2012M07	2012M08
Экспорт	229 762,8	238 238,3	260 991,4	228 142,7	242 663,6	241 342,6	235 530,9	215 627,9
	2012M09	2012M10	2012M11	2012M12	2013M01	2013M02	2013M03	2013M04
Экспорт	237 299,9	257 304,5	249 252,6	202 643,3	235 519,2	228 480,7	243 901,9	239 841,9
	2013M05	2013M06	2013M07	2013M08	2013M09	2013M10	2013M11	2013M12
Экспорт	236 613,5	238 242,3	241 615,2	206 613,8	246 668,6	259 794,0	246 302,4	215 416,8
	2014M01	2014M02	2014M03	2014M04	2014M05	2014M06	2014M07	2014M08
Экспорт	241 619,8	238 207,9	254 396,6	244 277,1	242 318,8	245 888,2	252 226,7	205 475,7
	2014M09	2014M10	2014M11	2014M12	2015M01	2015M02	2015M03	2015M04
Экспорт	262 035,5	269 045,3	250 699,1	227 392,4	237 656,6	246 913,8	275 879,2	255 474,2
	2015M05	2015M06	2015M07	2015M08	2015M09	2015M10	2015M11	2015M12
Экспорт	249 037,5	273 602,2	264 085,7	214 734,7	271 677,9	274 635,8	269 034,6	237 172,5
	2016M01	2016M02	2016M03	2016M04	2016M05	2016M06	2016M07	2016M08
Экспорт	240 272,9	257 944,6	273 865,6	262 760,0	256 143,3	275 397,3	247 753,4	231 407,7
	2016M09	2016M10	2016M11	2016M12	2017M01	2017M02	2017M03	2017M04
Экспорт	274 422,9	264 672,2	281 577,0	249 168,5	264 064,7	267 468,2	309 808,8	259 891,4
	2017M05	2017M06	2017M07	2017M08	2017M09			
Экспорт	289 697,7	289 295,5	264 632,7	250 799,8	287 812,6			

Обсяги імпорту товарів країн ЄС (січень 2002 р.—грудень 2016 р.)

	2002M01	2002M02	2002M03	2002M04	2002M05	2002M06	2002M07	2002M08
Імпорт	140 499,6	147 189,1	157 247,5	157 122,1	150 451,2	154 162,1	152 381,9	127 056,9
	2002M09	2002M10	2002M11	2002M12	2003M01	2003M02	2003M03	2003M04
Імпорт	155 639,8	166 156,8	159 381,1	150 521,7	146 161,7	150 890,6	164 398,2	153 210,2
	2003M05	2003M06	2003M07	2003M08	2003M09	2003M10	2003M11	2003M12
Імпорт	148 756,6	152 225,2	153 172,7	122 160,4	159 107,0	168 311,3	161 209,3	159 081,1
	2004M01	2004M02	2004M03	2004M04	2004M05	2004M06	2004M07	2004M08
Імпорт	144 472,3	155 334,7	178 869,7	166 907,1	163 396,7	177 061,5	165 906,1	143 149,3
	2004M09	2004M10	2004M11	2004M12	2005M01	2005M02	2005M03	2005M04
Імпорт	178 539,0	178 763,5	184 652,9	172 514,8	158 025,5	167 798,5	186 749,1	181 409,2
	2005M05	2005M06	2005M07	2005M08	2005M09	2005M10	2005M11	2005M12
Імпорт	177 137,0	187 620,1	170 156,6	158 208,0	192 545,7	190 177,2	202 025,7	189 358,6
	2006M01	2006M02	2006M03	2006M04	2006M05	2006M06	2006M07	2006M08
Імпорт	183 121,2	192 226,7	225 356,8	192 645,1	212 119,1	212 356,6	192 583,1	176 934,0
	2006M09	2006M10	2006M11	2006M12	2007M01	2007M02	2007M03	2007M04
Імпорт	208 028,2	218 115,0	220 682,4	199 023,8	201 715,4	207 350,2	232 888,3	208 505,9
	2007M05	2007M06	2007M07	2007M08	2007M09	2007M10	2007M11	2007M12
Імпорт	219 878,1	227 163,9	217 467,1	194 223,6	218 799,4	242 286,7	237 557,7	204 702,2
	2008M01	2008M02	2008M03	2008M04	2008M05	2008M06	2008M07	2008M08
Імпорт	221 190,1	230 003,3	229 515,0	241 127,6	223 633,2	235 335,8	232 806,4	188 833,8
	2008M09	2008M10	2008M11	2008M12	2009M01	2009M02	2009M03	2009M04
Імпорт	236 528,2	239 151,1	205 475,2	181 237,1	166 241,5	173 109,0	188 693,1	172 973,0
	2009M05	2009M06	2009M07	2009M08	2009M09	2009M10	2009M11	2009M12
Імпорт	165 243,4	182 879,6	179 518,4	152 733,2	194 434,4	197 854,0	191 428,3	182 811,8
	2010M01	2010M02	2010M03	2010M04	2010M05	2010M06	2010M07	2010M08
Імпорт	172 017,1	186 053,0	219 307,0	201 001,9	203 025,5	223 182,6	205 462,7	183 335,1
	2010M09	2010M10	2010M11	2010M12	2011M01	2011M02	2011M03	2011M04
Імпорт	221 086,2	223 349,2	229 234,2	218 733,8	210 147,0	222 470,3	256 383,8	223 070,5

	2011M05	2011M06	2011M07	2011M08	2011M09	2011M10	2011M11	2011M12
Імпорт	241 067,4	234 278,6	221 215,5	206 512,2	243 090,1	233 169,7	241 813,2	222 956,4
	2012M01	2012M02	2012M03	2012M04	2012M05	2012M06	2012M07	2012M08
Імпорт	216 587,0	232 074,3	253 356,2	224 014,9	236 838,4	235 811,0	230 700,6	210 464,2
	2012M09	2012M10	2012M11	2012M12	2013M01	2013M02	2013M03	2013M04
Імпорт	229 650,6	250 560,8	242 215,8	209 052,2	223 434,2	222 237,1	239 867,6	233 291,3
	2013M05	2013M06	2013M07	2013M08	2013M09	2013M10	2013M11	2013M12
Імпорт	231 388,8	230 235,1	236 221,8	201 374,6	237 730,1	253 337,5	240 552,4	221 462,9
	2014M01	2014M02	2014M03	2014M04	2014M05	2014M06	2014M07	2014M08
Імпорт	228 251,1	231 127,5	248 243,6	236 865,9	234 752,3	241 068,6	243 700,6	200 783,0
	2014M09	2014M10	2014M11	2014M12	2015M01	2015M02	2015M03	2015M04
Імпорт	254 389,8	261 364,0	244 011,1	231 543,6	224 321,6	238 827,6	268 607,8	248 128,5
	2015M05	2015M06	2015M07	2015M08	2015M09	2015M10	2015M11	2015M12
Імпорт	241 581,0	264 627,9	256 543,5	211 698,4	263 601,5	267 362,4	264 214,9	243 920,5
	2016M01	2016M02	2016M03	2016M04	2016M05	2016M06	2016M07	2016M08
Імпорт	225 607,0	251 693,8	265 313,0	253 756,7	250 297,5	267 758,2	239 568,7	226 819,8
	2016M09	2016M10	2016M11	2016M12	2017M01	2017M02	2017M03	2017M04
Імпорт	267 559,5	260 189,3	274 460,7	255 447,2	252 728,5	261 504,4	300 899,4	254 360,1
	2017M05	2017M06	2017M07	2017M08	2017M09			
Імпорт	280 958,2	279 690,4	259 910,9	247 821,2	277 377,8			

ДОДАТОК Ж

Програма відображення гістограми похибки тренду

```

function F1
%read data
ttt = fopen('xxxx_01.txt', 'rt');
xxxxx = fscanf (ttt,'%g', inf);
fclose(ttt);
%calculate trend
trend = xxxxx;
for i = 2 :1: size(xxxxx)-1
    trend(i) = (trend(i-1)+trend(i)+trend(i+1))/3;
end
for i = 2 :1: size(xxxxx)-1
    trend(i) = (trend(i-1)+trend(i)+trend(i+1))/3;
end
for i = 2 :1: size(xxxxx)-1
    trend(i) = (trend(i-1)+trend(i)+trend(i+1))/3;
end
for i = 2 :1: size(xxxxx)-1
    trend(i) = (trend(i-1)+trend(i)+trend(i+1))/3;
end
udelt = xxxxx-trend;
xxx = 1:1:size(xxxxx);
%disp gistogram
x_hist_delta = min(udelt): 0.01 : max(udelt) ;
hist(udelt, x_hist_delta);
title('Histigram Delta = export-trend ');
xlabel('Delta x-x~');
figure;

```

ДОДАТОК И

Програма відображення псевдофазових портретів

```

function F2
% read x(t)
ttt = fopen('data.txt', 'rt');
y_xxxx = fscanff(ttt, '%g', inf);
fclose(ttt);
% read x~(t) trend
tttt = fopen('data_0.txt', 'rt');
y_xxxx0 = fscanff(tttt, '%g', inf);
fclose(tttt);
% read x'(t)
tttw = fopen('data_1.txt', 'rt');
y_xxxx1 = fscanff(tttw, '%g', inf);
fclose(tttw);
% read x''(t)
ttte = fopen('data_2.txt', 'rt');
y_xxxx2 = fscanff(ttte, '%g', inf);
fclose(ttte);
% read x'''(t)
tttr = fopen('data_3.txt', 'rt');
y_xxxx3 = fscanff(tttr, '%g', inf);
fclose(tttr);
% disp phase plane
plot (y_xxxx0, y_xxxx1);
title('phase plane x~(t)-x'(t)');
ylabel('X~');
xlabel('X' ');
figure;

```

```
plot (y_xxxx1, y_xxxx2);  
title('phase plane x'(t)-x''(t)');  
ylabel('X' ');  
xlabel('X'' ');  
figure;  
plot (y_xxxx1, y_xxxx3);  
title('phase plane x'(t)-x'''(t)');  
ylabel('X' ');  
xlabel('X''' ');  
figure;  
plot (y_xxxx2, y_xxxx3);  
title('phase plane x''(t)-x'''(t)');  
ylabel('X'' ');  
xlabel('X''' ');  
%figure;
```

ДОДАТОК К

Програма графічного тесту на дрейф

```
function demoF
    ttt = fopen('data.txt', 'rt');
    y_kurs = fscanff(ttt, '%g', inf);
    fclose(ttt);
    tttt = fopen('data_0.txt', 'rt');
    y_kurs1 = fscanff(tttt, '%g', inf);
    fclose(tttt);
    tttw = fopen('data_1.txt', 'rt');
    y_kurs2 = fscanff(tttw, '%g', inf);
    fclose(tttw);
    ttte = fopen('data_2.txt', 'rt');
    y_kurs3 = fscanff(ttte, '%g', inf);
    fclose(ttte);
    tttr = fopen('data_3.txt', 'rt');
    y_kurs4 = fscanff(tttr, '%g', inf);
    fclose(tttr);
    delta = y_kurs - y_kurs1;
    plot (y_kurs1, y_kurs2, 'r', y_kurs1, y_kurs3, 'b', y_kurs1, y_kurs4, 'y', y_kurs2,
    y_kurs3, 'g');
    title('Graphiks pest by akraktors drift');
    ylabel('I by Xi');
    xlabel('J by Xj');
    figure;
```

ДОДАТОК Л

Клас обчислень з хаотичною динамічною залежністю

//Клас обчислень з хаотичною динамічною залежністю

- * char x_name[255] - назва величини
- * Tabl x_real - модельована величина
- * Tabl x_end - прикінцевий фрагмент
- * Tabl x_end_extrapol - екстраполяція прикінцевого фрагменту
- * int size_x_blz - кількість близьких фрагментів
- * Tabl *x_blz - масив близьких фрагментів
- * Tabl *x_blz_extrapol - масив екстраполяції близьких фрагментів
- * long double tau_prpgnn - горизонт прогнозу
- * Dxoas (void) - конструктор без параметрів
- * Dxoas (Tabl, char*) - конструктор за заданою залежністю
- * Dxoas (const Dxoas &) - конструктор копіювання.
- * ~Dxoas (void) - деструктор
- * void init_mem(void) - функція виділення пам'яті
- * Dxoas make (char*) - створення об'єкти за даними з файла
- * void find_x_blz (void) - пошук близьких фрагментів
- * void calc_x_blz_extrapol(void) - екстраполяція близьких фрагментів
- * void calc_x_blz_extrapol(void) - вирахування екстраполяції
- * Dxoas& operator = (const Dxoas&) - оператор присвоєння.
- * friend ostream &operator << (ostream &, const Dxoas &) - оператор виводу
- * void set_x_name(Tabl) - встановлює значення модельованої залежності.
- * void set_x_real(char*) - встановлює назву модельованої залежності.
- * char* get_x_name(void) - повертає назву модельованої залежності.
- * Tabl get_x_real(void) - повертає значення модельованої залежності.
- * Tabl get_x_end(void) - повертає прикінцевий фрагмент
- * Tabl get_x_end_extrapo(void)l - повертає прогноз
- * long double get_tau_prpgnn(void) - повертає горизонт прогнозу
- * int get_size_x_blz(void) - повертає кількість близьких фрагментів

* Tabl get_x_blz(int) - повертає близький фрагмент

* Tabl get_x_blz_extrapol(int) - повертає подовження близького фрагменту

```
class Dxoas
```

```
{
```

```
private:
```

```
    char x_name[255];
```

```
    Tabl x_real;
```

```
    Tabl x_end;
```

```
    Tabl x_end_extrapol;
```

```
    int size_x_blz;
```

```
    Tabl *x_blz;
```

```
    Tabl *x_blz_extrapol;
```

```
    long double tau_prpgnn;
```

```
    void calculate_tau_prpgnn(void);
```

```
    void find_x_blz (void);
```

```
    void calc_x_blz_extrapol(void);
```

```
public:
```

```
    Dxoas (void);
```

```
    Dxoas (Tabl, char*);
```

```
    Dxoas (const Dxoas &);
```

```
    ~Dxoas (void);
```

```
    void init_mem(void);
```

```
    Dxoas make (char*);
```

```
    void calc_x_blz_extrapol(void);
```

```
    Dxoas& operator = (const Dxoas& );
```

```
    friend ostream &operator << (ostream &, const Dxoas &);
```

```
    void set_x_name(Tabl);
```

```
    void set_x_real(char*);
```

```
    char* get_x_name(void);
```



```
Tabl get_x_real(void);  
Tabl get_x_end(void);  
Tabl get_x_end_extrapo(void);  
long double get_tau_prpgnn(void);  
int get_size_x_blz(void);  
Tabl get_x_blz(int);  
Tabl get_x_blz_extrapol(int);  
  
};
```

ДОДАТОК М

Програма вирахування прогнозу хаотичної величини

```
#include "dxaos.h"

int main(int cparam, char *par[])
{
    Tabl connect_expEU;
    connect_expEU.read("grn_exp2020.txt");

    Dxoas work_dxaos(connect_exp2020);

    work_dxaos.calc_x_blz_extrapol();

    ofstream rez("прогноз на pik.txt");
    rez
    << work_dxaos.get_x_name(void) << "\n"
    << work_dxaos.get_x_end_extrapo(void) << "\n"
    << work_dxaos.get_tau_prpgnn() << "\n"
    << work_dxaos.get_size_x_blz();
    rez.close();
    return 0;
}
```

ДОДАТОК Н

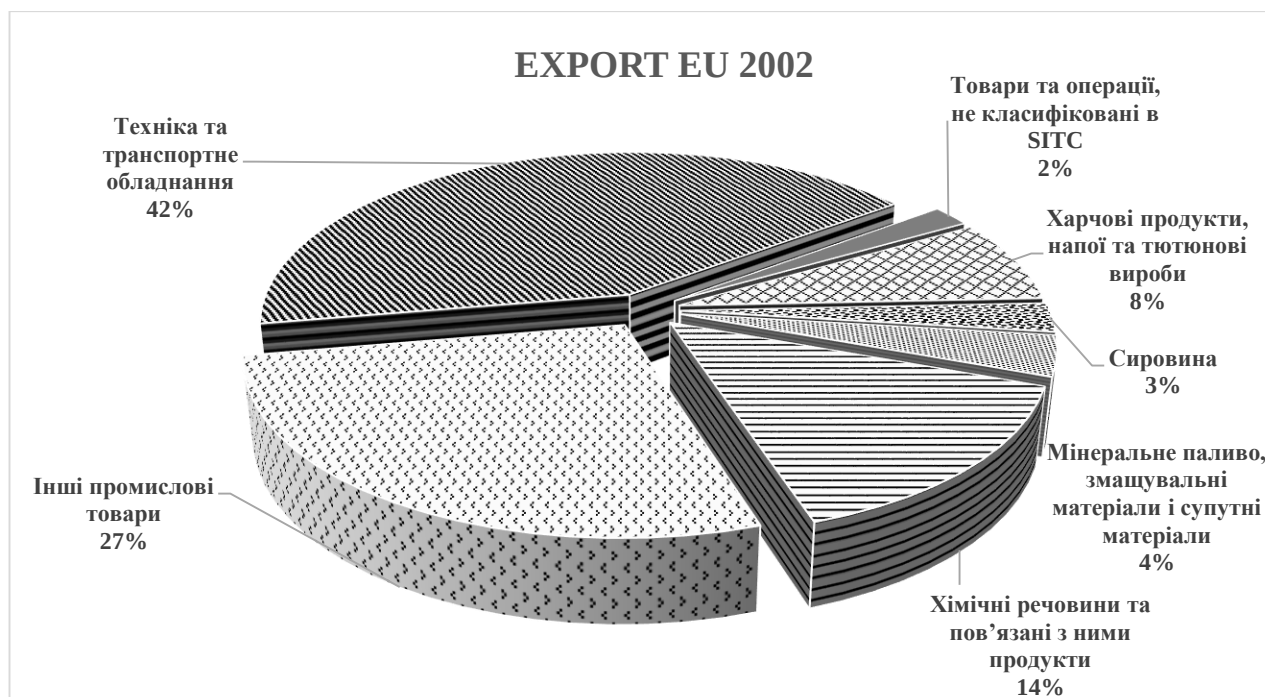


Рис. Н.1. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2002 р.

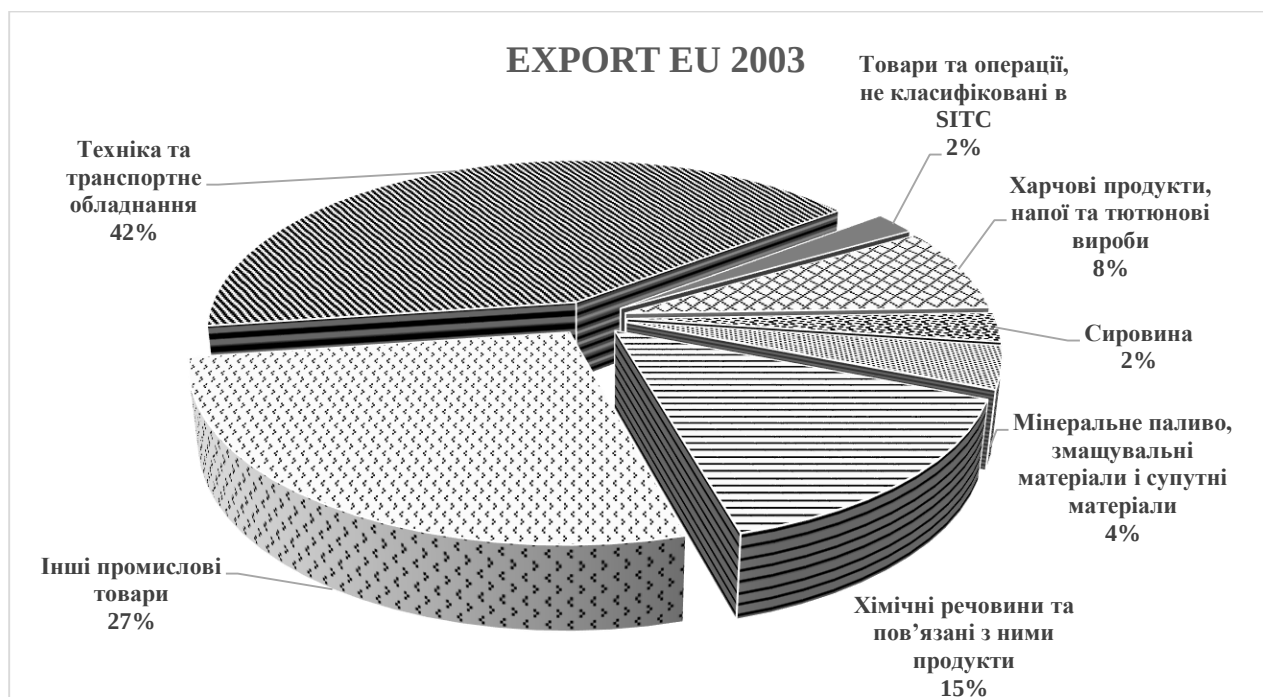


Рис. Н.2. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2003 р.

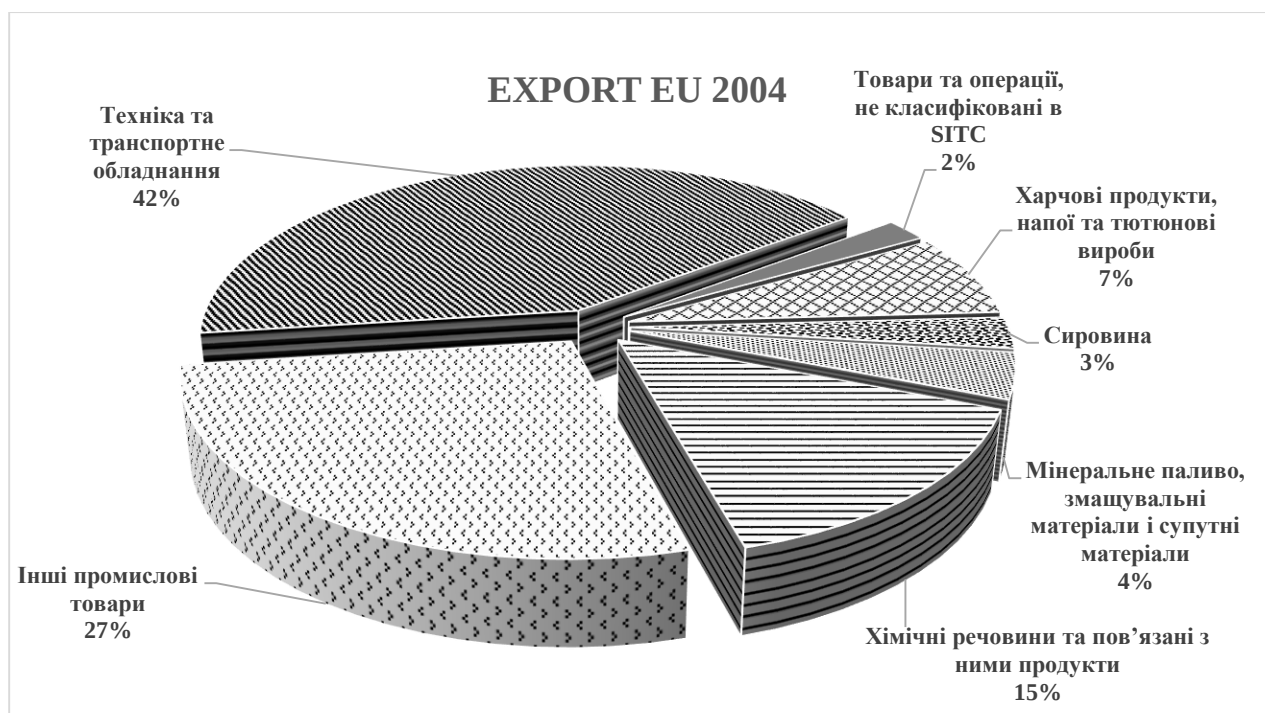


Рис. Н.3. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2004 р.

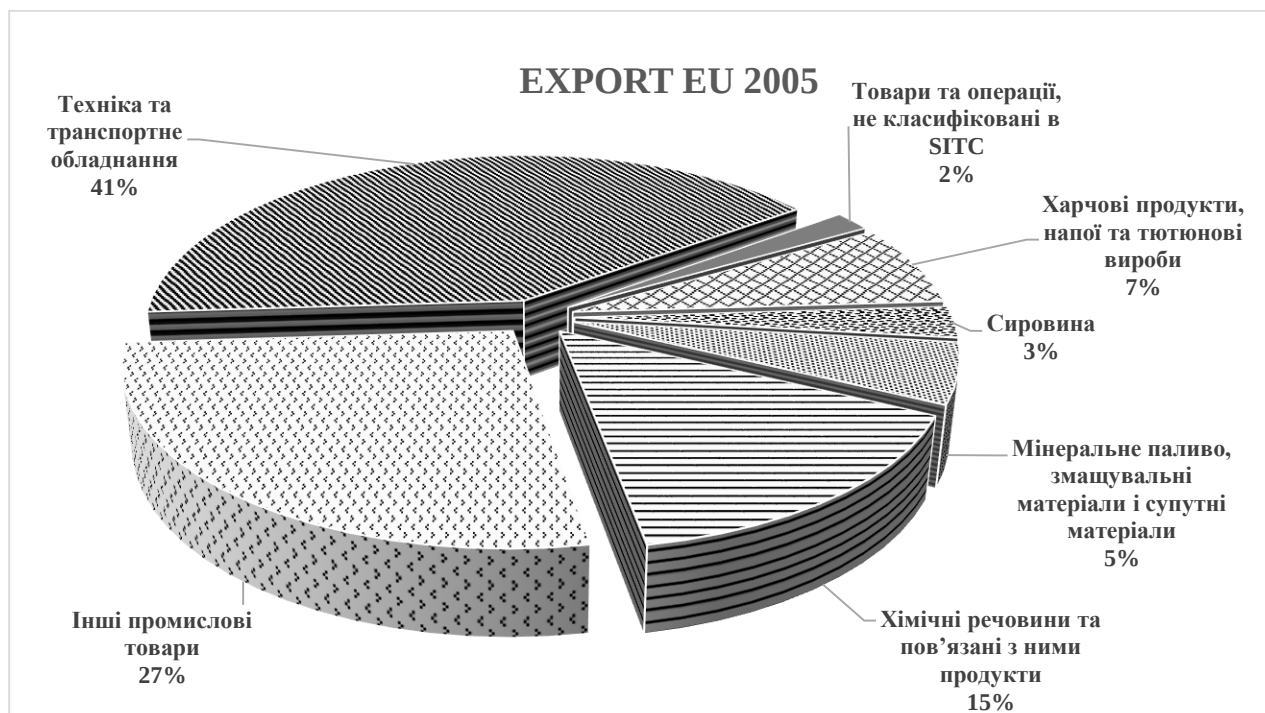


Рис. Н.4. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2005 р.

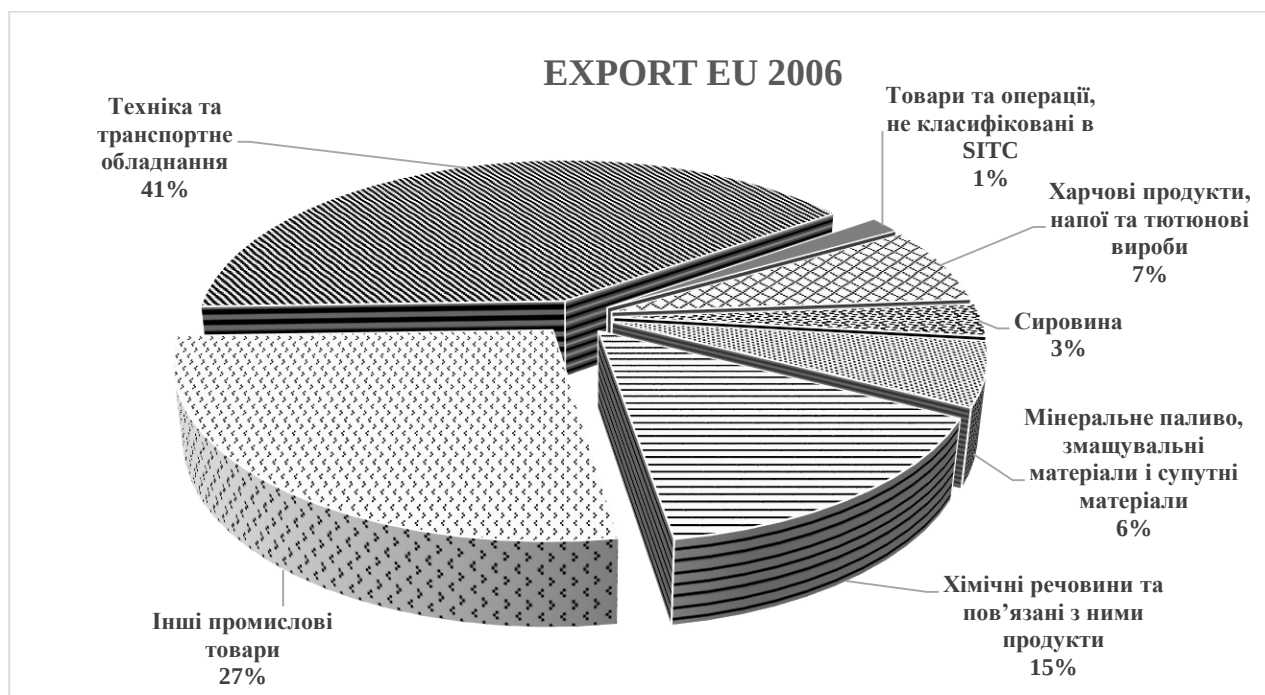


Рис. Н.5. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2006 р.

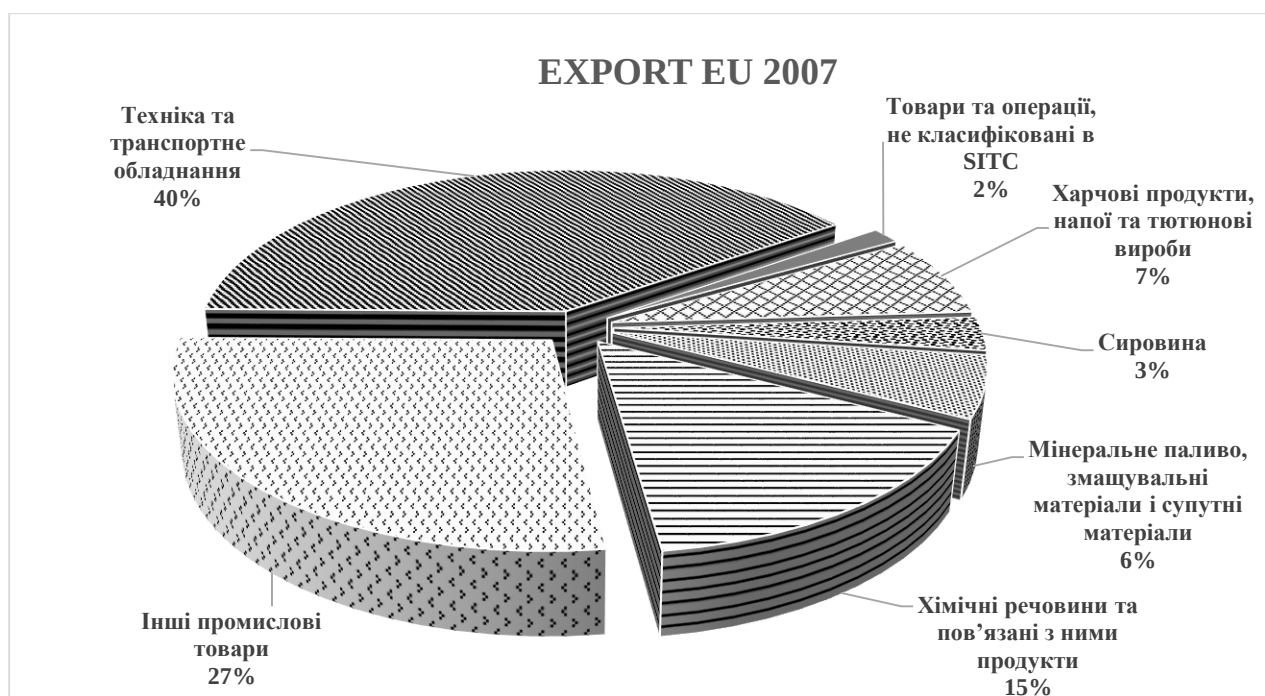


Рис. Н.6. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2007 р.

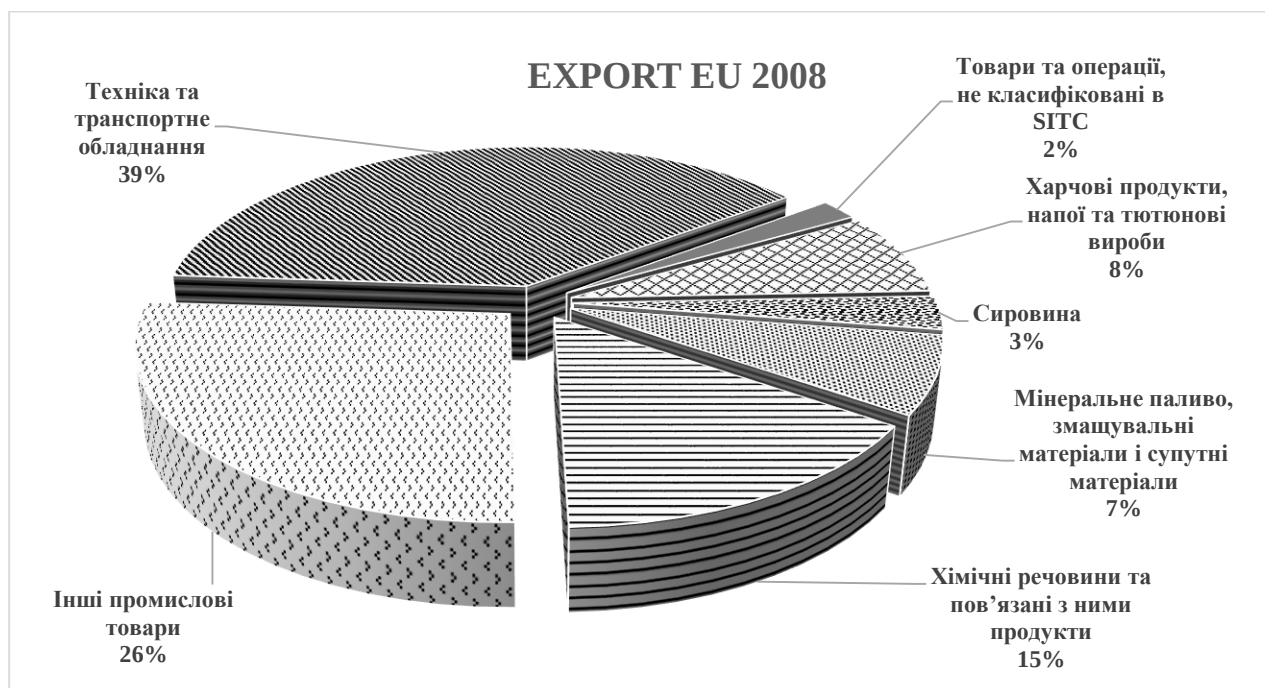


Рис. Н.7. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2008 р.

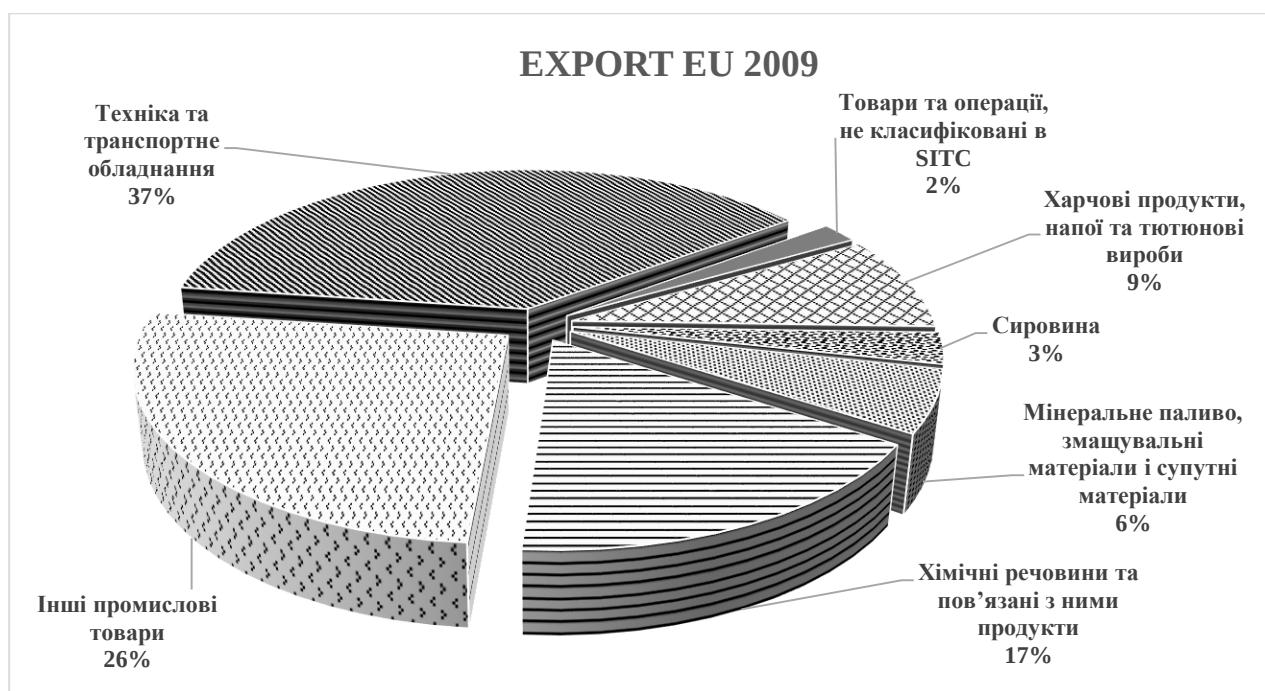


Рис. Н.8. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2009 р.

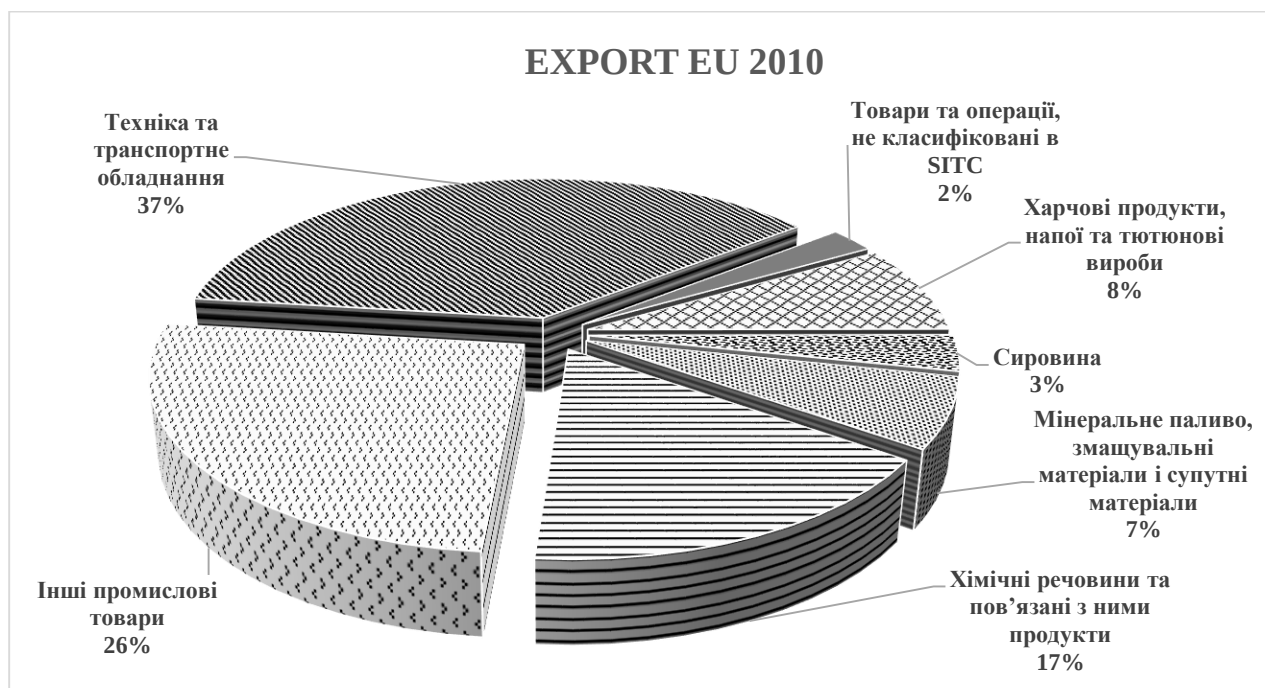


Рис. Н.9. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2010 р.

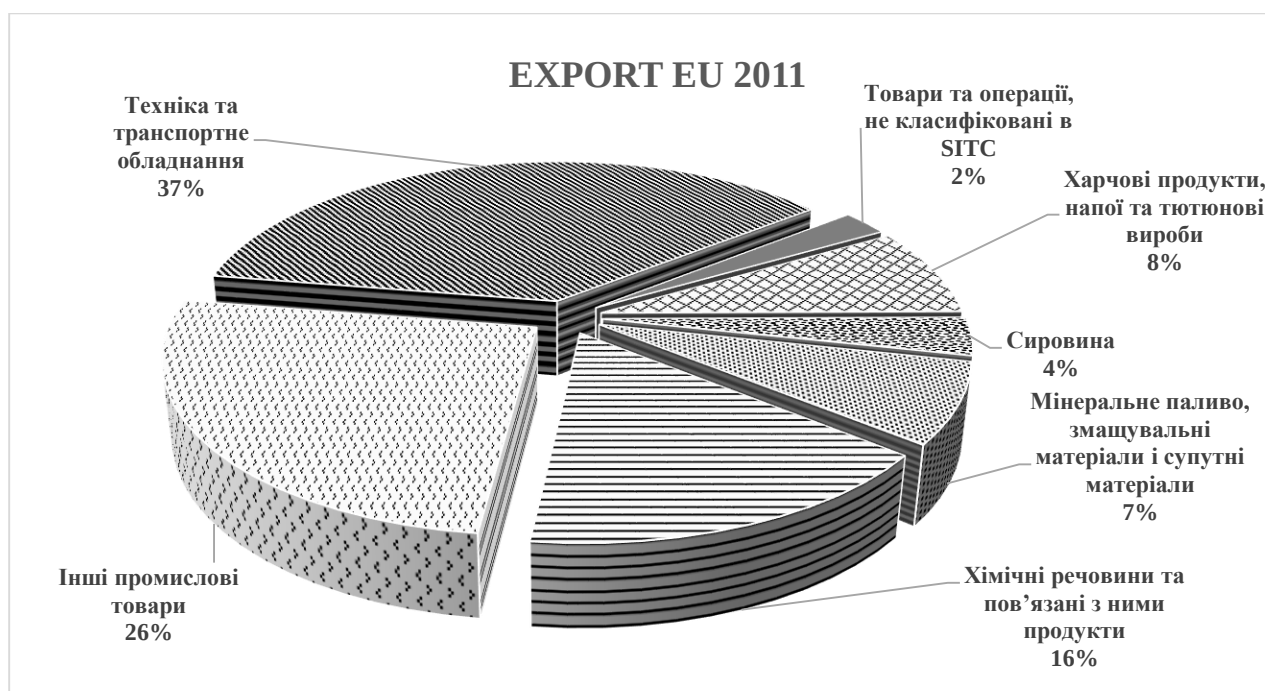


Рис. Н.10. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2011 р.

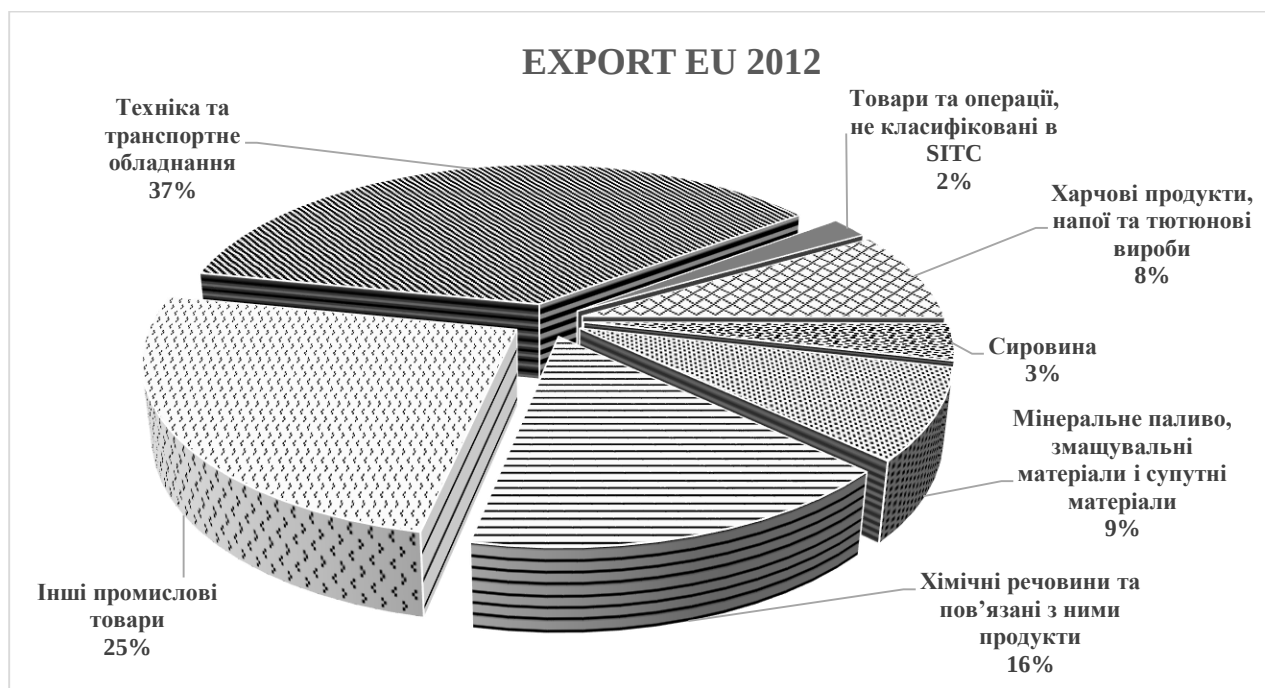


Рис. Н.11. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2012 р.

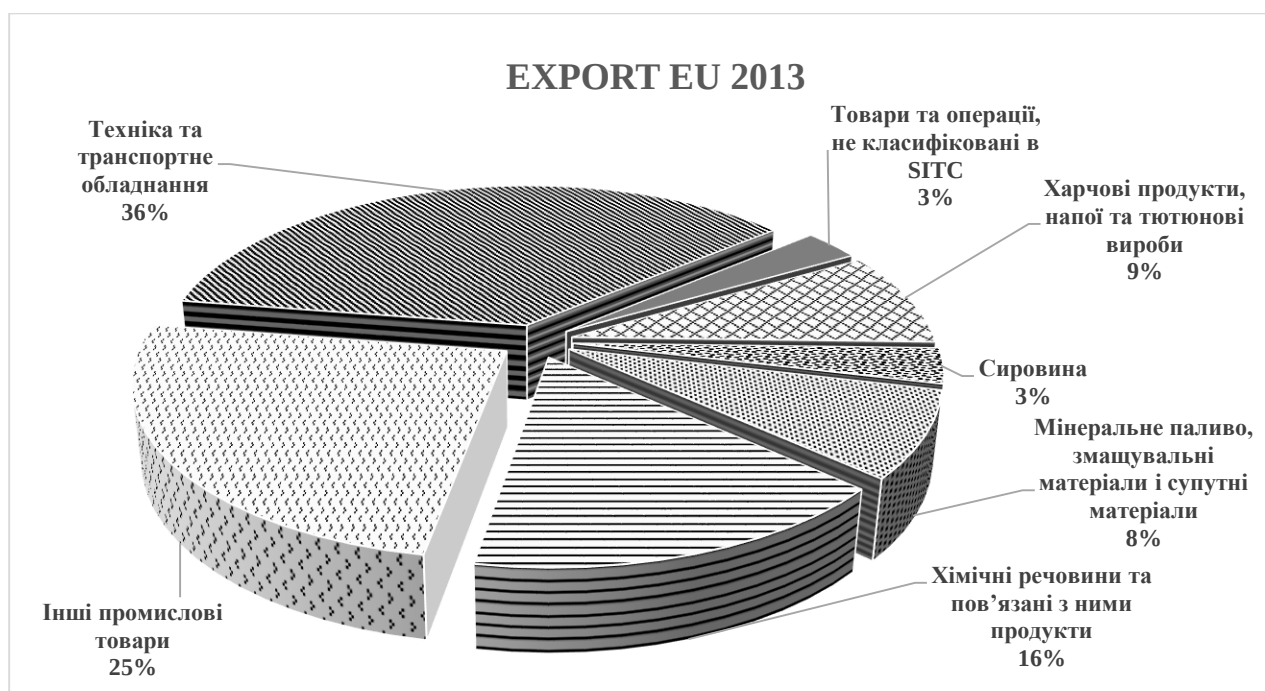


Рис. Н.12. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2013 р.

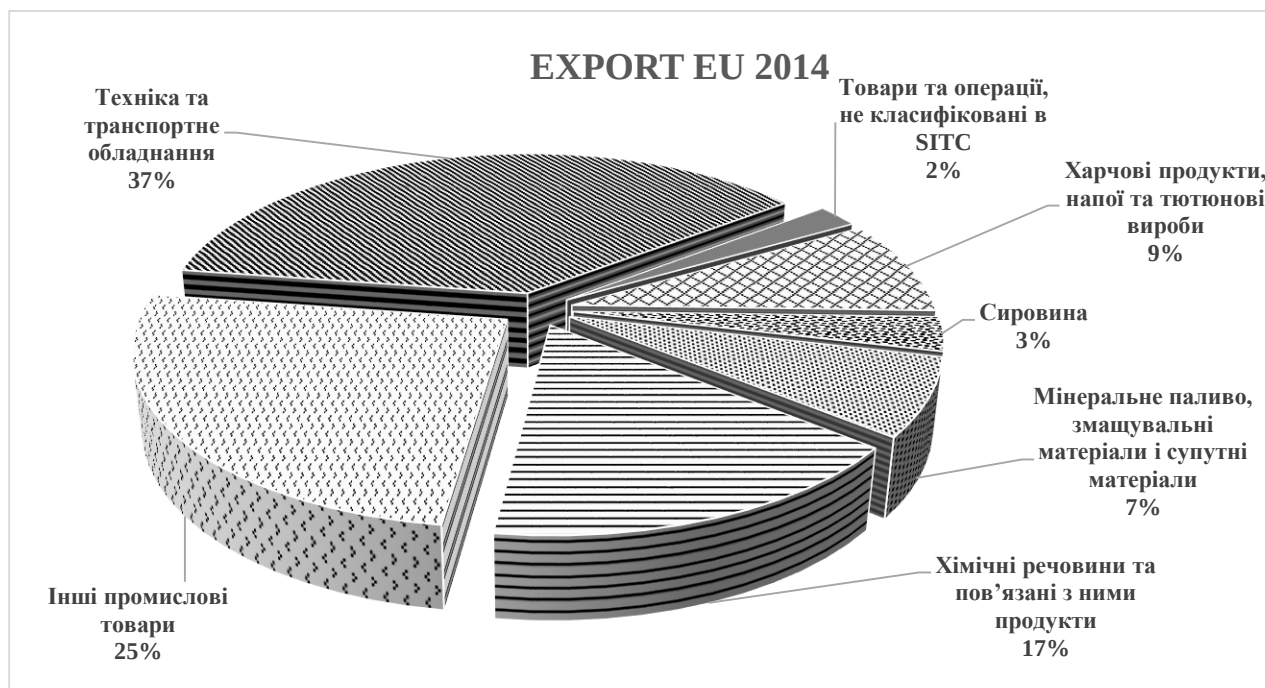


Рис. Н.13. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2014 р.

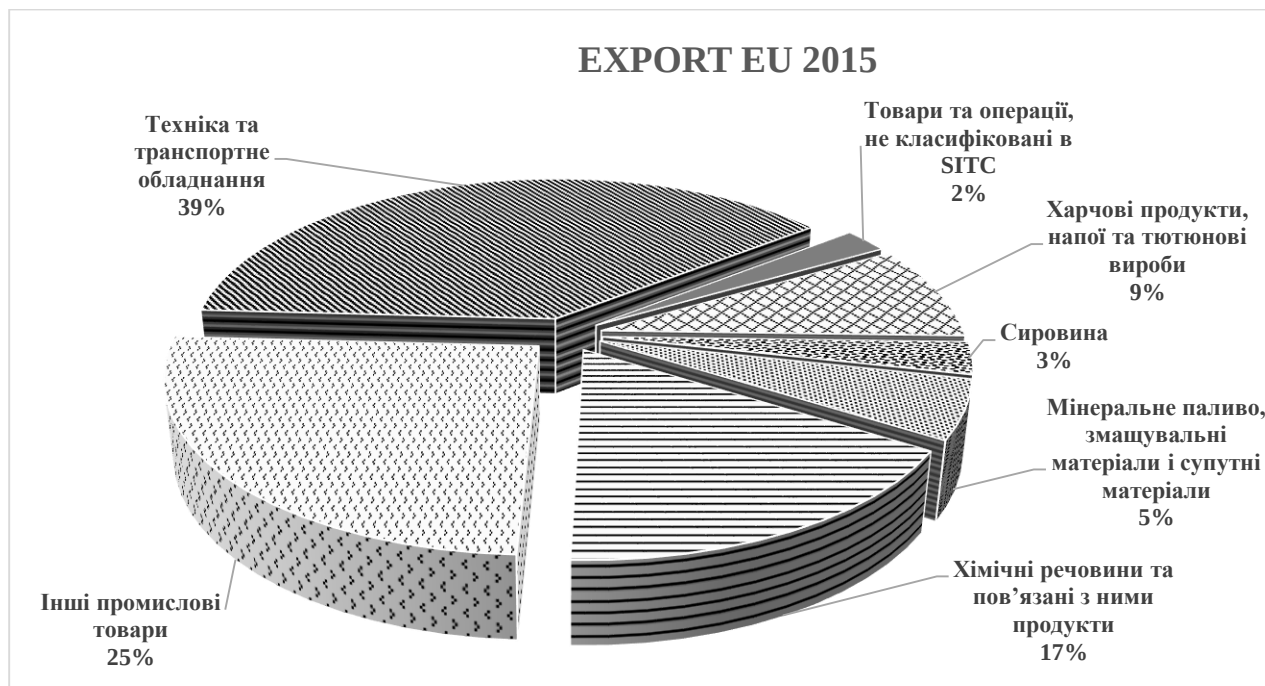


Рис. Н.14. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС за 2015 р.

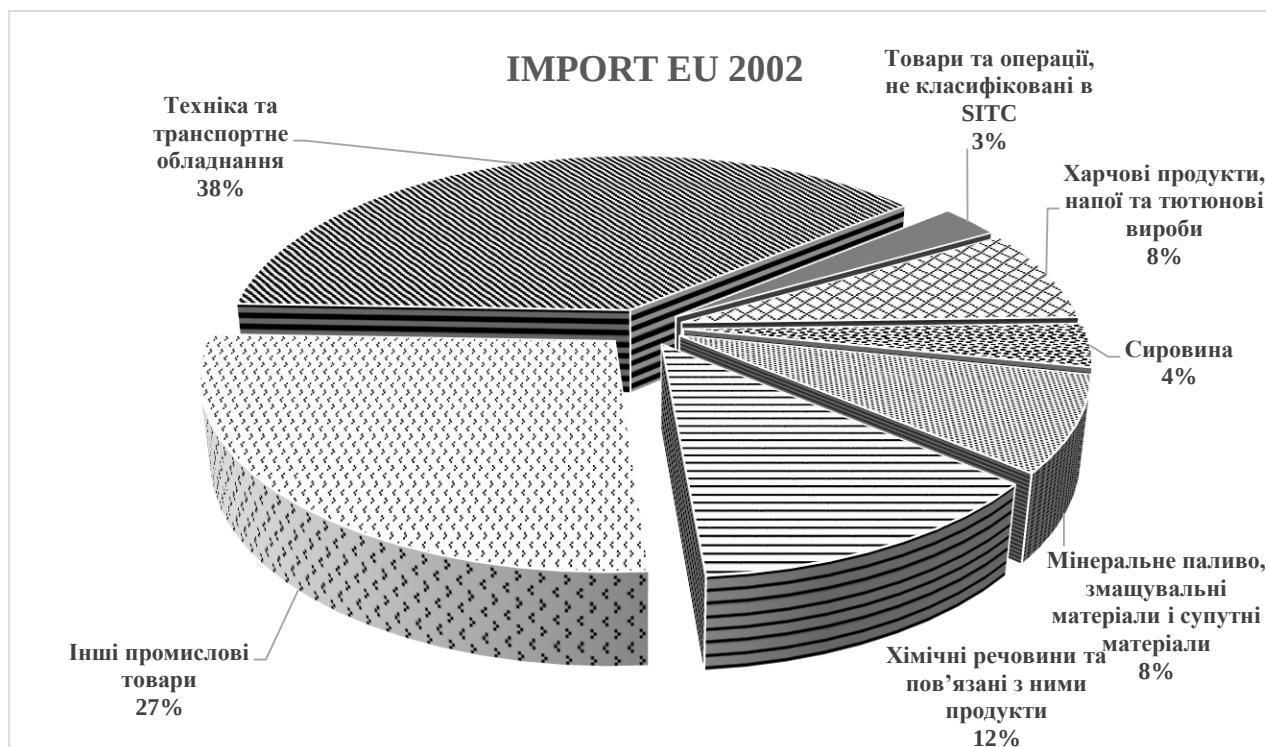


Рис. Н.15. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2002 р.

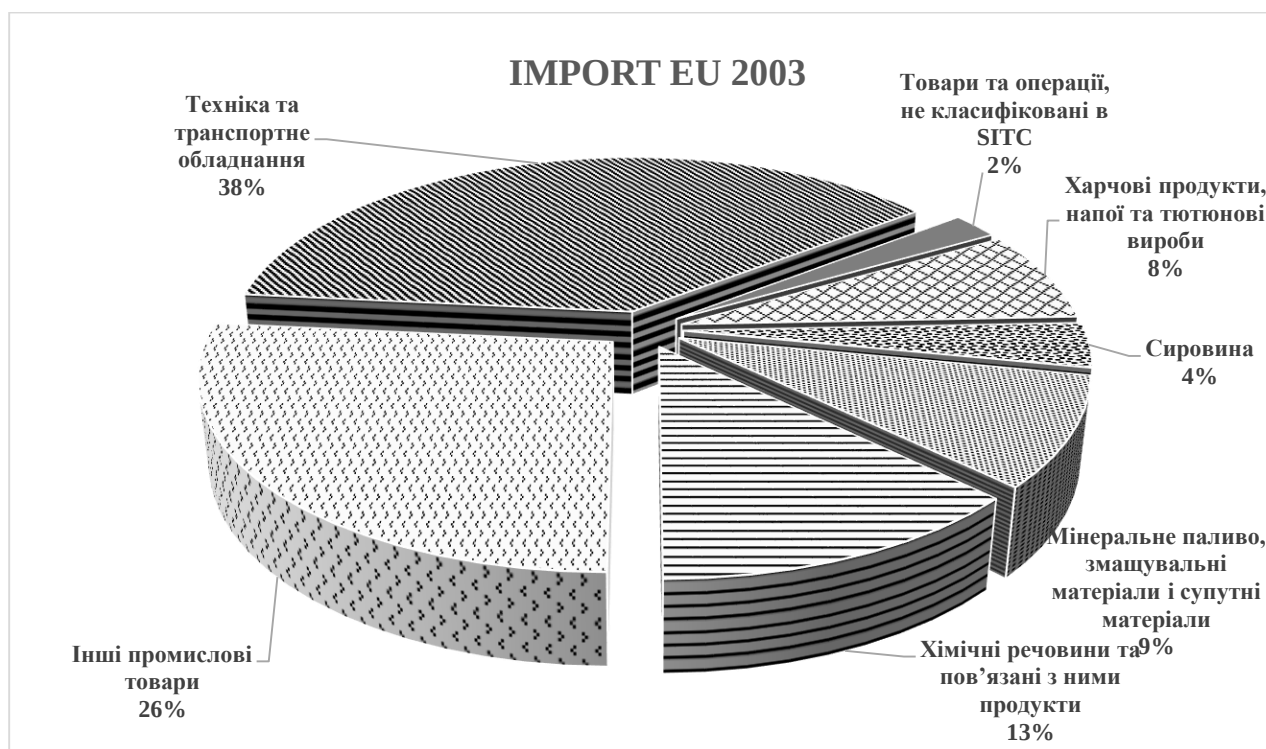


Рис. Н.16. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2003 р.

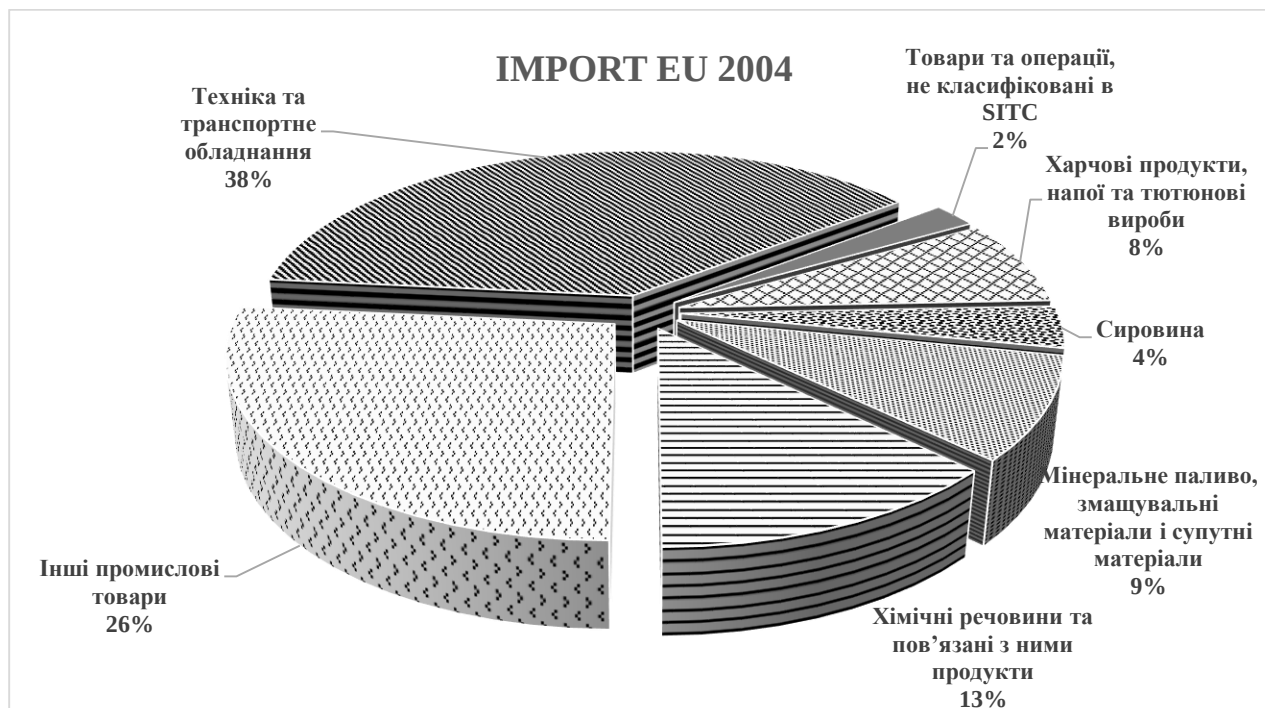


Рис. Н.17. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2004 р.

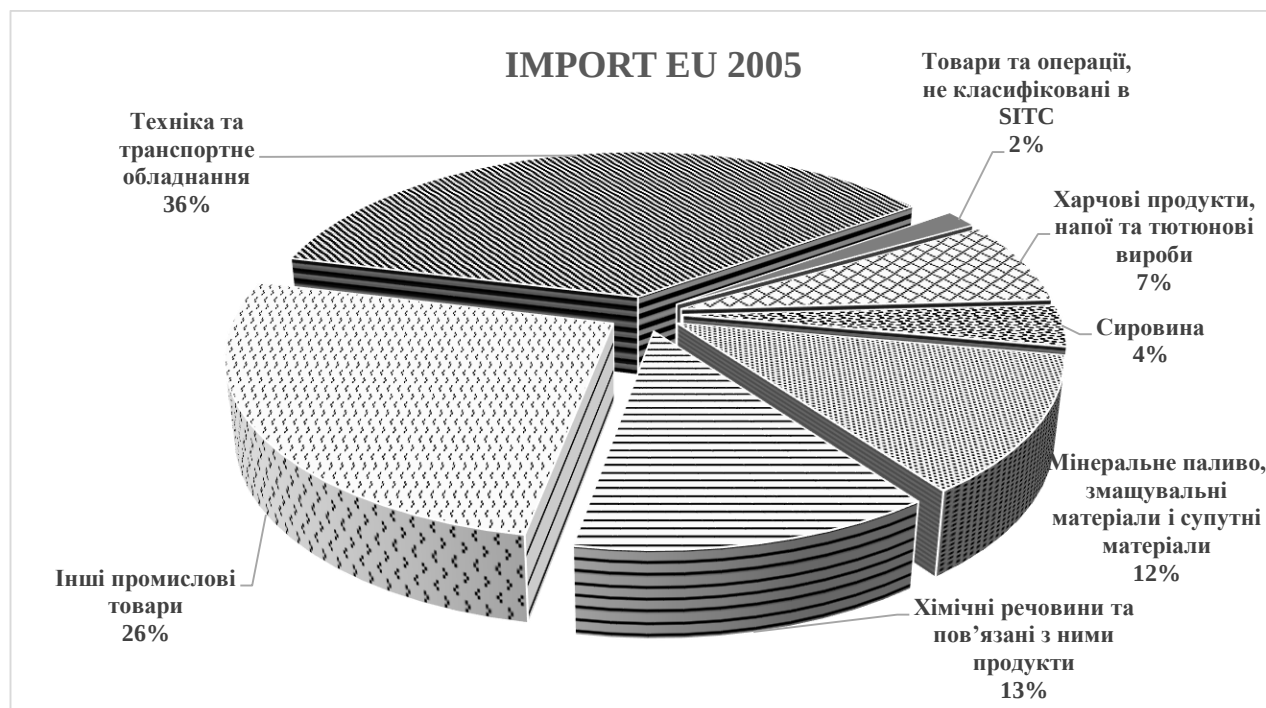


Рис. Н.18. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2005 р.

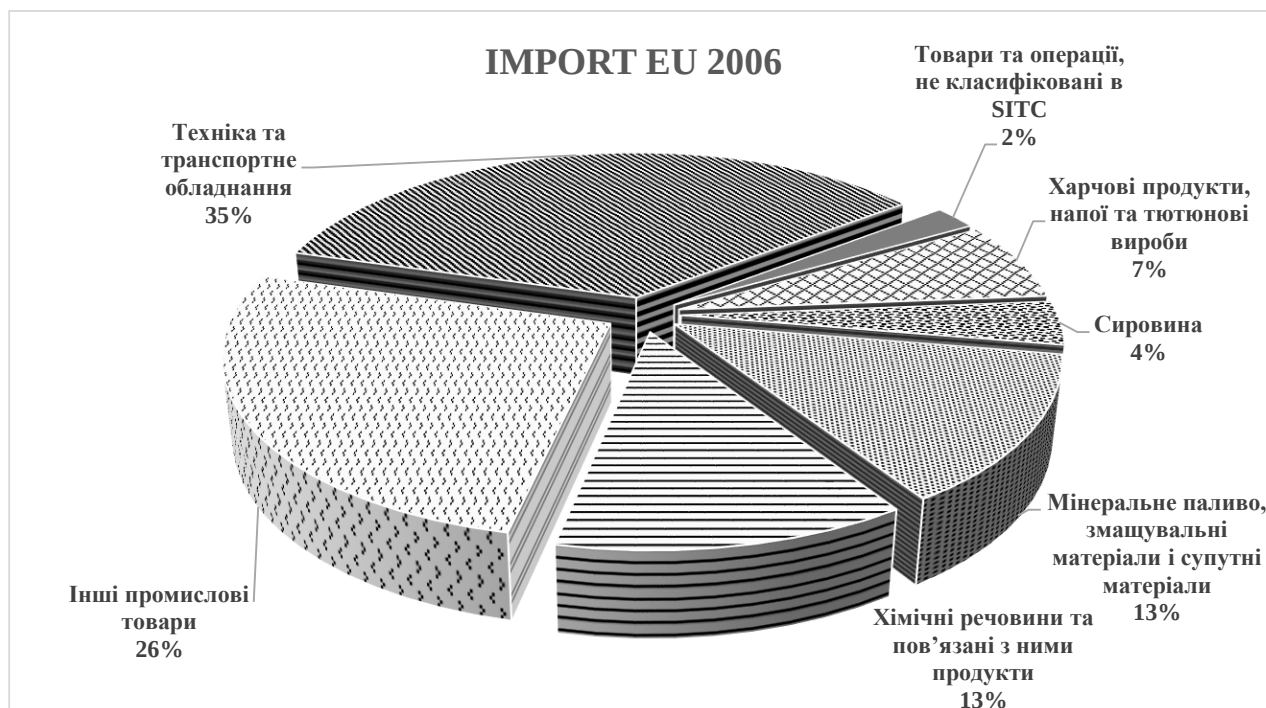


Рис. Н.19. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2006 р.

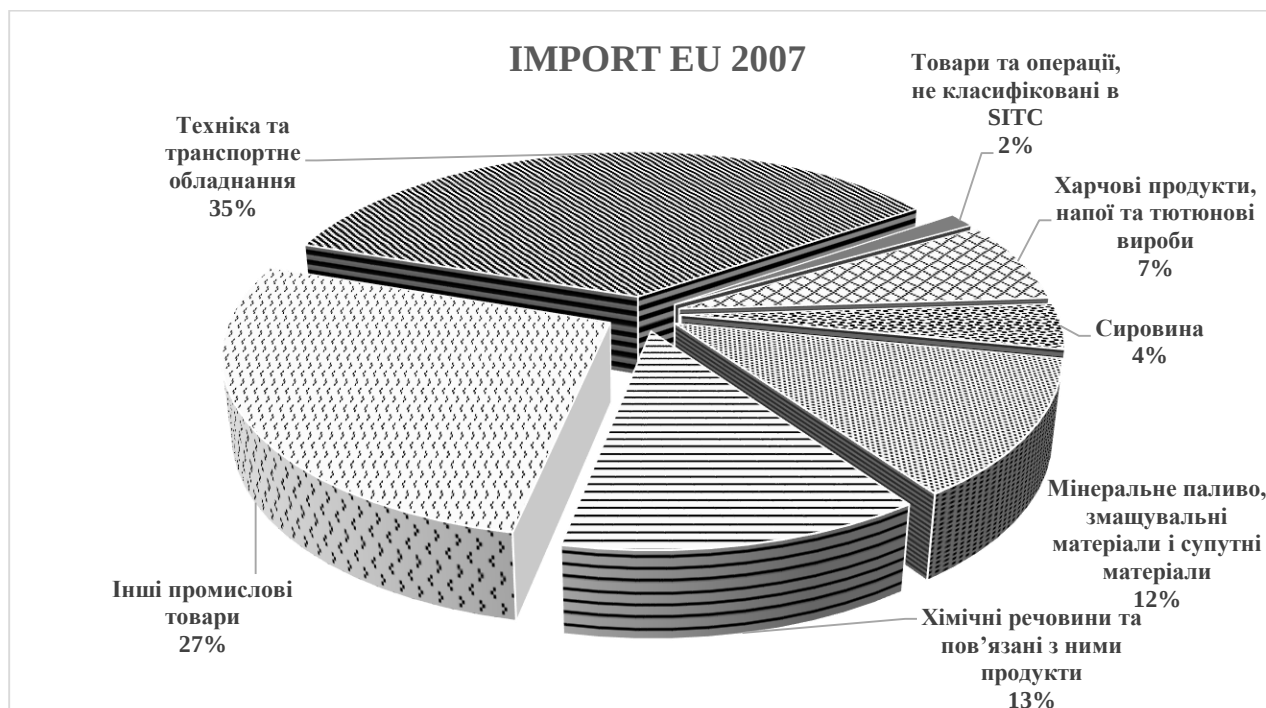


Рис. Н.20. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2007 р.

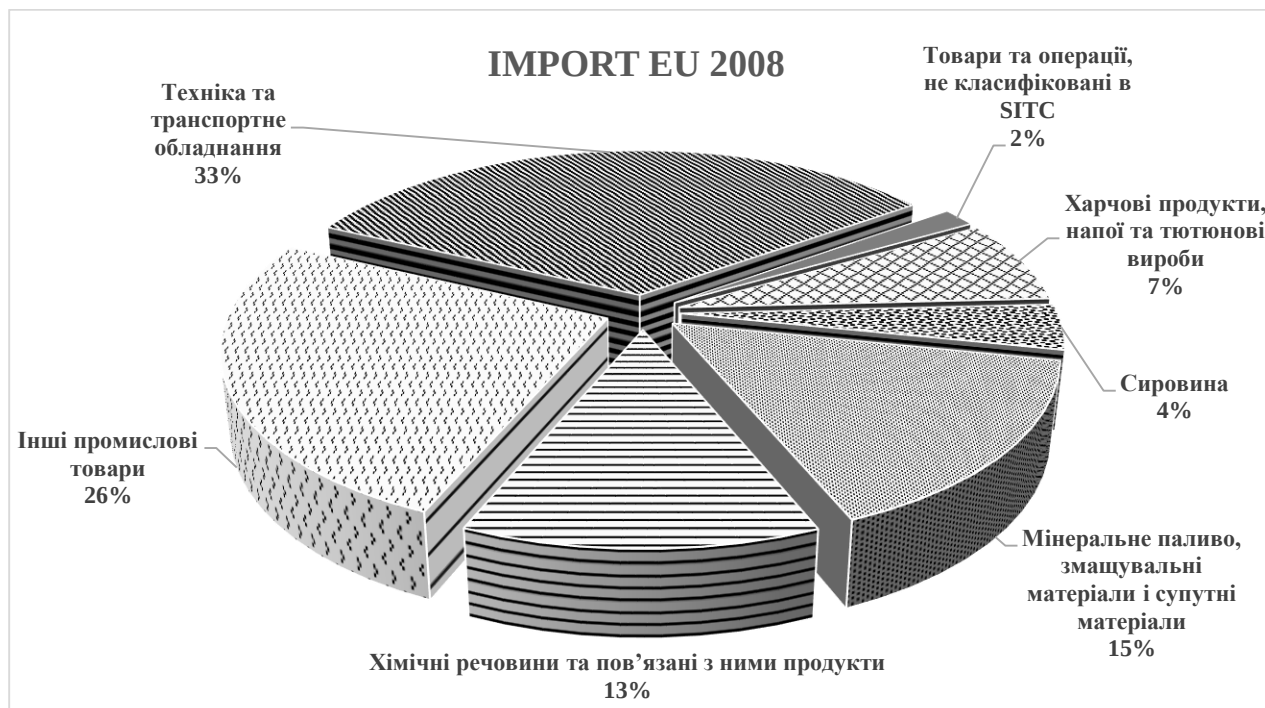


Рис. Н.21. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2008 р.

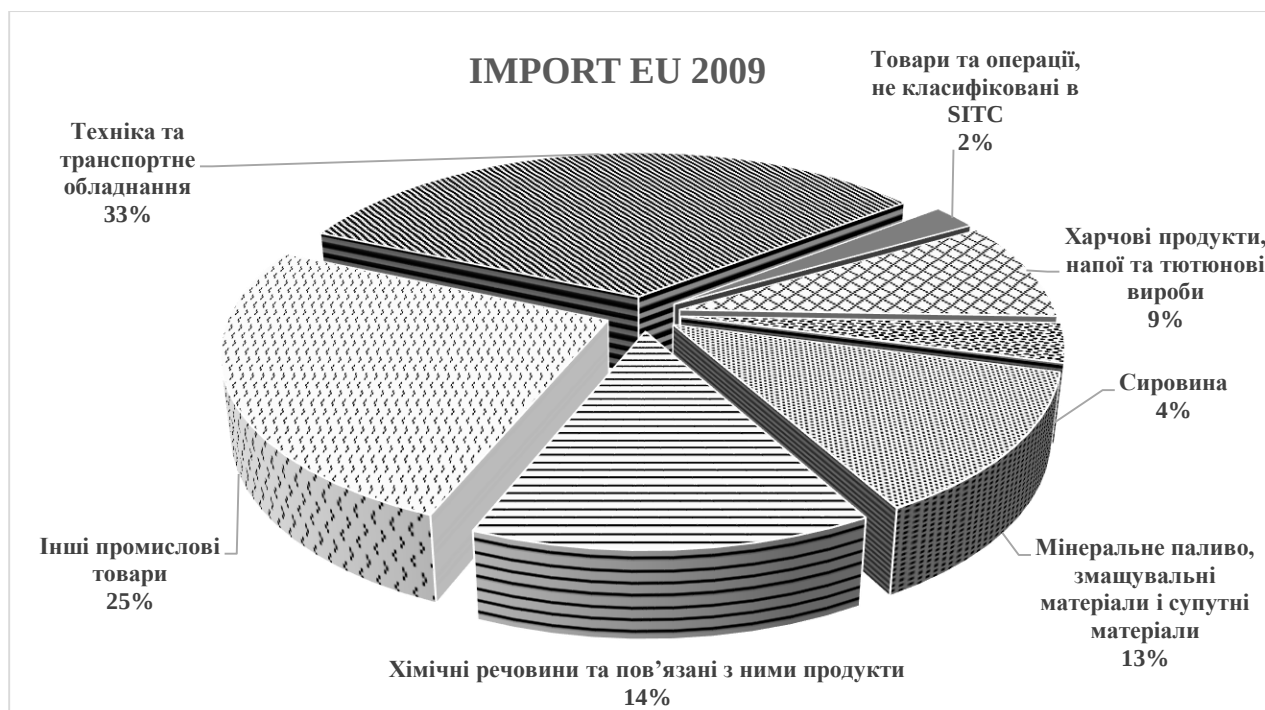


Рис. Н.22. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2009 р.

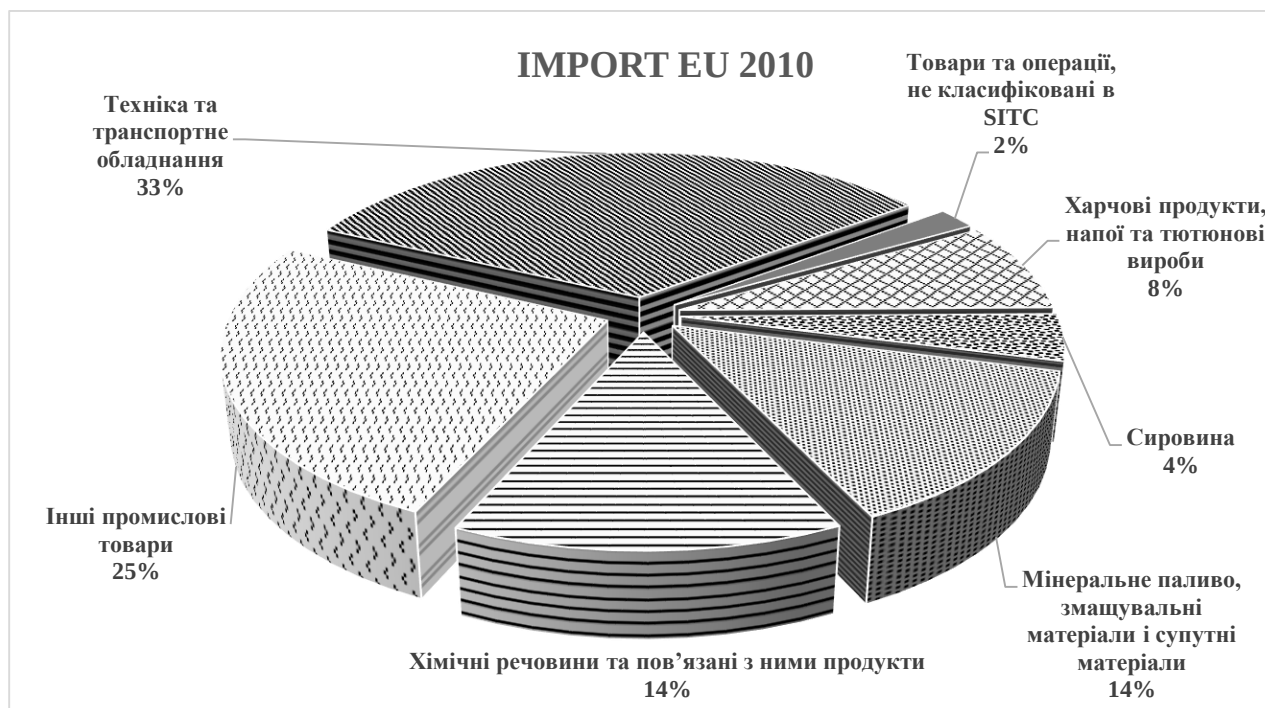


Рис. Н.23. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2010 р.

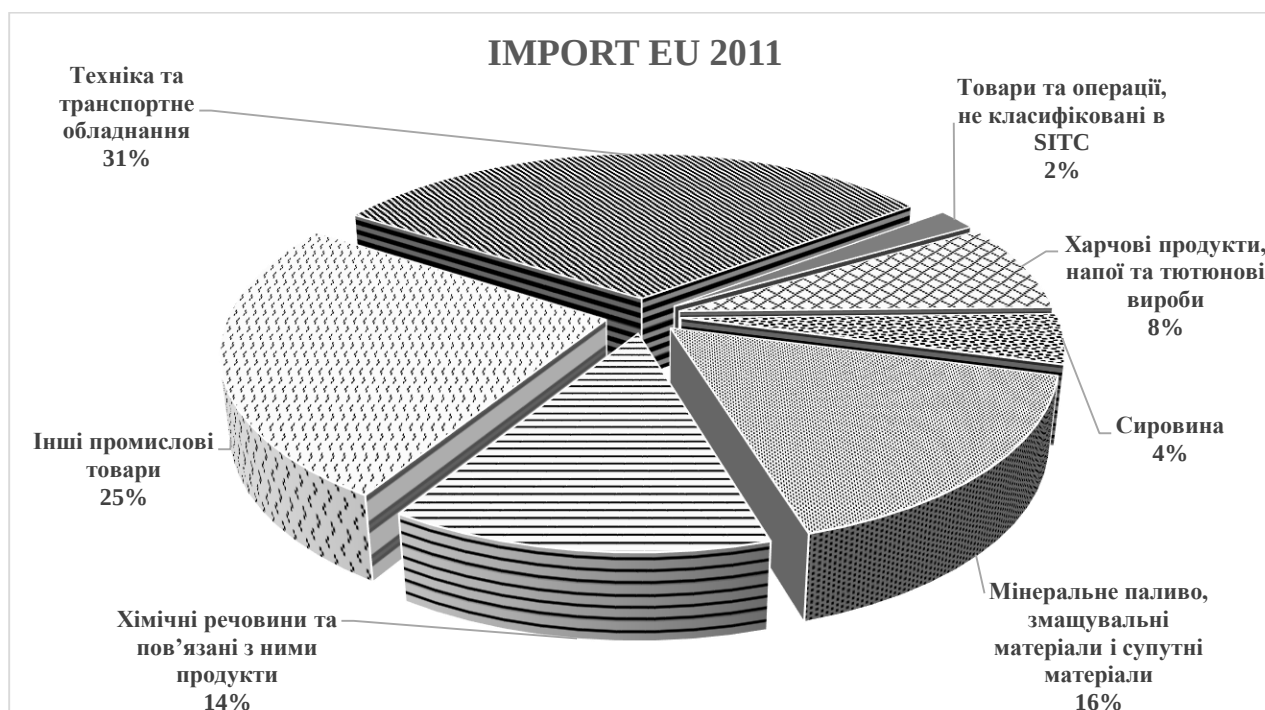


Рис. Н.24. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2011 р.

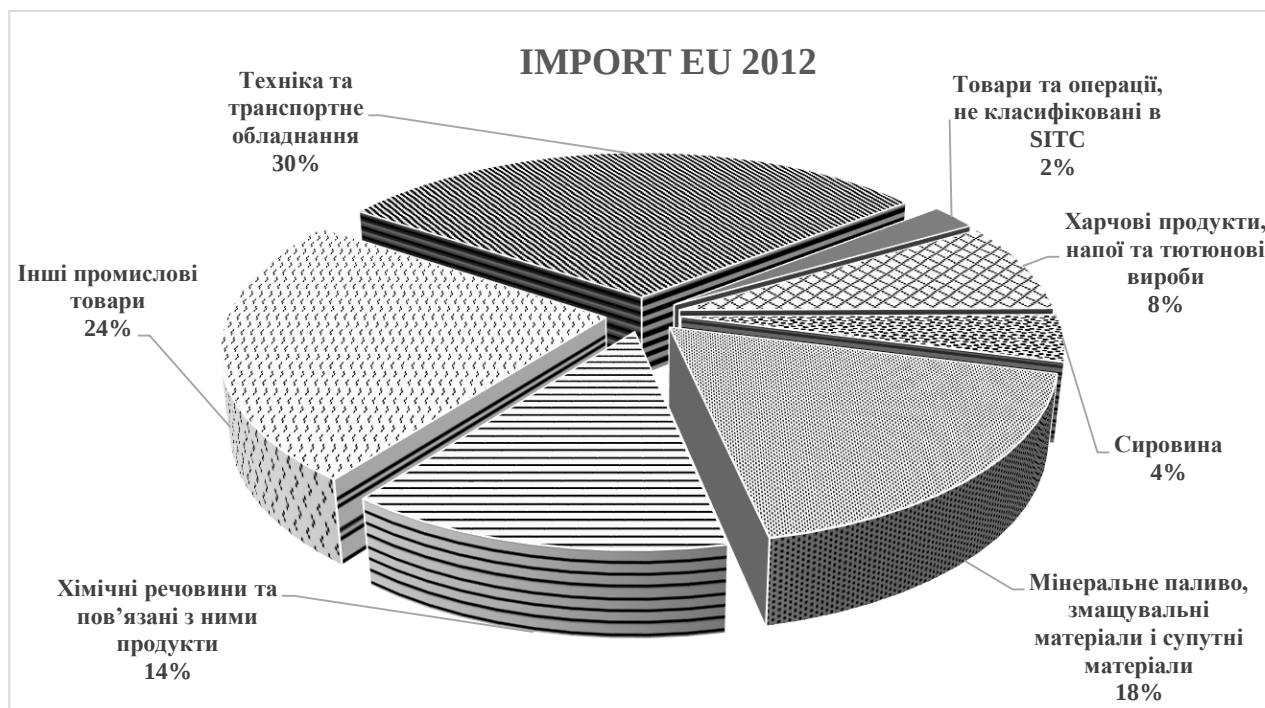


Рис. Н.25. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2012 р.

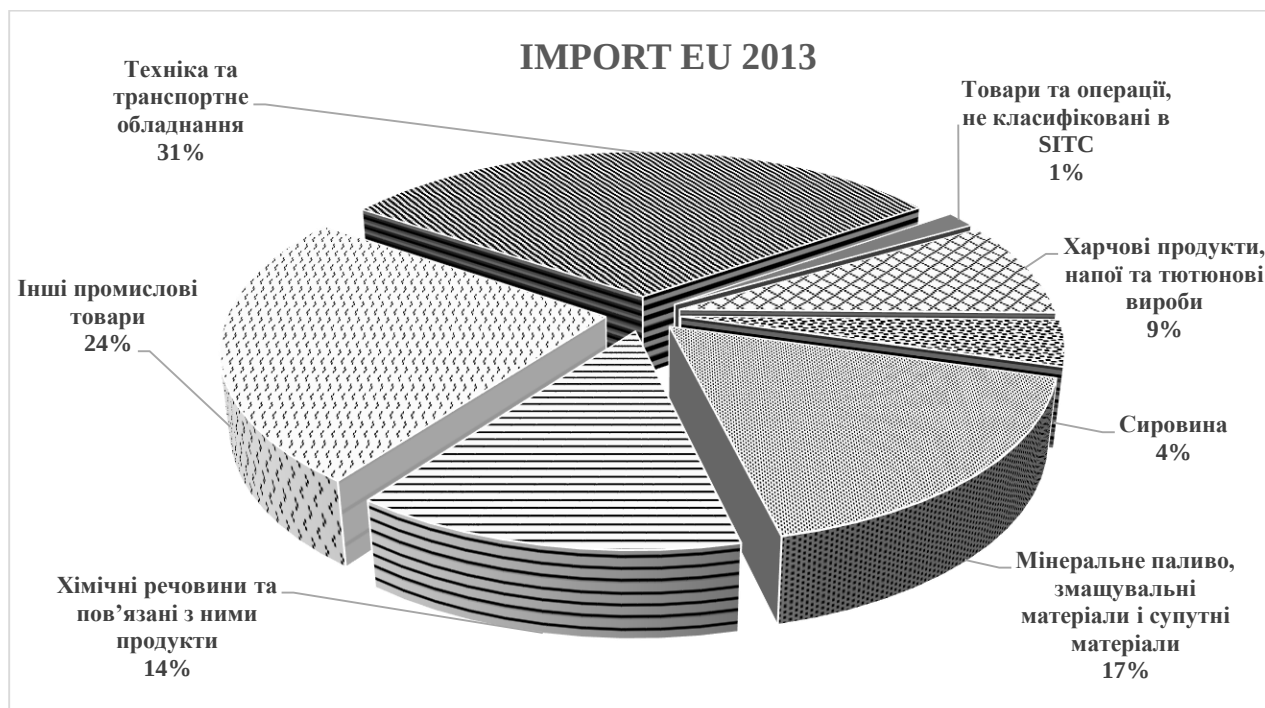


Рис. Н.26. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2013 р.

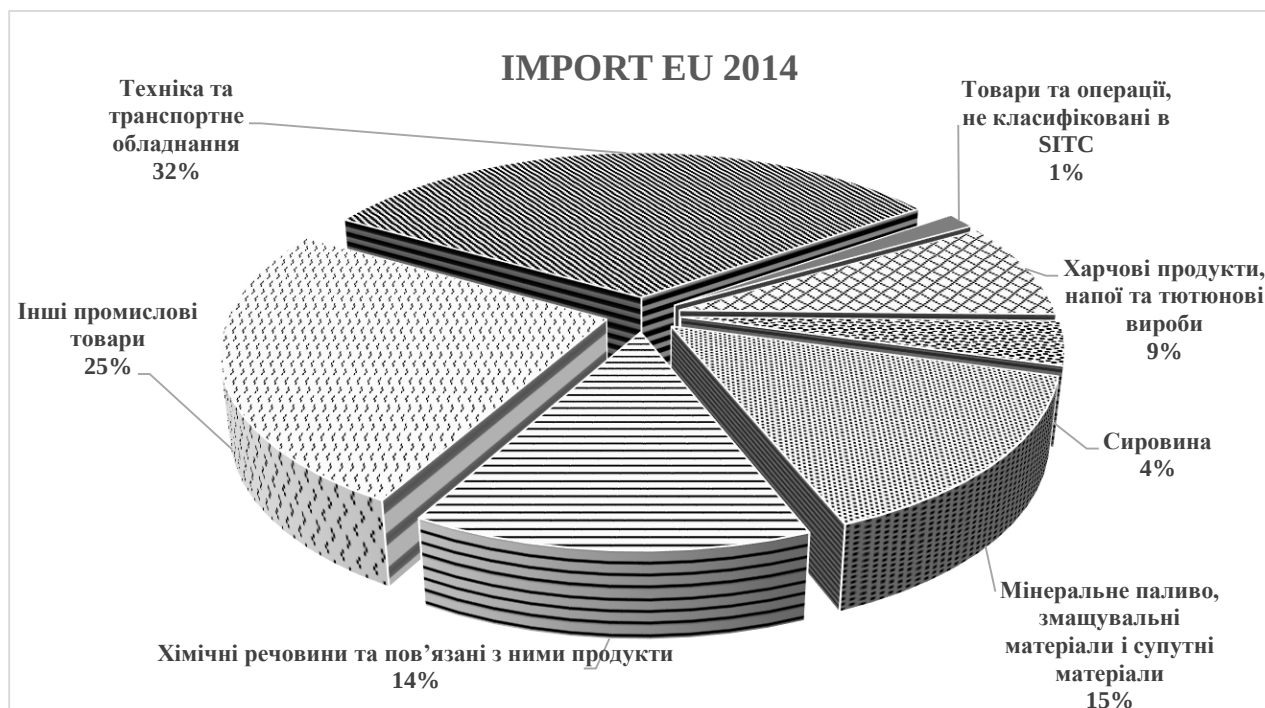


Рис. Н.27. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2014 р.

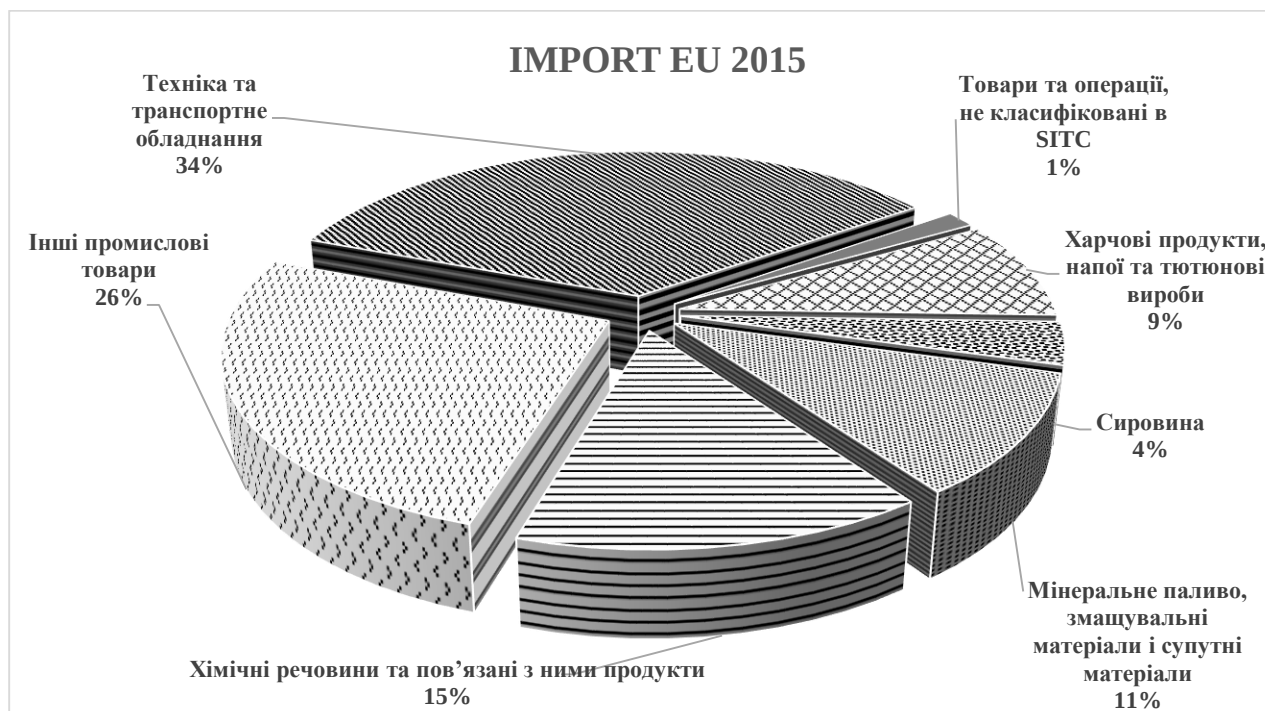


Рис. Н.28. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС за 2015 р.

ДОДАТОК II

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Text.RegularExpressions;
using System.Management;
using System.Management.Instrumentation;

namespace WindowsFormsApp1
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
            textBox1.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox1_KeyPress);
            textBox2.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox2_KeyPress);
            textBox3.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox3_KeyPress);
            textBox4.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox4_KeyPress);
            textBox5.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox5_KeyPress);
            textBox6.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox6_KeyPress);
            textBox7.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox7_KeyPress);
            textBox8.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox8_KeyPress);
            textBox9.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox9_KeyPress);
```

```
textBox10.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox10_KeyPress);
textBox11.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox11_KeyPress);
textBox12.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox12_KeyPress);
textBox13.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox13_KeyPress);
textBox14.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox14_KeyPress);
textBox15.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox15_KeyPress);
textBox16.KeyPress += new KeyPressEventHandler(textBox16_KeyPress);
textBox1.Text = "0"; textBox2.Text = "0";
textBox3.Text = "0"; textBox4.Text = "0";
textBox5.Text = "0"; textBox6.Text = "0";
textBox7.Text = "0"; textBox8.Text = "0";
textBox9.Text = "0"; textBox10.Text = "0";
textBox11.Text = "0"; textBox12.Text = "0";
textBox13.Text = "0"; textBox14.Text = "0";
textBox15.Text = "0"; textBox16.Text = "0";
}
```

```
private void textBox1_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {

```

```
        if (textBox1.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox2_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
```

```
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox2.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
    }
}
```

```
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox3_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox3.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
```

```
{  
    e.Handled = true;  
}  
}
```

```
private void textBox4_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)  
{  
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))  
    {  
        return;  
    }  
    if (e.KeyChar == '.')  
    {  
        e.KeyChar = ',';  
    }  
    if (e.KeyChar == ',')  
    {  
        if (textBox4.Text.IndexOf(',') != -1)  
        {  
            e.Handled = true;  
        }  
        return;  
    }  
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=  
(char)Keys.Delete))  
    {  
        e.Handled = true;  
    }  
}
```

```
private void textBox5_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox5.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}

private void textBox6_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {

```

```
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox6.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox7_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {

```

```
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox7.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox8_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {

```



```
        if (textBox8.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox9_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox9.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
    }
}
```

```
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox10_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox10.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
```

```
{  
    e.Handled = true;  
}  
}
```

```
private void textBox11_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)  
{  
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))  
    {  
        return;  
    }  
    if (e.KeyChar == '.')  
    {  
        e.KeyChar = ',';  
    }  
    if (e.KeyChar == ',')  
    {  
        if (textBox11.Text.IndexOf(',') != -1)  
        {  
            e.Handled = true;  
        }  
        return;  
    }  
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=  
(char)Keys.Delete))  
    {  
        e.Handled = true;  
    }  
}
```

```
private void textBox12_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox12.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}

private void textBox13_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {

```

```

        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox13.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}

```

```

private void textBox14_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {

```

```
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox14.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox15_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {

```

```
        if (textBox15.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
        return;
    }
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=
(char)Keys.Delete))
    {
        e.Handled = true;
    }
}
```

```
private void textBox16_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
```

```
{
    if ((e.KeyChar >= '0') && (e.KeyChar <= '9'))
    {
        return;
    }
    if (e.KeyChar == '.')
    {
        e.KeyChar = ',';
    }
    if (e.KeyChar == ',')
    {
        if (textBox16.Text.IndexOf(',') != -1)
        {
            e.Handled = true;
        }
    }
}
```

```
        return;  
    }  
    if ((e.KeyChar != (char)Keys.Back) && (e.KeyChar !=  
(char)Keys.Delete))  
    {  
        e.Handled = true;  
    }  
}
```

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
    double Exp0; double Exp1; double k01; double k02;  
    double k03; double k04; double k05; double k06;  
    double k07; double k11; double k12; double k13;  
    double k14; double k15; double k16; double k17;  
    double N1; double N2; double E;  
  
    Exp0 = Convert.ToDouble(textBox1.Text);  
    Exp1 = Convert.ToDouble(textBox4.Text);  
    k01 = Convert.ToDouble(textBox2.Text);  
    k02 = Convert.ToDouble(textBox5.Text);  
    k03 = Convert.ToDouble(textBox6.Text);  
    k04 = Convert.ToDouble(textBox7.Text);  
    k05 = Convert.ToDouble(textBox8.Text);  
    k06 = Convert.ToDouble(textBox9.Text);  
    k07 = Convert.ToDouble(textBox10.Text);  
    k11 = Convert.ToDouble(textBox3.Text);  
    k12 = Convert.ToDouble(textBox16.Text);  
    k13 = Convert.ToDouble(textBox15.Text);
```



```

k14 = Convert.ToDouble(textBox14.Text);
k15 = Convert.ToDouble(textBox13.Text);
k16 = Convert.ToDouble(textBox12.Text);
k17 = Convert.ToDouble(textBox11.Text);

```

```

N1 = (Exp1 / Exp0) * (1 - 0.5 * (Math.Abs((k11 - k01)/100) +
Math.Abs((k12 - k02)/100) + Math.Abs((k13 - k03)/100) + Math.Abs((k14 - k04)/100)
+ Math.Abs((k15 - k05)/100) + Math.Abs((k16 - k06)/100) + Math.Abs((k17 -
k07)/100))) - 1;

```

```

N2 = (Exp1 / Exp0) * 0.5 * (Math.Abs((k11 - k01)/100) +
Math.Abs((k12 - k02)/100) + Math.Abs((k13 - k03)/100) + Math.Abs((k14 - k04)/100)
+ Math.Abs((k15 - k05)/100) + Math.Abs((k16 - k06)/100) + Math.Abs((k17 -
k07)/100));

```

```

E = N1 + N2;

```

```

        label18.Text = E.ToString("N");
    }
else
    {
        Label18.Text = "Incorrectly entered data";
    }
}

```

```

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Text = "0"; textBox2.Text = "0";
    textBox3.Text = "0"; textBox4.Text = "0";
}

```

```
textBox5.Text = "0"; textBox6.Text = "0";  
textBox7.Text = "0"; textBox8.Text = "0";  
textBox9.Text = "0"; textBox10.Text = "0";  
textBox11.Text = "0"; textBox12.Text = "0";  
textBox13.Text = "0"; textBox14.Text = "0";  
textBox15.Text = "0"; textBox16.Text = "0";  
}
```

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
    double Exp0; double Exp1; double k01; double k02;  
    double k03; double k04; double k05; double k06;  
    double k07; double k11; double k12; double k13;  
    double k14; double k15; double k16; double k17;  
    double N1; double N2; double E;  
  
    Exp0 = Convert.ToDouble(textBox1.Text);  
    Exp1 = Convert.ToDouble(textBox4.Text);  
    k01 = Convert.ToDouble(textBox2.Text);  
    k02 = Convert.ToDouble(textBox5.Text);  
    k03 = Convert.ToDouble(textBox6.Text);  
    k04 = Convert.ToDouble(textBox7.Text);  
    k05 = Convert.ToDouble(textBox8.Text);  
    k06 = Convert.ToDouble(textBox9.Text);  
    k07 = Convert.ToDouble(textBox10.Text);  
    k11 = Convert.ToDouble(textBox3.Text);  
    k12 = Convert.ToDouble(textBox16.Text);  
    k13 = Convert.ToDouble(textBox15.Text);  
    k14 = Convert.ToDouble(textBox14.Text);
```

```

k15 = Convert.ToDouble(textBox13.Text);
k16 = Convert.ToDouble(textBox12.Text);
k17 = Convert.ToDouble(textBox11.Text);

if ((k01 + k02 + k03 + k04 + k05 + k06 + k07 == 100) && (k11 + k12
+ k13 + k14 + k15 + k16 + k17 == 100))
{
    N1 = (Exp1 / Exp0) * (1 - 0.5 * (Math.Abs((k11 - k01) / 100) +
Math.Abs((k12 - k02) / 100) + Math.Abs((k13 - k03) / 100) + Math.Abs((k14 - k04) /
100) + Math.Abs((k15 - k05) / 100) + Math.Abs((k16 - k06) / 100) + Math.Abs((k17 -
k07) / 100))) - 1;
    N2 = (Exp1 / Exp0) * 0.5 * (Math.Abs((k11 - k01) / 100) +
Math.Abs((k12 - k02) / 100) + Math.Abs((k13 - k03) / 100) + Math.Abs((k14 - k04) /
100) + Math.Abs((k15 - k05) / 100) + Math.Abs((k16 - k06) / 100) + Math.Abs((k17 -
k07) / 100));
    E = N1 + N2;

    double k21; double k22;
    double k23; double k24; double k25; double k26;
    double k27; double E_max; double N1_max; double N2_max;
    double k_opt21; double k_opt22; double k_opt23; double k_opt24;
    double k_opt25; double k_opt26; double k_opt27;

    k21 = k11 - 15;
    k22 = k12 - 15;
    k23 = k13 - 15;
    k24 = k14 - 15;
    k25 = k15 - 15;
    k26 = k16 - 15;

```

k27 = k17 - 15;

```
while ((k21 < (k11 + 15)) && (k22 < (k12 + 15)) &&
      (k23 < (k13 + 15)) && (k24 < (k14 + 15)) &&
      (k25 < (k15 + 15)) && (k26 < (k16 + 15)) &&
      (k27 < (k17 + 15)) && (k21 + k22 + k23 + k24 + k25 + k26 +
k27 == 100))
```

{

```
    N1_max = (Exp1 / Exp0) * (1 - 0.5 * (Math.Abs((k21 - k01) / 100)
+ Math.Abs((k22 - k02) / 100) + Math.Abs((k23 - k03) / 100) + Math.Abs((k24 - k04)
/ 100) + Math.Abs((k25 - k05) / 100) + Math.Abs((k26 - k06) / 100) + Math.Abs((k27
- k07) / 100)))) - 1;
```

```
    N2_max = (Exp1 / Exp0) * 0.5 * (Math.Abs((k21 - k01) / 100) +
Math.Abs((k22 - k02) / 100) + Math.Abs((k23 - k03) / 100) + Math.Abs((k24 - k04) /
100) + Math.Abs((k25 - k05) / 100) + Math.Abs((k26 - k06) / 100) + Math.Abs((k27 -
k07) / 100));
```

E_max = N1_max + N2_max;

k_opt21 = k21;

k_opt22 = k22;

k_opt23 = k23;

k_opt24 = k24;

k_opt25 = k25;

k_opt26 = k26;

k_opt27 = k21;

```
    if (E > E_max) E_max = E;
    k21++;
    k22++;
    k23++;
    k24++;
    k25++;
    k26++;
    k27++;

    label32.Text = k_opt21.ToString("N");
    label31.Text = k_opt22.ToString("N");
    label30.Text = k_opt23.ToString("N");
    label29.Text = k_opt24.ToString("N");
    label28.Text = k_opt25.ToString("N");
    label27.Text = k_opt26.ToString("N");
    label26.Text = k_opt27.ToString("N");

    label33.Text = E_max.ToString("N");

    }
}

else
{
    label33.Text = "Incorrectly entered data";
}
}
```

ДОДАТОК Р

Таблиця Р.1

Обсяги експорту Франції за товарними групами (2002–2018 рр.),

млн. євро

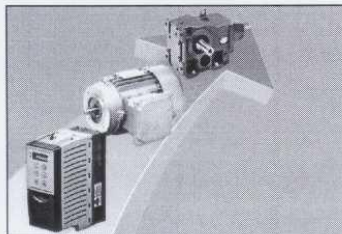
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	35 706	36 425	36 277	36 969	39 330	42 498	45 480	40 815	44 758
Сировина	6 620	6 790	7 894	8 066	9 956	10 475	10 979	7 862	10 272
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	7 748	8 432	9 645	14 411	16 273	17 109	23 027	13 598	15 471
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	53 314	53 624	56 731	60 399	66 091	69 804	73 431	67 394	69 543
Інші промислові товари	78 130	77 421	82 169	85 410	93 434	99 246	98 502	80 619	88 599
Техніка та транспортне обладнання	163 510	158 801	163 528	161 131	163 135	162 664	161 293	132 051	151 679
Товари та операції, не класифіковані в SITC	5 776	5 076	6 964	6 009	6 706	6 530	6 271	5 696	14 765
Всього	350 804	346 569	363 208	372 395	394 925	408 326	418 983	348 035	395 087
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	51 778	53 071	55 345	53 636	54 862	54 192,5	56 403,5	57 579,5	
Сировина	13 467	12 799	11 913	11 681	11 226	11 054,7	12 348,5	12 456,8	
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	20 534	21 308	18 645	18 181	14 810	11 180,2	14 184,3	17 484,3	
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	78 702	82 877	82 873	82 520	84 573	83 954,2	89 226,9	91 676,6	
Інші промислові товари	98 298	98 072	97 775	99 477	104 316	103 724,7	108 810,1	113 363,6	
Техніка та транспортне обладнання	158 604	166 946	163 878	165 187,7	178 213	180 712,8	184 908,0	192 210,3	
Товари та операції, не класифіковані в SITC	7 118	7 572	7 011	6 561	7 990	8 256,7	7 841,0	8 042,9	
Всього	428 501	442 645	437 440	437 244	455 990	453 076	473 722	492 814	

ДОДАТОК С

Апробація результатів дисертації

<i>Назви конференції, конгресу, симпозіуму, семінару, школи</i>	<i>Місце проведення</i>	<i>Дата проведення (із зазначенням числа, місяця та року)</i>
Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми економіки та менеджменту: оцінка та перспективи вирішення»	м. Львів, Україна	20 червня 2020 р.
Міжнародна науково-практична конференція «Теоретико-практичні аспекти аналізу економіки, обліку, фінансів і права»	м. Полтава, Україна	18 червня 2020 р.
Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні підходи до формування стратегічного бачення соціально-економічного розвитку регіонів»	м. Львів, Україна	23 травня 2020 року
Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми міжнародної міграції: оцінка та перспективи вирішення»	м. Одеса, Україна	16 травня 2020 р.
XVIII International Conference «Dynamical System Modelling and Stability Investigation»	м. Київ, Україна	24–26 травня 2017 р.
International Scientific Conference «Economy and Society: modern foundation for human development»	Leipzig, Germany	31 жовтня 2016 р.
International Scientific Conference «Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions»	Kielce, Poland	28 вересня 2016 р.

ДОДАТОК Т



**Приватне Підприємство
Науково-виробниче об'єднання
"Енергоощадні технології"**

Адреса 46011 м. Тернопіль, вул. Глиняна, 27,
ЄДРПОУ 35308407

тел./факс.: (0352) 533909

Є платником податку на прибуток на загальних
підставах

№5/07/20

від 02 липня 2020 року

Голові спеціалізованої
вченої ради Прикарпатського
національного університету
ім. В. Стефаника
д.е.н., проф. Благуни І. С.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету

Дзюбановської Наталії Володимирівни

на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання
міжнародної торгівлі країн»

на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в
економіці

Наукові результати дисертаційного дослідження Дзюбановської Наталії Володимирівни на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн» упроваджені у роботу ПП НВО «Енергоощадні технології».

Зокрема, оцінено структурну динаміку товарних груп, які реалізовує підприємство та здійснено прогноз обсягів продажів за цими групами товарів на 2021 р. Також завдяки розробленій здобувачем моделі оптимізації торговельної структури отримано зміни часток структурних компонент для різних стратегій розвитку підприємства.

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду Д 20.051.12 Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника.

Доктор філософії
Директор ПП НВО "Енергоощадні
технології"



Іскерський І.С.

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО «АГРО-ТЕХ-ЦЕНТР»

46023 м. Тернопіль, вул. Київська, 11А/60, Код ЄДРПОУ 37681421, Р/р
UA683387830000026006055104929 в ТЕРНОПІЛЬСЬКА ФІЛІЯ
КБ "ПРИВАТБАНК" МФО 338783, тел. 067 353 30 38

м. Тернопіль

01.07.2020 р. № 1

*Голові спеціалізованої
вченої ради Прикарпатського
національного університету
імені Василя Стефаника
д.е.н., проф. Благуни І. С.*

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету
Дзюбановської Наталії Володимирівни
на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання
міжнародної торгівлі країн»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці

Видана *Дзюбановській Наталії Володимирівні* про те, що результати її наукового дослідження впроваджені у роботу ПП «АГРО-ТЕХ-ЦЕНТР».

Зокрема, нашим підприємством використано підхід до оцінювання впливу міграційних процесів і рівня дохідності населення регіону на обсяги продажів товарів та здійснено аналіз структурних змін реалізованої продукції протягом останніх трьох років. Висновки та рекомендації автора враховані для формування оптимальних часток різновидів товарів у загальній структурі торгівлі підприємства.

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду Д 20.051.12 Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Директор ПП Агро-Тех-Центр



Чайка Л.М.



ЕРІДОН®
СПІВПРАЦЯ, ЯКА ГАРАНТУЄ УСПІХ



Вих. № 23 від 11.08.2020 р.

Голові спеціалізованої

вченої ради

Прикарпатського національного

університету ім. В. Стефаника

д.е.н., проф. Благуну І. С.

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики

Тернопільського національного економічного університету

Дзюбановської Наталії Володимирівни

на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання

міжнародної торгівлі країн»

на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук

за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Розроблена у дисертаційній роботі Дзюбановської Н.В. оптимізаційна модель торговельної структури має прикладний характер і використовується у роботі ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН» у Тернопільській області для прийняття управлінських рішень та перерозподілу ресурсної бази при формуванні часток структурних компонент організації.

Модель також дає змогу оцінити динаміку структурних змін організації за попередні періоди та передбачити можливі зміни часток структурних компонент залежно від попиту на ринку комплексного забезпечення аграрних виробників України.

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду Д 20.051.12 Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника.

Директор ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН»



Т.Т. Живчик

Місцезнаходження підприємства ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН»:
08467, Київська обл., Переяслав-Хмельницький район,
село Чопилки, вул. Богдана Хмельницького, буд. 35

Тел./факс: +380 044-536-92-00 (01,02,03,04)
E-mail: office@eridon.ua
Сайт: www.eridon.ua



ТЕРНОПІЛЬСЬКА МІСЬКА РАДА
УПРАВЛІННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТА

«22» 09 2020 р.

№ 243/2

Голові спеціалізованої вченої ради
Прикарпатського національного
університету ім. В. Стефаника
д.е.н., проф. Благуни І. С.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету
Дзюбановської Наталії Володимирівни
на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання
міжнародної торгівлі країн»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в
економіці

Видана **Дзюбановській Наталії Володимирівни** про те, що наукові результати її дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання міжнародної торгівлі країн» упроваджені у роботу управління стратегічного розвитку міста Тернопільської міської ради.

Зокрема, використовуються такі розробки автора:

- використано підхід до оцінювання впливу демографічних та соціально-економічних факторів на основні показники торгівлі міста Тернополя;
- проведено аналіз динаміки основних показників торгівлі міста і здійснено прогноз обсягів експорту та імпорту товарів на 2021–2022 рр.;
- проведено аналіз динамічних трансформацій торгівлі міста, розраховано середньорічні зміни у товарній структурі обсягів експорту та імпорту, обчислено компоненти структурного запізнення та випередження в розкладі норми зростання обсягів експорту та імпорту товарів протягом останніх п'яти років.

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду Д20.051.12 Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника.

Начальник управління

Ю.П. Дейнека





**ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ**

вул. М.Грушевського, 8, м. Тернопіль, 46021, тел./факс: (0352) 52-33-83

E-mail: mail@economy.te.gov.ua Web: <http://www.economy-te.gov.ua> Код згідно з ЄДРПОУ 40388463

06.08.2020 № 06-19/954/1 На № _____ від _____

*Голові спеціалізованої
вченої ради Д 20.051.12
Прикарпатського національного
університету ім. В. Стефаника
д.е.н., проф. Благуни І. С.*

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету
Дзюбановської Наталії Володимирівни
на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання
міжнародної торгівлі країн»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці**

Видана *Дзюбановській Наталії Володимирівні* про те, що наукові результати її дисертаційного дослідження упроваджені у роботу Департаменту економічного розвитку і торгівлі Тернопільської обласної державної адміністрації. Зокрема, у практичній діяльності використовуються такі розробки автора:

- здійснено аналіз структурно динамічних змін обсягів експорту та імпорту товарів у Тернопільській області;
- розраховано коефіцієнт росту (спаду) і коефіцієнт загальної структурної зміни обсягів експорту та імпорту Тернопільської області протягом 2014-2019 рр.;
- обчислено показник структурної еластичності і темп зростання обсягів експорту та імпорту товарних груп у Тернопільській області протягом 2014-2019 рр.;

- на основі статистичних даних розраховано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту товарів у Тернопільській області на 2021–2022 рр.

Висновки та пропозиції Дзюбановської Н.В. враховані під час розробки проекту Стратегії розвитку Тернопільській області на 2021-2027 роки.

Директор департаменту



Галина ВОЛЯНИК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009; тел./факс +380 (352) 475051;
www.tneu.edu.ua; rektor@tneu.edu.ua; код ЄДРПОУ 33680120

N 126-26 f 40

17 06 2020р

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
к. е. н., доцента, доцента кафедри прикладної математики
Тернопільського національного економічного університету
Дзюбановської Наталії Володимирівни
на тему «Методи та моделі вимірювання і оцінювання
міжнародної торгівлі країн»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці

Результати наукового дослідження Дзюбановської Н.В. використані при формуванні робочих програм і навчально-методичних комплексів для дисциплін, які викладаються на денній та заочній формах навчання за програмами підготовки ступеня вищої освіти бакалавр, галузей знань 05 «Соціальні та поведінкові науки», 07 «Управління та адміністрування», 29 «Міжнародні відносини», спеціальностей 051 «Економіка», 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 292 «Міжнародні економічні відносини» у Тернопільському національному економічному університеті.

Розроблені в дисертаційній роботі Дзюбановської Н. В. науково-теоретичні положення та практичні рекомендації впроваджені, як окремі розділи курсів таких дисциплін:

- «Економетрика», при вивченні таких тем: «Однофакторна лінійна економетрична модель», «Класична лінійна багатофакторна модель», «Часові ряди і прогнозування».
- «Вища математика», при вивченні наступних тем: «Матричний аналіз в задачах економіки», «Методи та моделі векторної алгебри», «Методи й моделі аналітичної геометрії», «Границі та їх застосування в економіці», «Побудова емпіричних формул».

Застосування матеріалів дисертаційного дослідження Дзюбановської Н. В. в навчальному процесі при викладанні вище перелічених дисциплін для студентів навчально-наукового інституту міжнародних економічних відносин ім. Б. Д. Гаврилишина і факультету економіки та управління Тернопільського національного економічного університету дало змогу адаптувати перелічені вище дисципліни до сучасних тенденцій розвитку економіки, поглибити їх теоретико-методичні основи та надати їм прикладний характер.

Директор навчально-наукового інституту

міжнародних економічних відносин

ім. Б. Д. Гаврилишина



д.е.н., проф. Івашук І. О.

Декан факультету економіки

та управління



к.е.н., доц. Островерхов В. М.

Проректор з наукової роботи



д.е.н., проф. Задорожний З. В.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009; тел./факс +380 (352) 475051;
www.tneu.edu.ua; rektor@tneu.edu.ua; код ЄДРПОУ 33680120

**ДВНЗ «Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника»
Голові спеціалізованої вченої ради Д 20.051.12
професору Благуни І. С.**

ДОВІДКА

Видана Дзюбановській Наталії Володимирівні про те, що вона брала участь у виконанні науково-дослідної роботи на тему: «Розробка математичних моделей та інструментальних засобів глобального моделювання економічних процесів розвитку та управління економічними системами» (державний реєстраційний номер 0114U001080), яка виконувалася в межах основного робочого часу професорсько-викладацького складу кафедри економіко-математичних методів ТНЕУ, зокрема в розробці таких підрозділів: «Моделювання динаміки фінансових потоків економічних систем та оцінка їх ризику» та «Застосування обчислювальних моделей загальної рівноваги (CGL-моделей) для прогнозування економічної динаміки».

На даний час бере участь у виконанні науково-дослідної роботи на тему: «Математичні методи і моделі досліджування аналізу і оцінювання ефективності розвитку економічних систем» (номер державної реєстрації 0119U103759), яка виконується в межах основного робочого часу професорсько-викладацького складу кафедри прикладної математики ТНЕУ, зокрема в розробці підрозділу «Моделі оцінювання міжнародної торгівлі».

**Проректор з наукової роботи
д.е.н., професор**

Вик. Письменний В.І.
(0352)47-50-59



З.-М. В. Задорожний

ТНЕУ

№ 126-21/741 від 17.06.2020

