

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра економічної кібернетики

**Кваліфікаційна робота**  
магістра

на тему: Моделювання розвитку ринку титану

Виконав: студент \_\_2\_\_ курсу, групи 8.0518-ек  
спеціальності 051 Економіка  
(код і назва спеціальності)  
освітньої програми Економічна кібернетика  
(код і назва освітньої програми)  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціалізації)

\_\_\_\_\_  
Д. Е. Широкий  
(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.е.н., доц. \_\_\_\_\_ В. О. Лось  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.е.н. \_\_\_\_\_ О. І. Макаренко  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2020

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 88 с., 30 рис., 8 табл., 1 додатків, 38 джерела.

Об'єкт дослідження – світовий ринок титану.

Предмет дослідження – методи і моделі оцінки динаміки світового ринку титану.

Мета роботи – аналіз та прогнозування розвитку ринку титану.

Методи дослідження: методи прогнозування, статистичного аналізу, метод еластичності, метод ковзної середньої.

У роботі обґрунтовано актуальність аналізу та прогнозування ринку титану, визначено його мету й завдання, а також об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. Проаналізовано структуру обсягів імпорту та експорту титанової продукції, спрогнозовано показники вартості обсягів експорту та імпорту методами прогнозування. Досліджено структуру титанової промисловості України, встановлено що вітчизняний ринок титану має повний ланцюг виробництва титаномісткої продукції. Проаналізована динаміка обсягів експорту та імпорту та її структура в розрізі 2011-2019 років Українського ринку титанової продукції. Надано перелік рішень для зміцнення позицій України на світовому ринку з виробництва титану. Використані: системний підхід – для опису об'єкта дослідження; статистичні методи аналізу – для опису динаміки обсягів експорту та імпорту; автокореляційна та частина автокореляційна функції – для аналізу часових рядів та ідентифікації моделі; STATISTICA 8 – для оцінки параметрів моделі та прогнозування значення ціни на титан на майбутній період; показник темпу приросту – для оцінки ряду динаміки, лінійну стохастичну модель авторегресії та ковзного середнього ARMA - для аналізу поведінки часових рядів з вираженими коливаннями та побудови математичних моделей; критерій Стьюдента – для визначення значущості критеріїв моделі;

**СТРУКТУРА РИНКУ, ЧАСОВІ РЯДИ, МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ, МОДЕЛЬ, АНАЛІЗ ДИНАМІКИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ**

## SUMMARY

The master's qualification work consists of three sections, 88 pages, 30 figures, 8 tables, 1 appendices, 38 sources.

The object – of study is the global titanium market.

The subject – of the study are methods and models for estimating the dynamics of the world titanium market.

The purpose of the work is to analyze and forecast the development of the titanium market.

Research methods: forecasting methods, statistical analysis, elasticity method, moving average method.

The relevance of the analysis and forecasting of the titanium market is substantiated in the work, its goals and objectives are determined, as well as the object and subject of research, the scientific novelty and practical significance of the results are disclosed. The structure of volumes of imports and exports of titanium products is analyzed, indicators of the value of volumes of exports and imports are forecasted using forecasting methods. The structure of the titanium industry of Ukraine is investigated, it is established that the domestic titanium market has a complete chain for the production of titanium-containing products. The dynamics of export and import volumes and its structure in the context of 2011-2019 of the Ukrainian titanium products market are analyzed. A list of solutions is given to strengthen the position of Ukraine in the global market for titanium production. Used: a systematic approach - to describe the object of study; statistical analysis methods - to describe the dynamics of export and import volumes; autocorrelation and private autocorrelation functions - for time series analysis and model identification; STATISTICA 8 - to evaluate the model parameters and predict the value of titanium prices for the coming period; growth rate indicator - for assessing a number of dynamics, a linear stochastic model of autoregression and moving average ARMA - for analyzing the behavior of time series with pronounced fluctuations and constructing mathematical models; Student's criterion - to determine the significance of the criteria of the model;

MARKET STRUCTURE, TIME SERIES, DEVELOPMENT MODEL,  
MODEL, DYNAMICS ANALYSIS, DEVELOPMENT TRENDS

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	1
РЕФЕРАТ	4
SUMMARY	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ ТИТАНУ.....	10
1.1 Система управління металургійним підприємством.....	10
1.2 Дослідження ринку титанової продукції.....	18
1.3 Аналіз попиту та виробництва титанової продукції	30
2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ РИНКУ.....	40
2.1 Класифікація методів та моделей аналізу ринків.....	40
2.2 Методи прогнозування в дослідженні розвитку ринку.....	45
2.3 Математичні методи аналізу розвитку ринку титану.....	54
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ	63
3.1 Аналіз обсягів виробництва титану в Україні.....	63
3.2 Аналіз та прогнозування експорту та імпорту титанової продукції....	69
3.3 Прогнозування ціни титану на світовому ринку.....	75
ВИСНОВКИ.....	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	84
ДОДАТОК А Вихідні дані для прогнозування ціни титану.....	87

## ВСТУП

Титан є четвертим найбільш поширеним металом, що становить близько 0,62% земної кори. Рідко зустрічається в чистому вигляді, титан зазвичай існує в таких мінералах, як анатаз, брукіт, ільменіт, лейкоксен, рутил і Стено. Хоча титану відносно багато, він залишається дорогим, тому що його важко виділити. Провідними виробниками титанових концентратів є Австралія, Канада, Китай, Індія, Норвегія, Росія, ПАР і Україна.

Застосування титану і його сплавів численні. Аерокосмічна галузь є найбільшим споживачем титанової продукції. Це корисно для цієї галузі через його високого відношення міцності до маси і властивостей високої температури. Зазвичай використовується для деталей літаків і кріплення. Ці властивості роблять титан корисним для виробництва газотурбінних двигунів. Він використовується для таких деталей, як лопаті компресора, кожухи двигуна і теплозахисні екрани.

Титанові сплави є передовими конструкційними матеріалами для численних ключових технічних застосувань в медицині (імпланти), аерокосмічної, морської конструкції і багатьох інших областях. Нові аспекти потенціалу застосування титанових сплавів обумовлені їх унікальними властивостями, такими як висока корозійна стійкість, висока питома міцність, низький модуль пружності, висока еластичність і висока твердість.

Оскільки титан має гарну корозійну стійкість, він є важливим матеріалом для металообробної промисловості. Тут він використовується для виготовлення теплообмінних котушок, пристосувань і накладок. Стійкість титану до хлору і кислоти робить його важливим матеріалом в хімічній обробці. Він використовується для різних насосів, клапанів і теплообмінників на хімічній виробничій лінії. Нафтопереробна промисловість використовує титанові матеріали для конденсаторних труб через корозійної стійкості. Це

властивість також робить його корисним для обладнання, що використовується в процесі розсолення.

Титан використовується у виробництві людських імплантатів, тому що він має хорошу сумісність з людським тілом. Одним з найбільш помітних недавніх застосувань титану є штучне серце, вперше імплантований людині в 2001 році. Інші застосування титану використовуються при заміні тазостегнових суглобів, кардіостимуляторів, дефібриляторів, ліктьових і кульшових суглобів.

Титанові матеріали використовуються у виробництві численних споживчих товарів. Він використовується у виробництві таких речей, як взуття, прикраси, комп'ютери, спортивне обладнання, годинник і скульптури. Як діоксид титану, він використовується в якості білого пігменту в пластику, папері і фарбі.

Майбутні досягнення в області виробництва титану, ймовірно, будуть виявлені в області поліпшення виробництва злитків, розробки нових сплавів, скорочення виробничих витрат і застосування в нових галузях промисловості. В даний час існує потреба в більших злитках, які можуть бути отримані за допомогою доступних печей. Ведуться дослідження з розробки більших печей, здатних задовольнити ці потреби. Також ведуться роботи з пошуку оптимального складу різних титанових сплавів. В кінцевому рахунку, дослідники сподіваються, що спеціалізовані матеріали з контрольованою мікроструктурою будуть легко виготовлені. Нарешті, дослідники вивчають різні методи очищення титану. Учені з Кембріджського університету оголосили про спосіб отримання чистого титану безпосередньо з діоксиду титану. Це може істотно знизити виробничі витрати і підвищити доступність.

Над темою розвитку ринку титану працювали такі вчені та публіцисти: Архіпов Г.І., Педькл А. Б., Губаренко Л.М., Волошина А. С., Таранюк Л.М., Макаренко Т. Ю.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи магістра полягає в тому, що попит на титан збільшується з кожним роком. З боку авіабудівних і двигунобудівних компаній залишається на високому рівні має великий потенціал в найближчі роки в зв'язку з тим, що в аерокосмічному секторі спостерігається висхідна динаміка. Тому проведення дослідження на дану тему дозволить відслідкувати тенденції виробництва титану на світовому ринку.

Об'єкт дослідження - світовий ринок титану.

Предмет дослідження - методи і моделі оцінки динаміки світового ринку титану.

Мета кваліфікаційної роботи магістра - аналіз та прогнозування розвитку ринку титану.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи магістра роботи було поставлено та вирішено такі завдання :

- досліджено ринок титанової продукції;
- проведено аналіз системи управління металургійним підприємством;
- проаналізовано обсяги виробництва титану, обсяги експорту та імпорту титанової продукції;
- розроблено прогноз ціни титану на світовому ринку.

Методи дослідження: методи прогнозування, статистичного аналізу, метод еластичності, метод ковзної середньої.

Апробацію даних було проведено на міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання економіки, фінансів, обліку та права в Україні та світі» в місті Полтава.

# РОЗДІЛ 1

## СТАН ТА ТЕНДЕЦІЇ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ ТИТАНУ

### 1.1 Система управління металургійним підприємством

Системний підхід управління металургійним підприємством припускає, що керівники повинні розглядати організацію як сукупність взаємозалежних елементів, таких, як люди, структура, задачі і технологія, які орієнтовані на досягнення різних цілей в умовах мінливого зовнішнього середовища, як багатопланове явище, що пов'язує в органічне єдине ціле цілі, ресурси і процеси, що протікають в організації та за її межами. Моделювання є потужним засобом наукового пізнання і вирішення практичних завдань і широко використовується в науці і в багатьох областях виробничої та управлінської діяльності підприємства [1].

Управління конкурентоспроможністю продукції є однією з підсистем управління виробництвом, у зв'язку з цим побудову та функціонування систем управління конкурентоспроможністю продукції повинно спиратися на загальні принципи, методи управління і відповідати вимогам, що пред'являються до системи управління конкурентоспроможністю продукції. Основу системи управління конкурентоспроможністю[2] продукції на підприємствах металургійній галузі повинні скласти наступні загальні принципи:

- а) орієнтація виробництва металургійної продукції на ринкову кон'юнктуру;
- б) принцип цільової стратегії управління;
- в) принцип системності, комплексності управління конкурентоспроможністю;
- г) принцип орієнтації на кінцеві результати;



д) принцип стимулювання.

Використання методу моделювання дозволяє досліджувати об'єкти управління на моделях і передбачає вирішення практичних завдань і широко використовується в науці і в багатьох областях виробничої та управлінської діяльності підприємства [3].

Ефективність діяльності металургійного підприємства залежить від багатьох параметрів – ступеня розвиненості виробництва, поділу і кооперації праці, використання результатів науково-технічного процесу, економічних ресурсів, форм стимулювання високопродуктивної праці тощо, але в першу чергу – від ступеня інтегрування зазначених факторів під час їх використання.

Сьогоднішній кадрово-управлінський потенціал як основа системи управління є цілеспрямованою діючою сукупністю керівників і спеціалістів із властивими їм особистісними якостями, організаційно-управлінськими знаннями, здібностями й навиками необхідними для оптимального поєднання трудових, матеріальних, фінансових та інших ресурсів з метою досягнення цілей металургійного підприємства.

Для більш ефективного функціонування металургійного підприємства в сучасних ринкових умовах система управління підприємством повинна відповідати наступним властивостям:

- мати високу гнучкість виробництва яка б дозволила швидко змінювати асортимент продукції. Це зумовлено застосуванням у виробництві нової техніки, впровадження прогресивних технологій виробництва та охорони навколишнього середовища;

- бути адекватною складною технологією виробництва, яка вимагає більш нових форм контролю, організації та розподілу праці;

- враховувати серйозну конкуренцію як на внутрішньому так і на зовнішньому ринку продукції та покращувати якість продукції, що надається;

- враховувати вимоги до рівня якості обслуговування споживачів та часу виконання договорів, які регулярно підвищують вимоги по умовам упаковки, транспортування, а також більш вигідні бази поставки;
- враховувати зміну структури витрат виробництва;
- приймати до уваги необхідність врахування невизначеності зовнішнього середовища.

З огляду на все вищезгадане можна визначити основні шляхи удосконалення системи управління металургійним підприємством:

- удосконалення організаційної структури управління підприємством;
- оптимізація організації менеджменту і бізнес-процесів через поліпшення системи планування, обліку і контролю за основними показниками діяльності металургійного підприємства;
- удосконалення управління виробничими ресурсами і запасами;
- підвищення ефективності управління інноваційними процесами на металургійному підприємстві, поліпшення якості вироблюваної продукції.

Удосконалення організаційної структури металургійного підприємства означає насамперед необхідність встановлення оптимальної чисельності та структури управлінського апарату підприємства, а також чисельності працівників виробничих відділів та підрозділів згідно з діючими нормами, нормативами та реальними потребами підприємства з урахуванням сучасних ринкових умов тощо.

Поліпшити систему планування, обліку і контролю за основними показниками діяльності металургійного підприємства можна за допомогою впровадження ефективної системи внутрішнього контролю, широкого і всебічного впровадження обчислювальної техніки, розвитку комп'ютерних мереж зв'язку, застосування сучасних програмних засобів: технологій управління та інформаційних технологій. Насамперед це стосується системи організації фінансового менеджменту, бюджетування, управління фінансовими потоками та витратами.

Удосконалення управління виробничими ресурсами і запасами означає раціональне використання всіх видів матеріальних ресурсів, застосування енергозберігаючих технологій, регулювання використання виробничих запасів згідно з прогресивними нормами.

Одним з напрямків удосконалення системи управління є об'єктно-цільовий підхід із закінченим циклом управління при визначенні організаційної структури, нових прав і обов'язків працівників, а також міри відповідальності за свої посадові функції керівників і фахівців різних рівнів. Цільова об'єктно-функціональна структура апарату управління дозволить компетентно, комплексно, компактно і своєчасно здійснювати процеси управління, як це і потрібно при ринковій економіці. Цільовими об'єктами управління є ресурси: матеріальні, трудові, фінансові, а також основні засоби виробництва, готова продукція та інші активи. Увесь процес управління тим чи іншим ресурсом розглядається як одне ціле, в рамках якого діють взаємозалежні інформаційні потоки, що проходять через усі функції управління (планування, облік, контроль тощо).

Модернізація та заміна застарілого обладнання на нове менш енергоємне, впровадження механізації видів робіт, комп'ютеризації та дистанційної техніки також є одним із напрямів удосконалення системи управління, що сприяє більшому завантаженню виробничих потужностей, і як наслідок більшому випуску продукції та зменшенню енергоємності витрат.

Зміни в організації діяльності і управління стають реакцією підприємства на постійні зміни у зовнішньому середовищі: ринку, рівні технологій, потреб споживачів, конкуренції. Тому будь-яке металургійне підприємство, що має за мету зайняти провідне місце на своєму ринку споживання, не знизити своїх конкурентних переваг, повинно піклуватися не тільки про обсяги виготовленої продукції, а й про методи та принципи, що застосовуються в управлінській системі [4].

Управління – складний і динамічний процес, керований і здійснюваний людьми для досягнення поставленої мети. Після того як встановлено цілі управління, необхідно знайти найбільш ефективні шляхи та методи досягнення їх. Інакше кажучи, якщо при визначенні цілей потрібно відповісти на запитання «чого потрібно досягти?», то слідом за цим виникає запитання «як найбільш раціонально досягти мети?» Отже виникає потреба в застосуванні арсеналу засобів, що забезпечують досягнення цілей управління, тобто методів управління [5].

Методом називається захід або сукупність заходів у будь-якій людській діяльності, спосіб досягнення мети, шлях вирішення певного завдання. Методи являють собою важливий елемент процесу управління. Наявність прогресивних методів управління та вмiле використання їх є передумовою ефективності управління і господарських процесів.

Методи управління покликані забезпечити високу ефективність діяльності колективів, їх злагоджену роботу, сприяти максимальній мобілізації творчої активності кожного члена. Цим методи управління відрізняються від усіх інших технічних та технологічних методів, які використовуються в ході вирішення комплексних виробничо-господарських завдань.

Особлива роль методів управління полягає у тому, щоб створити умови для чіткої організації процесу управління, використання сучасної техніки і прогресивної технології організації праці і виробництва, забезпечити їх максимальну ефективність при досягненні поставленої мети. Таким чином, зміст поняття "методи управління" впливає із суті і змісту управління і належить до основних категорій теорії управління.

Практична реалізація функцій управління здійснюється за допомогою системи методів управління. Привести в дію організовану систему, щоб одержати потрібний результат, можна лише через вплив на неї керуючого

органу чи особи. При цьому необхідні певні інструменти погодженого впливу, які й забезпечують досягнення поставлених цілей.

Управління фірмою (підприємством, організацією) спрямоване на людей, коло їхніх інтересів, передовсім матеріальних. Тому основою класифікації методів управління є внутрішній зміст мотивів, якими керується людина у процесі виробничої чи іншої діяльності. За своїм змістом мотиви діяльності можна поділити на матеріальні, соціальні та мотиви примусового характеру. Відповідно до цього розрізняють такі методи управління:

- а) економічні;
- б) соціально-психологічні;
- в) організаційні методи управління діяльністю підприємств.

Усі названі методи управління діяльністю підприємств органічно взаємозв'язані й використовуються не ізольовано, а комплексно. Проте провідними треба вважати саме економічні методи. Організаційні методи створюють передумови для використання економічних методів. Соціально-психологічні методи доповнюють організаційні та економічні й утворюють у сукупності необхідний арсенал засобів управління діяльністю підприємства, будь-якого суб'єкта підприємницької чи іншої діяльності.

Економічні методи управління – це такі методи, які реалізують матеріальні інтереси участі людини у виробничих процесах (будь-якій іншій діяльності) через використання товарно-грошових відносин. Ці методи мають два аспекти реалізації. Перший аспект характеризує процес управління, зорієнтований на використання створеного на загальнодержавному рівні економічного сегмента зовнішнього середовища. Суть цього аспекту: формування системи оподаткування суб'єктів господарювання; визначення дієвої амортизаційної політики, яка сприяла б оновленню (відтворенню) матеріальних і нематеріальних активів підприємства; встановлення державою мінімального рівня заробітної плати та пенсій. Другий аспект економічних методів управління зв'язаний з управлінським процесом, орієнтованим на

використання різноманітних економічних важелів, таких як фінансування, кредитування, ціноутворення, штрафні санкції тощо.

Соціально-психологічні методи управління реалізують мотиви соціальної поведінки людини. Адже рівень сучасного виробництва, зростання загальноосвітнього і професійно-кваліфікаційного рівня працівників зумовлюють суттєві зміни в системі ціннісних орієнтацій та структурі мотивації трудової діяльності людей.

Традиційні форми матеріального заохочення поступово втрачають свій пріоритетний стимулюючий вплив. Усе більшого значення набувають такі чинники, як змістовність і творчий характер праці, можливості для прояву ініціативи, суспільне визнання, моральне заохочення тощо. Тому розуміння закономірностей соціальної психології та індивідуальної психіки працівника є необхідною умовою ефективного управління виробництвом чи будь-яким іншим видом діяльності.

Практична реалізація соціально-психологічних методів управління здійснюється за допомогою різноманітних засобів соціального орієнтування та регулювання, групової динаміки, розв'язання конфліктних ситуацій, гуманізації праці тощо.

Організаційні методи управління базуються на мотивах примусового характеру, їхнє існування й практичне застосування зумовлене заінтересованістю людей у спільній організації праці. Організаційні методи управління – це комплекс способів і прийомів впливу на працівників, що ґрунтуються на використанні організаційних відносин та адміністративній владі керівництва. Усі організаційні методи управління поділяють на регламентні й розпорядчі.

Зміст регламентних методів полягає у формуванні структури та ієрархії управління, делегуванні повноважень і відповідальності певним категоріям працівників фірми, визначенні орієнтирів діяльності підлеглих, наданні методично-інструктивної та іншої допомоги виконавцям. Розпорядчі методи

управління охоплюють поточну (оперативну) організаційну роботу і базуються, як правило, на наказах керівників підприємств (організацій). Вони передбачають визначення конкретних завдань для виконавців, розподіл цих завдань між ними, контроль виконання, проведення нарад з питань поточної діяльності фірми (підприємства, організації).

Професійно вміле застосування економічних, соціально-психологічних та організаційних методів управління здебільшого забезпечує достатньо ефективне господарювання.

Формування цілеспрямованого впливу на трудові колективи та їх окремих членів безпосередньо пов'язане з мотивацією, тобто використанням факторів, які визначають поведінку людини в колективі в процесі виробництва. Звідси випливає дуже важлива вимога до методів управління: методи управління повинні мати свою мотиваційну характеристику, що визначає напрям їх дії. Ця характеристика показує мотиви, які визначають поведінку людей і на які орієнтована відповідна група методів.

Ефективність застосування методів управління в основному залежить від рівня кваліфікації керівних кадрів, що зумовлює потребу систематичної і цілеспрямованої підготовки та повсякденного використання всіх зазначених напрямів впливу на колектив і окремих людей. Економічні методи управління посідають центральне місце в системі наукових методів управління трудовою діяльністю людей, оскільки на їхній основі встановлюється цільова програма господарського розвитку окремих підприємств і організацій і визначається такий режим роботи і такі стимули, які об'єктивно спонукають і зацікавлюють колективи та окремих працівників в ефективній праці.

Таким чином, впливом на безпосередні інтереси об'єкта управління створюється механізм його орієнтації на найбільш ефективний режим роботи без повсякденного і безпосереднього втручання зверху. До складу економічних методів управління належать організаційно-виробниче

планування, метод комплексних цільових програм, комерційний розрахунок, система економічних регуляторів господарської діяльності [6].

Для вдосконалення або створення й подальшого ефективного функціонування сучасної системи управління металургійним підприємством потрібні:

- впровадження сучасних засобів і методів керування в межах вибраної комплексної концепції системи керування;
- використання засобів комп'ютеризації і дистанційної техніки для вдосконалення техніко-економічного рівня, збільшенню випуску і якості виробництва;
- зосередження на цілях розвитку і порядку удосконалення комплексної системи управління металургійним підприємством і його складовими частинами для забезпечення ефективних рішень, а також організаційних, кадрових і технічних рішень;
- покращення інформаційної системи для керування підприємством з метою покращення якості інформаційного масиву і розширення можливостей його швидкого використання;
- удосконалення організаційних структур керування підприємством головним чином шляхом використання сучасних гнучких форм;
- використання світового досвіду, а також співпраця всередині країни з іноземними партнерами для забезпечення необхідного рівня якості розвитку системи управління на підприємстві.

## 1.2 Дослідження ринку титанової продукції

Світовий ринок титану обслуговує різні сектори, такі як аерокосмічна, військова, промислова, автомобільна, будівельна, медична, спортивні товари, ювелірні вироби, мобільні телефони та інші. Попит на титан зростає швидше



в аерокосмічній промисловості, оскільки виробники зосереджені на розробці сучасних двигунів, щоб знизити вартість життєвого циклу і вартість обробки.

Ринок титану - це ринок, на якому об'єктом купівлі-продажу є титанова продукція або ресурси титанової промисловості.

Залежно від застосування світовий ринок титану можна класифікувати на аерокосмічні та морські, промислові, медичні, енергетичні, пігменти, добавки і покриття, папір і пластмаси і інші. Титан володіє унікальними властивостями, такими як високе відношення міцності на розрив до щільності, висока корозійна стійкість, втомна міцність, висока тріщиностійкість і здатність витримувати помірно високі температури без повзучості. Ці властивості роблять титан ідеальним металом для використання в літаках, броні, кораблях, космічних кораблях і ракетах. Через сильну корозійну стійкість титанові труби використовуються в хімічній та нафтохімічній промисловості. Через його нетоксичного природи він використовується в багатьох медичних пристроях, таких як тазостегнові суглоби, розетки і зубні імплантати.

Аналізуючи географічний стан ринку титану, світовий ринок титану можна розділити на Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Європу, Північну Америку, Латинську Америку та Близький Схід і Африку. Північна Америка і Європа є основними ринками збуту титану, чому сприяє зростання аерокосмічної та морської промисловості. Титанові компанії в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та Латинській Америці вкладають більше коштів у дослідження та розробки завдяки своїм властивостям, таким як низька щільність, висока міцність і висока стійкість до корозії, що призвело до попиту на титан на ринку Азіатсько-Тихоокеанського регіону та Латинської Америки.

Основними учасниками світового ринку титану є наступні компанії: Huntsman International, Ineos, Iluka Resources Ltd, Sumitomo Corporation, ВСМПО-АВІСМА, Toho Titanium Co., Ltd, RTI International Metals, Allegheny

Technologies Incorporated які є виробниками металургічного титану та DuPont, Huntsman, Evonik, Millennium, Tronox и Kronos які є виробниками діоксиду титану. Ці компанії займають значну частку ринку, тож на ринку титану спостерігається гостра конкуренція.

За даними Геологічної служби США 2019 року [7] запаси титану виявлені в 48 країнах світу ресурси титану оцінюються в понад 2 млрд т. Титан отримують з різних руд, які зустрічаються в природі на Землі. Ільменіт ( $\text{FeTiO}_3$ ) і рутил ( $\text{TiO}_2$ ) є найбільш важливими джерелами титану.

Велика частина ресурсів титану в ільменіті укладена в надрах Австралії, Індії, Канади, Китаю, Південної Кореї, Норвегії, США, України і ПАР, титану в рутилі – в Австралії, Індії, Сьєрра-Леоне і ПАР.

Титанові руди — мінеральні утворення, з яких економічно доцільно та технологічно можливо видобувати метал титан (Ti) та діоксин титану [3].

За даними Геологічної служби США USGS 2019 року [2], на частку ільменіту доводиться близько 89% світового споживання титанових мінералів. Виявлені запаси складають 940 мільйонів тонн (ільменіт плюс рутил).

Таблиця 1.1 – Світові запаси титану

Країна	Ільменіт, в метричних тоннах (1000)	Частка в загальній сукупності, %	Рутил, в метричних тоннах (1000)	Частка в загальній сукупності, %
США	2,000	0,227273	-	-
Австралія	250,000	28,40909	29,000	46,77419
Бразилія	43,000	4,886364	1,200	1,935484
Канада	31,000	3,522727	-	-
Китай	230,000	26,13636	-	-
Індія	85,000	9,659091	7,400	11,93548
Кенія	54,000	6,136364	13,000	20,96774
Мадагаскар	40,000	4,545455	-	-
Мозабік	14,000	1,590909	880	1,419355
Норвегія	37,000	4,204545	-	-
Південна Африка	63,000	7,159091	8,300	13,3871
Україна	5,900	0,670455	2,500	4,032258
В'єтнам	1,600	0,181818	-	-

Продовження таблиці 1.1 – Світові запаси титану

Країна	Ільменіт, в метричних тоннах (1000)	Частка в загальній сукупності, %	Рутил, в метричних тоннах (1000)	Частка в загальній сукупності, %
Інші країни	26,000	2,954545	400	0,645161
Світові показники	880,000	100	62,000	100

Згідно з даними таблиці 1.1, Австралія з 250 мільйонами тонн, що становить 29% від світового обсягу, в даний час є країною, найбільш багатою з точки зору запасів ільменіту. Також Австралія, що володіє запасами рутилу в 29 млн. тонн, що становить 50% від загальносвітового обсягу, в даний час є найбагатшою країною з точки зору запасів рутилу.

За даними Геологічної служби США USGS 2019 року [7], на частку ільменіту доводиться близько 89% світового видобутку титанових мінералів. Загальні показники видобутку складають 6.1 мільйонів тонн (ільменіт плюс рутил).

Таблиця 1.2 – Видобування ільменіту та рутилу в світі

Країна	Ільменіт в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %	Рутил в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %
США	100	1,85		-
Австралія	700	12,96	250	33,33
Бразилія	50	0,93		-
Канада	850	15,74		-
Китай	850	15,74		-
Індія	300	5,56	10	1,33
Кенія	280	5,19	90	12,00
Мадагаскар	100	1,85		-
Мозабік	600	11,11	8	1,07
Норвегія	200	3,70		-
Сенегал	250	4,63	8	1,07
Південна Африка	500	9,26	100	13,33
Україна	230	4,26	100	13,33
В'єтнам	200	3,70		-
Інші країни	150	2,78	10	1,33
Світові показники	5,400	100	750	100,00

Згідно з даними таблиці 1.2, провідними виробниками титанових концентратів стали Канада (850 тисяч тонн), Австралія (700 тисяч тонн), Мозабік (600 тисяч тонн), Китай (850 тисяч тонн), Південна Африка (500 тисяч тонн) . і Індія (300 тис. тонн).

Найвисокоякіснішою сировиною для виробництва основної кінцевої титанової продукції: металу титану та пігментного діоксиду титану є рутил і анатаз, що містять, відповідно, 92-98% і 90-95% діоксиду титану. На відміну від ільменіту (43-53%  $TiO_2$ ), вони не вимагають попереднього збагачення.

За типом основних продуктів ринок титану можна розділити на концентрат титану, тетрахлорид титану, титанову губку, ферротитан, пігмент титану.

Титановий концентрат складається з білого титанового порошку, який зазвичай використовується в широкому спектрі застосувань, таких як покриття, пластики, друкарська фарба та виготовлення паперу, косметика, хімічні волокна, електроніка, кераміка, сплави, скло і т. д. Відповідно до процесом формування титановий концентрат ділиться на два типи, а саме у вигляді каменю чи попошку.

Також титанові концентрати використовуються для отримання металевого титану і використовуються в якості добавки до титановому сплаву. Сплави на основі титану отримали значно більше застосування, ніж технічний титан. Сплави титану застосовують там, де головну роль грає невелика щільність, висока питома міцність, теплостійкість і хороша опірність корозії.

У структурі споживання титанових концентратів виділяють два основних напрямки: виробництво пігментного діоксиду титану, який є основним продуктом титанової індустрії і застосування титану в металургії (на виробництво чистого титану йде лише близько 5% титанової руди).

Чистий діоксид титану ( $TiO_2$ ) - це безбарвна тверда кристалічна речовина. Незважаючи на безбарвність, в великих кількостях діоксид титану

надзвичайно ефективний білий пігмент, якщо він добре очищений.  $TiO_2$  практично не поглинає ніякого світла у видимій області спектра [8].

Пігмент титану - це неорганічний білий пігмент на основі діоксиду титану, який використовується в різних сферах кінцевого застосування, виробництві будівельних матеріалів, в тому числі фарб, покриттів, сухих будівельних сумішей, в поліграфії, у виробництві паперу, виробів з пластику та багатьох інших галузях.  $TiO_2$  володіє унікальними характеристиками непрозорості і яскравості без рентабельною відомою заміни. В даний час  $TiO_2$  є найбільш широко використовуваним в світі білим пігментом, на який припадає понад 80% світового споживання.

Провідна роль діоксиду титану в групі білих пігментів (цинкових і свинцевих) обумовлена комплексом його властивостей: високою дисперсністю, хімічної інертністю, покривністю, термо-, світло- і атмосферостійкістю.

Пігментний діоксид титану виготовляється з титаномістких концентратів хлоридним і сульфатним способами [4]. Структуру світового споживання діоксиду титану наведено на рис. 1.1.

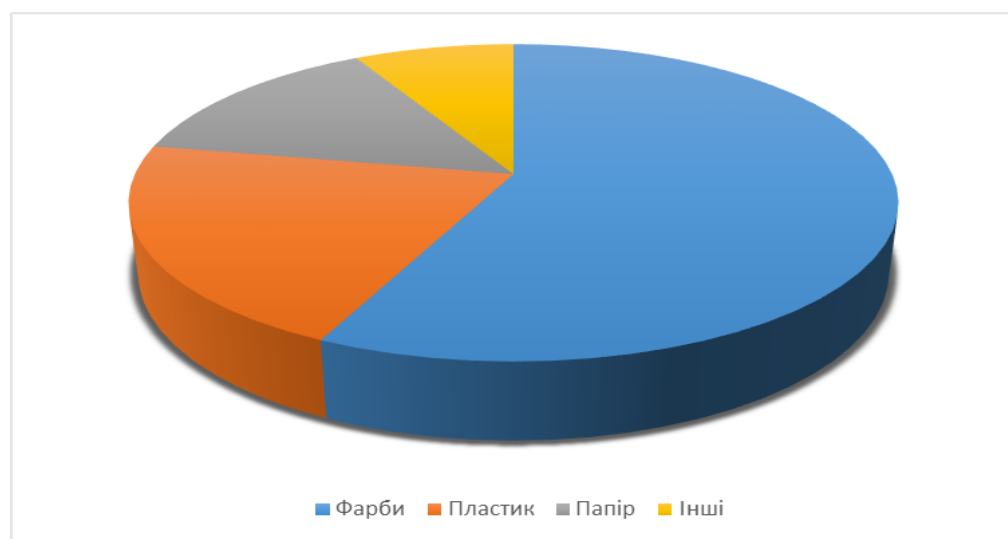


Рисунок 1.1 – Структура світового споживання діоксиду титану

Основні застосування діоксиду титану:

- виробництво лакофарбових матеріалів, зокрема, титанових білил;
- виробництво пластмас;
- виробництво ламінованого паперу;
- виробництво декоративної косметики;
- виробництво вогнетривкої папери;
- фотокаталітичні бетони.

За даними експертів компанії «DuPont Титанові технології» споживання діоксиду титану на душу населення в розвинених країнах досягає 2,5-3 кг. на рік. В Україні цей показник дорівнює 2.3 кг на рік.

Титан називають металом майбутнього завдяки високому коефіцієнту співвідношення його міцності до ваги, а також стійкості проти корозії. Титан має таку саму міцність, як сталь, але вдвічі легший за неї. Завдяки таким характеристикам, титан і його сплави стають все більш затребуваними в аерокосмічній, суднобудівній, автомобільній, військовій, медичній, електронній та інших галузях промисловості.

Застосування титану в металургії має на меті виробництво титанової губки, яка в свою чергу використовується для отримання металевого титану, його сплавів і прокату. Структура споживання титану в світі показана на рис. 1.2.

Титанову губку отримують магнійтермічним (СНД, США, Японія, Китай) і частково натрійтермічним (США, Велика Британія) відновленням тетрахлориду титану з використанням процесу під назвою Kroll. Титанова губка є сировина для виготовлення металічного титану.

Технологічна схема виробництва титанової губки [9] включає наступні операції:

- виробництво титанового шлаку методом плавки ільменітового концентрату в рудно-термічних печах;
- отримання титанвміщуючої шихти;

- отримання тетрахлориду титана технічного;
- ректифікаційна очистка тетрахлориду титану технічного;
- відновлення титану із тетрахлориду титану технічного;
- вакуумна сепарація;
- переробка блоків титанової губки.



Рисунок 1.2 – Структура світового споживання металевого титану

В основному титанова губка використовується в аерокосмічній промисловості для виробництва важливих деталей двигуна, теплообмінників, важливих частин двигуна і т. д. Тетрахлорид титану є неорганічною сполукою, що використовується в якості проміжного з'єднання при виробництві металевого титану і пігменту діоксиду титану.

Виробництво тетрахлориду титану - сировини для виробництва губки, базується на використанні шлаків із вмістом  $TiO_2$  85-91%, які виплавляються в руднотермічних печах з ільменітових концентратів, та хлоруються у хлораторах з розплавом солей. За кордоном основною сировиною слугує природний чи синтетичний рутил, який піддається хлоруванню у хлораторах «киплячого шару».

Ферротитан - це феросплав, в основному використовується в сталеплавильному виробництві. По класу ферротитан можна розділити на два класи: перший містить приблизно 35% титану, а другий містить приблизно 70% титану. Феротитан в основному використовується на підприємствах з оброблення сталі і неіржавіючої сталі, фарб, лаків, військових літаків і т. д.

Згідно з даними таблиці 1.3, наведено останні дані про виробничу потужність діоксиду титану та титанової губки на 2019 рік [10], опубліковані Геологічною службою США, світова індустрія діоксиду титану тяжіє до Азіатсько-Тихоокеанському регіону. З точки зору поставок, обсяг виробництва діоксиду титану в Китаї перевищив обсяг виробництва в США і склав більше 3 мільйонів тонн, що робить Китай найбільшим в світі виробником діоксиду титану. У 2019 році обсяг виробництва діоксиду титану в Китаї виріс на 10% в порівнянні з аналогічним періодом минулого року і склав 3,250 млн. Тонн. Крім нових потужностей компанії DuPont в 350 000 тонн, будь-яке збільшення обсягів виробництва діоксиду титану, як очікується в майбутньому, буде відбуватися в основному в Китаї.

Таблиця 1.3 – Світова ємність титанової губки та пігменту діоксиду титану

Країна	Губка в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %	Пігмент в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %
США	13,100	4,47	1,370,000	17,89
Австралія	-	-	260,000	3,39
Канада	-	-	104,000	1,36
Китай	110,000	37,54	3,250,000	42,43
Германія	-	-	472,000	6,16
Індія	500	0,17	108,000	1,41
Японія	68,800	23,48	314,000	4,10
Казахстан	26,000	8,87	1,000	0,01
Мексика	-	-	300,000	3,92
Росія	46,500	15,87	55,000	0,72
Саудівська Аравія	15,600	5,32	210,000	2,74
Україна	12,000	4,10	120,000	1,57
Англія	-	-	315,000	4,11



Продовження таблиці 1.3 – Світова ємність титанової губки та пігменту діоксиду титану

Країна	Губка в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %	Пігмент в метричних тоннах	Частка в загальній сукупності, %
Інші країни	-	-	784,000	10,23
Світові показники	293,000	100,00	7,660,000	100,00

Зазначених виробників титанової губки майже стільки ж, скільки виробників ільменіту і рутилу. А виробництво губки в даний час зосереджено всього в 8 країнах, причому Китай є одночасно і найбільшим виробником, і найбільшим споживачем.

З точки зору ринку титанової губки, Сполучені Штати, Європа і Південна Корея є основними напрямками експорту титанової губки китайського виробництва. В останні роки обсяг виробництва губчатого титану поступово знижується в Сполучених Штатах, де виробники титанової продукції, включаючи ТІМЕТ, відчувають дефіцит матеріалу. Що стосується європейського ринку, то він повністю залежить від імпортової титанової губки. В даний час ВСМПО-АВІСМА і АТІ є основними виробниками аерокосмічної титанової губки на європейському та американському ринках. Китайські підприємства з виробництва титанової губки в основному зосереджені на виробництві промислової титанової губки.

Є два способи з'ясувати ціну цього металу. Велика частина титанової руди (точніше 95%) використовується для створення діоксиду титану (TiO<sub>2</sub>), який являє собою білий пігмент, який використовується в якості добавки або покриття. Таким чином, один із способів визначення ціни металу полягає в тому, щоб перевірити, скільки коштує TiO<sub>2</sub>. У 2016 році Chemours, найбільший виробник TiO<sub>2</sub> в світі, підняв ціну пігменту до 150 доларів за метричну тонну. І інші виробники наслідували його приклад.

Титан, багатий ресурс з величезним потенціалом на великій кількості ринків, був утруднений високими витратами, нестабільними цінами,

труднощами обробки, проблемами з поставками і неефективністю в галузі. Титан має найвище відношення міцності до щільності з усіх металів, по суті немагнітний і має високу стійкість до корозії навіть в агресивних середовищах, таких як солоня вода. Крім того, він біосумісний.

В останні роки постачальники титану старанно працювали над тим, щоб використовувати переваги титану для нових застосувань, але як тільки відкрилися нові ринки для титану, поставки титану значно коливалися, що помітно позначалося на цінах. Велика частина скорочення пропозиції була пов'язана з різко зростаючим попитом в аерокосмічній галузі, а також з більш широким використанням у виробництві сталі, що призвело до скорочення пропозиції доступного брухту. Ці чинники в минулому призвели до надзвичайного зростання цін, коли деякі з них більш ніж подвоїлися за один рік, а деякі користувачі просто не змогли отримати необхідний їм титан. Волатильність послабила ентузіазм з приводу титану на нових ринках, де він міг запропонувати істотну довгострокову економію витрат, а нестабільність часто унеможлиблювала освоєння нових ринків.

В останнє десятиліття постачальники губчастого титану та інших продуктів швидко розширили своє виробництво, тільки щоб побачити, що попит і ціни падають з рецесією. Сьогодні, після кількох років млявого попиту на багато товарів, титан відновлюється, і, оскільки аерокосмічний сектор пропрацював накопичений титан, попит був відновлений до досить здорових рівнів, оскільки ємність для більшості продуктів вирівнялася. Ринки, що розвиваються, особливо медичні, навіть випереджають традиційні.

Протягом усього цього продовжувався розвиток ряду недорогих технологій обробки і виготовлення, які обіцяють титан (комерційно чистий і легований), потенційно при значно зниженою вартістю. Ці процеси, деякі з яких вже комерціалізовані, дозволять значно знизити витрати на видобуток, механічну обробку, зварювання і виробництво титану, одночасно усуваючи проблеми з поставками, які мучили користувачів в минулому.

Можна очікувати, що обіцянка стабільності поставок і більш низьких цін відкриє шлях для захоплення нових ринків, в результаті чого титан отримає широкий спектр нових застосувань. Низькі виробничі процеси можуть забезпечити суттєву інвестиційну можливість.

У даний час титанова галузь України включає в себе видобуток та збагачення титанових руд, виробництво діоксиду титану (використовується в лакофарбовій та харчовій промисловості, у виробництві паперу і пластмас та ін.) та губчатого титану (використовується для виробництва металевого титану). В Україні є потужна мінеральна база титану, розвідані запаси ільменітових руд за сумарними ресурсами перевищують світові запаси ільменіту. Всього відомо 40 родовищ, з яких 12 детально розвідані і розробляються. Найбільш значущими з них є Іршанський титанорудний район Українського щита (найбільше в Європі джерело титанових руд), Стремигородське родовище (обидва в Житомирській обл.) і Самотканське та Малишівське родовища (Дніпропетровська обл.). Титано- цирконієві руди є в Житомирській, Київській, Дніпропетровській, Черкаській і Донецькій областях. В основному вони знаходяться у межах Українського кристалічного щита. На базі Іршанського родовища діє Іршанський ГЗК. Родовища Дніпропетровської області розробляє Верхньодніпровський гірничо- металургійний комбінат, що поблизу м. Дніпродзержинська. Концентрати з цих комбінатів постачаються у 2S країн світу, виробляється десятки видів унікальної продукції, здійснюється переробка дорогоцінних металів. Титан виплавляється на Запорізькому титано-магнієвому комбінаті.

Фактично основним виробником та експортером титанової галузі України є група компаній «Group DF», їх частка на світовому ринку діоксиду титану (з урахуванням «Суміхімпром») складає приблизно 3%, губчатого титану – 5%.

Структура титанового бізнесу Group DF складається з таких напрямів:

- добування та збагачення займають «Іршанський ГЗК», «Вольногірський ГЗК», «Міжрічинський ГЗК», «Валькі-Ільменіт»;
- виробництво діоксиду титану та губчатого титану здійснює "Кримський титан" та "Суміхімпром", губчатого титану – "Запорізький титаномагнієвий комбінат".

Виробниками титанових напівфабрикатів в Україні є також ТОВ «Антарес», НВЦ «Титан», АТ «ФПСО», "Закарпатський металургійний завод". Враховуючи, що Україна має повний ланцюг виробництва титану та орієнтується на зовнішні ринки, титанова, промисловість залишається однією з небагатьох в Україні галузей, яка зможе без критичних втрат диверсифікувати експортні потоки.

Доступ до поставки титанової губки високої якості є необхідна для підтримки прогресивних систем озброєння, важливих для національної безпеки, і є частиною цієї програми критична інфраструктура, яка підтримує цивільну комерційну космічну промисловість. Військові та комерційні літальні апарати, двигуни, які приводять у рух ці літаки, вертольоти, ракети, морські судна, супутники, артилерія, танки і боєприпаси залежать від критичних компонентів, виготовлених з титану губка.

### 1.3 Аналіз попиту та виробництва титанової продукції

Ринковий попит - це загальний обсяг продажів на визначеному ринку певної марки товару чи сукупності марок товару за певний період.

Прогнозування попиту на товари і послуги - передбачає виявлення перспектив розвитку ринку на основі вивчення певних причинно-наслідкових зв'язків та закономірностей.

Найважливішим напрямком прогнозування ринків збуту продукції підприємства є визначення величин попиту і показників ринкової частки для

конкретних ринків - ринкових сегментів. В основі процесу вибору цільових ринків - сегментів ринку лежить вивчення ринкового попиту.

На величину попиту впливають фактори зовнішнього середовища і маркетингові зусилля конкуруючих фірм. Залежно від рівня маркетингових зусиль розрізняють первинний попит, ринковий потенціал і поточний ринковий попит.

Приблизений не стимулюваний попит - це сумарний попит на всі марки даного продукту, реалізовані без використання маркетингу. Ринковий потенціал - це межа, до якої прагне ринковий попит при наближенні витрат на маркетинг в галузі до такої величини, що їх подальше збільшення вже не приводить до зростання попиту при незмінних умовах зовнішнього середовища.

Наближено ринковим потенціалом можна вважати попит, що відповідає його максимальному значенню на кривій життєвого циклу продукту для стабільного ринку. При цьому передбачається, що конкуруючі фірми для підтримки попиту додають максимально можливі маркетингові зусилля.

Виділяють абсолютний потенціал ринку, який розуміють як межа ринкового потенціалу при нульовій ціні. Це поняття дозволяє оцінити порядок величини економічних можливостей, які відкриває даний ринок.

Нецінові фактори, які впливають на попит:

- кількість споживачів;
- розміри ринку;
- мода, сезонність;
- інфляційні очікування.

Цінові фактори, які впливають на попит:

- ціни на товари та послуги;
- ціни на товари-субститути;
- рівень доходів у суспільстві.

На рис 1.3, наведено обсяги експорту за групою товару «Пігменти та препарати на основі діоксиду титану, що використовуються для фарбування будь-якого матеріалу або для отримання барвників» опубліковані Міжнародним торговим центром.

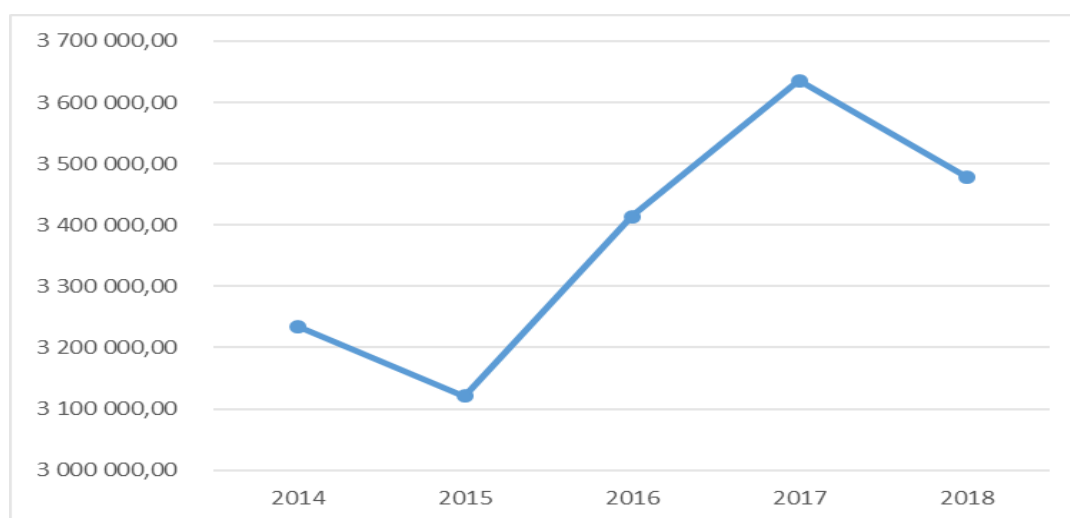


Рисунок 1.3 – Динаміка експорту на світовому ринку [11]

Згідно з рис. 1.3 на 2018 рік показник експорту сягав майже 3.5 млн. т., і отримав нисхідну динаміку в розмірі 4.3% відносно 2017 року. Максимальний об'єм експорту зафіксовано в 2017 році в обсязі 3.6 млн. т. Головними експортерами на 2018 рік стали: Китай в обсязі 908 тис. т., США в обсязі 500 тис. т., Бельгія в обсязі 360 тис. т., Мексика та Германія в обсязі 290 тис. т., Велика Британія в обсязі 210 тис. т. та Австралія з показників в 205 тис. т. Сума на яку експортовано продукції в 2018 році становить 9.3 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 6.4%.

На рис 1.4, наведено дані щодо обсягів імпорту за групою товару «Пігменти та препарати на основі діоксиду титану, що використовуються для фарбування будь-якого матеріалу або для отримання барвників» опубліковані Міжнародним торговим центром.

Згідно з рис. 1.4 на 2018 рік показник імпорту сягав майже 3.4 млн. т., і отримав висхідну динаміку в розмірі 6.5% відносно 2017 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2018 році в обсязі 3.4 млн. т. Головними імпортерами на 2018 рік стали: Бельгія в обсязі 320 тис. т., Германія в обсязі 256 тис. т., Індія в обсязі 240 тис. т., США в обсязі 215 тис. т., Китай з показником в 203 тис. т., Корея в обсязі 139 тис. т., Італія в обсязі 135 тис. т., Франція в обсязі 121 тис. т., Бразилія в обсязі 121 тис. т. та Турція в обсязі 116 тис. т. Сума на яку імпортовано продукцію в 2018 році становить 10.1 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 14,8%.

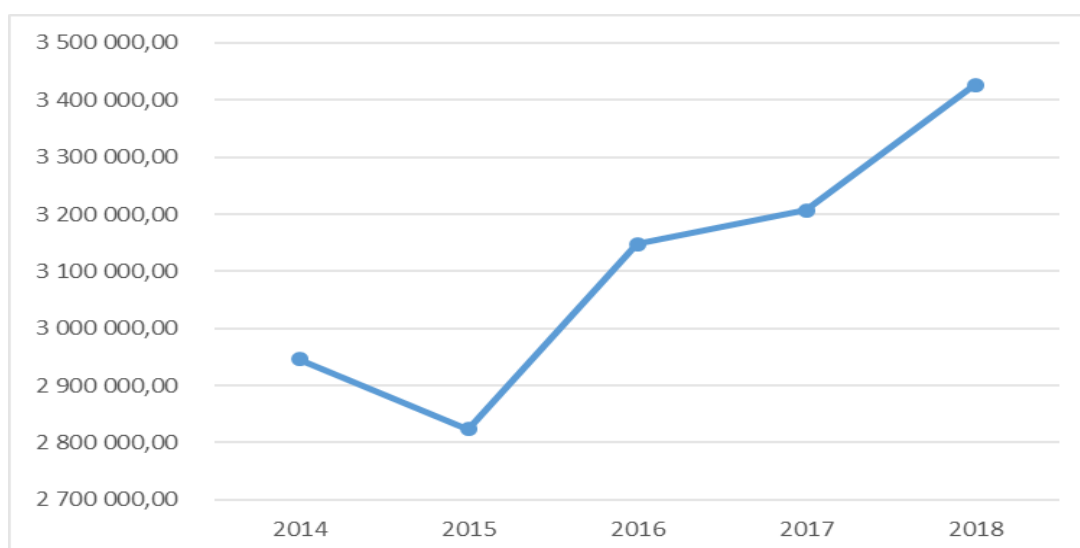


Рисунок 1.4 – Динаміка імпорту на світовому ринку [11]

На рис 1.5, наведено дані щодо обсягів експорту за групою товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» опубліковані Міжнародним торговим центром.

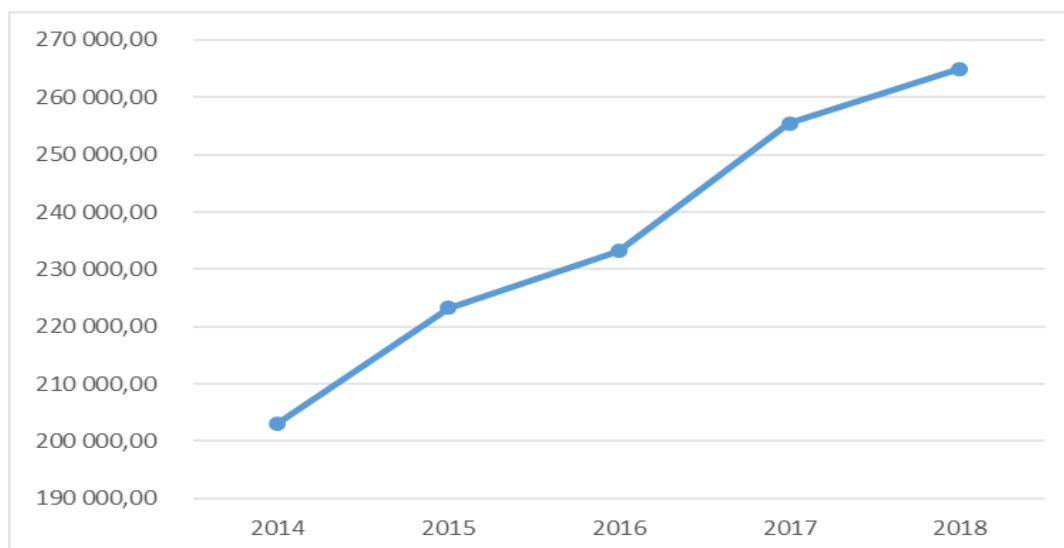


Рисунок 1.5 – Динаміка експорту на світовому ринку [12]

Згідно графіку на рисунку 1.5 на 2018 рік показник експорту становив майже в 265 тис. т. та мав максимальне значення у досліджуваній період, зріст відносно 2017 року становить 3.6%. Головними експортерами в 2018 році стали: Японія з показником експортованої продукції в 48 тис. т., США з показником в 47 тис. т., Росія з показником в 28 тис. т, Китай з показником 20 тис. т., Германія з показником 18 тис. т., Велика Британія 16 тис. т, Казахстан з обсягом 14 тис. т., Франція з обсягом 12.5 тис т., Україна з обсягом в 9 тис. т., Італія з обсягом 7.3 тис. т., та Естонія в обсязі 6.5 тис. т., Сума на яку експортовано продукції в 2018 році становить 5.8 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 5,8%.

На рис 1.6, наведено дані імпорту за групою товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» опубліковані Міжнародним торговим центром.

Згідно з рис. 1.6 на 2018 рік показник імпорту сягав майже 270 тис. т., і отримав висхідну динаміку в розмірі 5.8% відносно 2017 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2018 році.



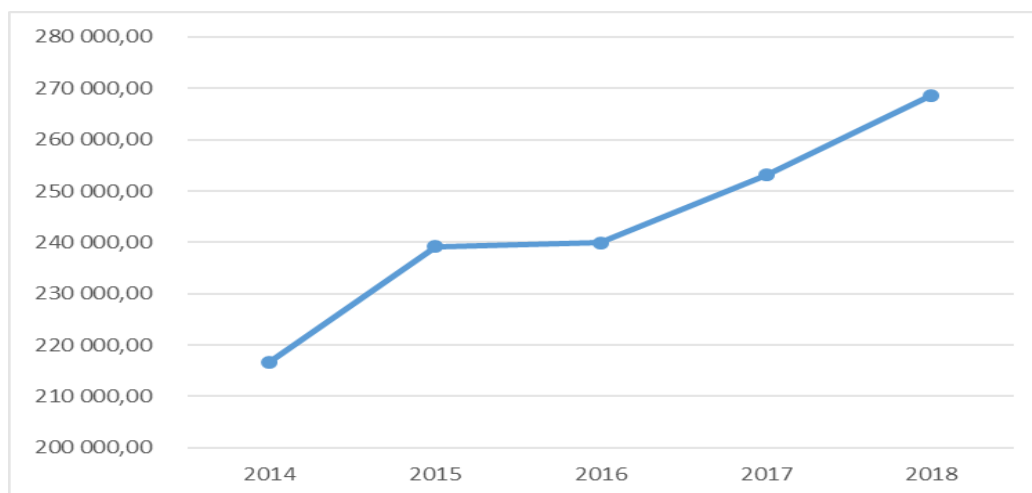


Рисунок 1.6 – Динаміка імпорту на світовому ринку [12]

Головними імпортерами на 2018 рік стали: США в обсязі 60 тис. т. Велика Британія в обсязі 33 тис. т., Німеччина в обсязі 22 тис. т., Франція в обсязі 21 тис. т., та Китай з показником в 14 тис. т. Сума на яку імпортовано продукцію в 2018 році становить 6.7 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 3.2%.

На рис 1.7, наведено дані обсягів експорту за групою товару «Феротитан та феросиліко-титан».

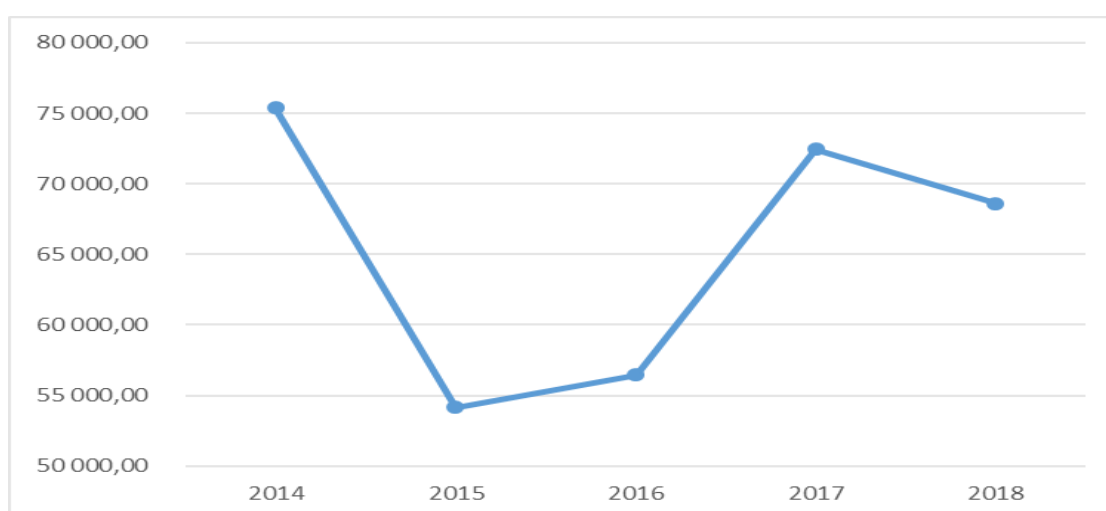


Рисунок 1.7 – Динаміка експорту на світовому ринку [13]

Згідно графіку на рисунку 1.7 на 2018 рік показник експорту складав майже 68 тис. т., і отримав низхідну динаміку в розмірі 5.3% відносно 2017 року. В 2014 році експорт мав максимальний показник в обсязі 75 тис. т..

Головними експортерами на 2018 рік стали: Росія з обсягом експортованої продукції в обсязі 17 тис. т., Велика Британія в обсязі 16 тис. т., Нідерланди в обсязі 12.6 тис. т., Україна 4.6 тис. т. та Германія в обсязі 3.7 тис. т., США в обсязі 3.3 тис. т. та Канада з показником в 2.9 тис. т. Сума на яку експортовано продукції в 2018 році становить 228 млн. д. США, зріст відносно 2017 року становить 3.8%.

Згідно з рис 1.8, наведено дані імпорту по групі товару «Феротитан та феросиліко-титан» опубліковані Міжнародним торговим центром.

Згідно з рис. 1.8 на 2018 рік показник імпорту сягав майже 75 тис. т., і отримав висхідну динаміку в розмірі 13.4% відносно 2017 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2018 році. Головними імпортерами на 2018 рік стали: Нідерланди в обсязі 17 тис. т., Германія в обсязі 11 тис. т., Корея в обсязі 6 тис. т., Бразилія в обсязі 5 тис. т., та Японія з показником в 4.7 тис. т.

Сума на яку імпортовано продукцію в 2018 році становить 262 млн. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 14.3%.

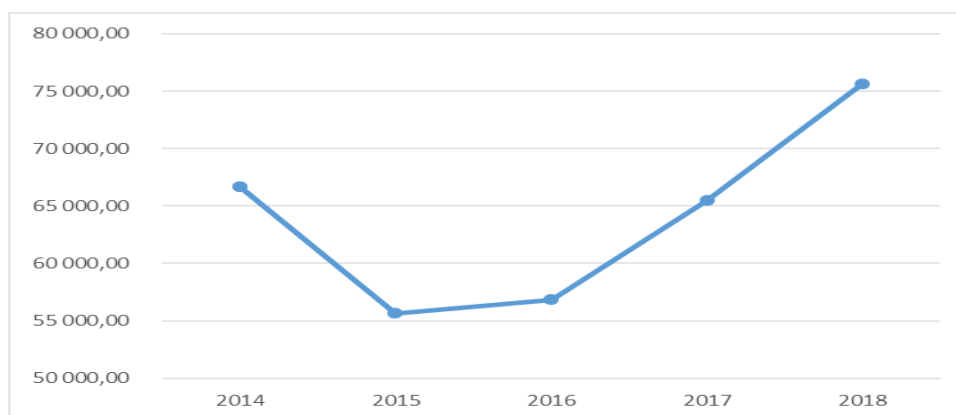


Рисунок 1.8 – Динаміка імпорту на світовому ринку[13]

На рис 1.9, наведено дані обсягів експорту за групою товару «Титанові руди та концентрати» опубліковані Міжнародним торговим центром.

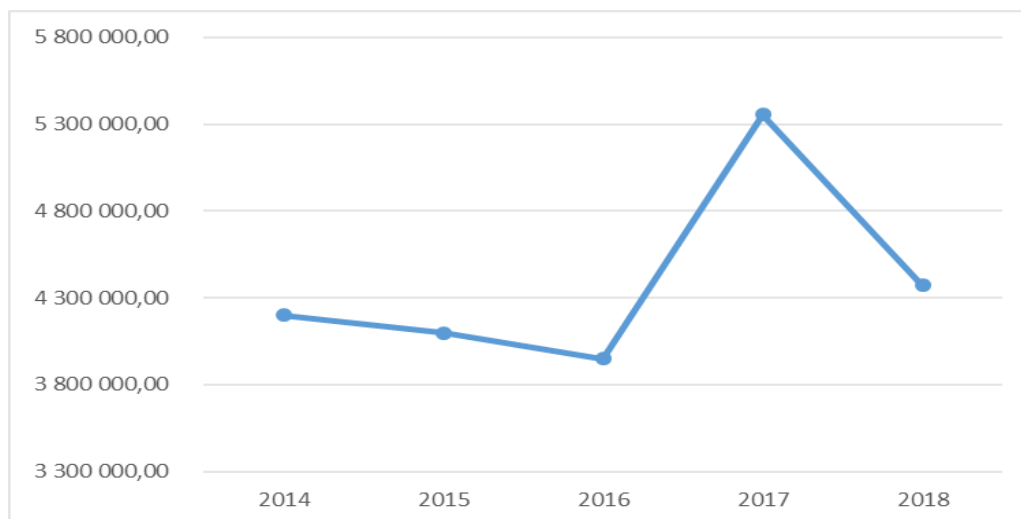


Рисунок 1.9 – Динаміка експорту на світовому ринку [14]

Згідно з рисунком 1.9 на 2018 рік показник експорту становив майже в 4.3 млн. т., зріст відносно 2017 року становить 18.4%. Максимальне значення зафіксовано в 2017 році у значенні 5.3 млн. т. Головними експортерами в 2018 році стали: Південна Африка з показником експортованої продукції в 900 тис. т., Україна з показником в 600 тис. т., Кенія з показником в 563 тис. т., Індія з показником 420 тис. т., Сенегал з показником 410 тис. т., Мадагаскар 307 тис. т, Корея (295 тис. т.), Бельгія (207 тис. т.) та Мозамбик з обсягом в 200 тис. т. Сума на яку експортовано продукції в 2018 році становить 1.65 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 6.3%.

Згідно з рис 1.10, наведено дані обсягів імпорту за групою товару «Титанові руди та концентрати» опубліковані Міжнародним торговим центром.

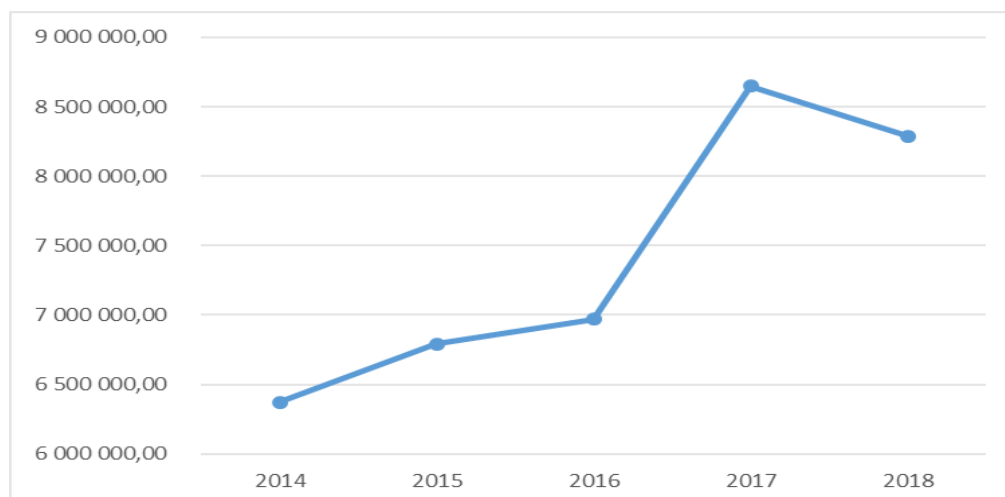


Рисунок 1.10 – Динаміка імпорту на світовому ринку [14]

Згідно з рис. 1.10 на 2018 рік показник імпорту сягав майже 8.3 млн. т., і отримав низхідну динаміку в розмірі 3.2% відносно 2017 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2017 році у значенні 8.6 млн. т. Головними імпортерами на 2018 рік стали: Китай в обсязі 3.1 млн. т., США в обсязі 975 тис. т., Германия в обсязі 800 тис. т., Японія в обсязі 420 тис. т., Мексика з показником в 400 тис. т., та Велика Британія 300 тис. т. Сума на яку імпортовано продукцію в 2018 році становить 2.8 млрд. дол. США, зріст відносно 2017 року становить 5.6%.

Отже виходячи з проаналізованих даних можна прослідити позитивну динаміку в розвитку виробництва титанової продукції, зважаючи на перспективи розвитку технологій виробництва титану і його особливостей та збільшення і розширення обсягів промислового виробництва що використовують титан. Водночас висока ціна титановий метали та його сплави не дозволяють в повній мірі освоїти світовий ринок, зважаючи на його перспективи.

## РОЗДІЛ 2

### ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ РИНКУ

#### 2.1 Класифікація методів та моделей аналізу ринків

Моделювання - це метод дослідження різних явищ і процесів, вироблення варіантів управлінських рішень. Моделювання ґрунтується на заміщенні реальних об'єктів їх умовними зразками, аналогами. Методом моделювання описуються структура об'єкта (статична модель), процес його функціонування і розвитку (динамічна модель) [15].

Процес моделювання передбачає вирішення двох завдань: — складання (розробку) самої моделі; — реалізації моделі, тобто знаходження параметрів об'єкта (системи), за яких функція мети досягає екстремального значення.

Економіко-математичне моделювання дозволяє зробити порівняння різних варіантів систем розробки, способів підготовки та розкриття шахтного поля за кількісним значенням критерію (частіше за все вираженого в грн./т) і вибрати найбільш економічно вигідний варіант.

Економіко-математична модель [16] (ЕММ) - це міцний інструмент побудови: математичних моделей описування економічних явищ і господарських процесів, систем підтримки прийняття рішень щодо ефективного управління відповідними економічними процесами та системами, що досліджуються. Їх застосування сприяє:

- удосконаленню економічного аналізу;
- повному охопленню чинників, які впливають на економічні явища і господарські процеси;
- підвищенню його точності і якості;
- вирішенню задач, які не розв'язуються за допомогою економіко-логічних методів і прийомів.

Використання ЕММ в економічному аналізі вимагає системного підходу до вивчення виробничо-фінансової діяльності підприємства, врахування при цьому всіх взаємозв'язків, взаємообумовленостей і взаємозалежностей, які існують між результативними показним чинниками (факторами), що їх визначають.

На підставі цього здійснюється побудова економіко-математичних моделей, які відображають причинно-наслідкові зв'язки органічно пов'язаних економічних явищ і господарських процесів, що відбуваються в складній економічній системі, яка є об'єктом дослідження.

Що стосується дослідження складних економічних систем, то слід враховувати ту обставину, що економічна система повинна виступати як єдність продуктивних сил та виробничих відносин. Розвиток і функціонування економіки відбувається відповідно до її законів та принципів, що з них випливають.

Реальним економічним системам притаманні всі ознаки складних систем, які (у межах загальної класифікації теорії складних систем) зумовлюють такі загальносистемні властивості.

Економіко-математичні методи аналізу поділяються на:

- методи кореляційно-регресійного аналізу;
- методи математичного програмування в економічному аналізі;
- економетричні (матричні) методи економічного аналізу.

Методи кореляційно-регресійного зв'язку використовують в економічному аналізі для виявлення форми та щільності зв'язку між різними параметрами досліджуваного об'єкта, характер функціональної залежності між якими не визначено. Найчастіше цей зв'язок є стохастичним.

Кореляція виражає імовірнісну залежність між змінними параметрами алгоритму зв'язку. Кореляційна залежність може бути виявлена як між двома кількісними ознаками (парна кореляція), так і між багатьма (множинна кореляція).

Основна умова кореляційно-регресивного аналізу - забезпечити репрезентативність даних, обґрунтованість застосування до досліджуваного явища відповідних імовірнісних схем, що практично зводиться до вибору рівняння відповідної кривої (параболи, гіперболи тощо).

Етапи кореляційно-регресійного аналізу:

- визначають показники-фактори кореляційного зв'язку, які достатньо корельовано у зміні досліджуваного показника;
- визначають щільність зв'язку результативного показника з показниками-факторами. Ця щільність виражається коефіцієнтом парної чи множинної кореляції.

Методи математичного програмування призначені для оптимізації господарської діяльності. Цінність їх полягає в тому, що вони дають змогу оцінювати ступінь досягнення потенціалу, визначити лімітовані ресурси, «вузькі місця», ступінь конкурентності та дефіцитності.

Методи математичного програмування охоплюють: методи лінійного програмування та методи динамічного програмування.

Методи лінійного програмування – використовують для розв'язання багатьох оптимізаційних аналітичних задач, де функціональні залежності досліджуваних явищ і процесів детерміновані.

Методи динамічного програмування використовують під час розв'язування оптимізаційних задач, у яких цільова функція або обмеження характеризуються нелінійними залежностями. Ці методи використовують під час дослідження стохастичних факторних систем. Задачі динамічного програмування розв'язують шляхом поетапного вирішення певної кількості оптимізаційних задач, диференційованих за лінійними формами. Як і у випадку розв'язування задач лінійного програмування використовують спеціальне програмне забезпечення роботи ЕОМ.

Економетричні (матричні) методи та моделі економічного аналізу ґрунтуються на лінійній і векторно-матричній алгебрі, їх використовують

при дослідженні складних і великорозмірних економічних структур. Найпоширенішими в аналізі є: матрична модель міжгалузевого балансу, матриця багатокритеріальної оптимізації, ключова матриця та ін.

Модель міжгалузевого балансу є важливим методом економічного аналізу складних пропорційних залежностей, коли за кількістю вимірних прямих зв'язків визначається вся сукупність зв'язків (прямих і непрямих).

Матрицю багатокритеріальної оптимізації використовують в економічному аналізі як метод порівняльної, рейтингової оцінки варіантів можливих змін параметрів економічної системи на багатокритеріальній основі. За формою - це одинична матриця з виділенням у ній заданої кількості критеріїв порівняння.

За цільовим призначенням ЕММ поділяються на теоретико-аналітичні, застосовувані для дослідження загальних властивостей і закономірностей економічних процесів (наприклад, модель Кейнса), та прикладні, призначені для розв'язування конкретних економічних задач (моделі економічного аналізу, прогнозування, управління тощо).

Основні типи моделей [16]:

- екстраполяційні моделі;
- факторні економетричні моделі;
- оптимізаційні моделі;
- балансові моделі;
- експертні оцінки;
- теорія ігор;
- мережеві моделі;
- моделі систем масового обслуговування.

Згідно із загальною класифікацією математичних моделей вони поділяються на функціональні та структурні, охоплюючи проміжні форми (структурно-функціональні). У дослідженнях на макрорівні найчастіше використовуються структурні моделі, оскільки для планування та управління



велике значення мають взаємозв'язки підсистем. Типовими структурними моделями є моделі міжгалузевих зв'язків. Функціональні моделі широко застосовуються в економічному регулюванні, коли на поведіння об'єкта («вихід») впливають, змінюючи «вхід». Прикладом може бути модель поведінки споживачів за умов товарно-грошових відносин. Один і той самий об'єкт може описуватися водночас як структурною, так і функціональною моделлю.

За характером відображення причинно-наслідкових зв'язків розрізняють детерміновані моделі та моделі, що враховують випадковість і невизначеність – стохастичні.

Залежно від урахування часового чинника економіко-математичні моделі поділяються на статичні та динамічні. У статичних моделях усі залежності стосуються одного моменту або періоду часу. Динамічні моделі характеризують зміни економічних процесів у часі.

За тривалістю періоду часу, що розглядається, розрізняють моделі короткострокового (до року), середньострокового (до 5 років), довгострокового (10–15 і більше років) прогнозування та планування. Час в економіко-математичних моделях може змінюватися неперервно або дискретно. Тому розрізняють неперервні та дискретні моделі.

Моделі економічних процесів надзвичайно різноманітні за формою математичних залежностей. У загальному випадку виокремлюють лінійні та нелінійні моделі. Особливо важливим є клас лінійних моделей, найзручніших для аналізу й розрахунків, завдяки чому вони набули великого поширення.

Відмінності між лінійними та нелінійними моделями істотні не лише з математичного, а й з теоретико-економічного погляду. Адже численні залежності в економіці як на макро-, так і на мікрорівні мають принципово нелінійний характер: вплив податкової та грошово-кредитної політики на економічних суб'єктів, ефективність використання ресурсів з розширенням виробництва, зміна обладнання, моделі управління запасами тощо. Теорія

«лінійної економіки» істотно відрізняється від теорії «нелінійної економіки». Від того, якими – опуклими чи неопуклими – вважаються множини виробничих можливостей підсистем (галузей, підприємств), істотно залежать висновки про можливості поєднання централізованого планування та господарської самостійності економічних підсистем.

У теперішній час в аналізі господарської діяльності організацій все більше застосування знаходять математичні методи дослідження. Це сприяє вдосконаленню економічного аналізу, його поглибленню і підвищенню його дієвості.

Використання математичних методів досягається більш повне вивчення впливу окремих факторів на узагальнюючі економічні показники діяльності організацій, зменшення термінів здійснення аналізу, підвищується точність здійснення економічних розрахунків, вирішуються багатовимірні аналітичні завдання, які не можуть бути виконані традиційними методами. У процесі використання економіко-математичних методів в економічному аналізі здійснюється побудова і вивчення економіко-математичних моделей, що описують вплив окремих факторів на узагальнюючі економічні показники діяльності організацій. Розрізняють чотири основних види економіко-математичних моделей, що використовуються при аналізі впливу окремих факторів: адитивні моделі; мультиплікативні моделі; кратні моделі; змішані моделі.

## 2.2 Аналіз методів прогнозування ринку титану

Комплексне дослідження ринку не обмежується констатацією ситуації, що склалася, та причин, що її зумовлюють, і безпосередньо пов'язано з прогнозуванням роз-витку ринку.

Прогноз – імовірнісне наукове обґрунтування міркувань про перспективи, можливі стани розвитку того чи іншого явища в майбутньому і (або) про альтернативні шляхи та терміни їх здійснення [17].

Основними напрямками прогнозування є - аналіз еволюції ринкової ситуації, можливостей і загроз зовнішнього середовища. Мета — знайти оптимальне своєчасне рішення щодо адаптації фірми до можливих змін. Отже, метою прогнозування є прогноз появи нових потреб, змін уподобань споживачів, можливих дій конкурентів, змін у законодавстві, політичних змін, кон'юнктури ринку в цілому і окремих показників, що формують її, тощо. Особлива увага в прогнозуванні розвитку ринку приділяється прогнозуванню попиту.

Методи прогнозування – це сукупність операцій і прийомів, які на основі ретроспективних даних, екзогенних (зовнішніх) та ендогенних (внутрішніх) зв'язків об'єкта прогнозування, а також їхніх змін дають можливість передбачати майбутній його розвиток.

Основна суть прогнозування полягає у передбаченні тенденцій майбутнього розвитку об'єкта досліджень (системи, процесу чи явища) на основі глибокого та всебічного вивчення закономірностей, взаємодії внутрішніх і зовнішніх чинників у динаміці з метою обґрунтування перспективних рішень і виявлення їхніх можливих наслідків. Правдивість тих або інших тверджень відносно методологічних основ прогнозу суттєво залежить від його визначення. Прогноз означає перенесення певних закономірностей або тенденцій розвитку параметрів взаємозв'язків економічної системи з минулого та теперішнього стану в майбутнє.

Розглянемо методи прогнозування (рис 2.1), їх можна поділити на дві групи – кількісні та якісні. Розглянемо більш детально кількісні методи прогнозування.

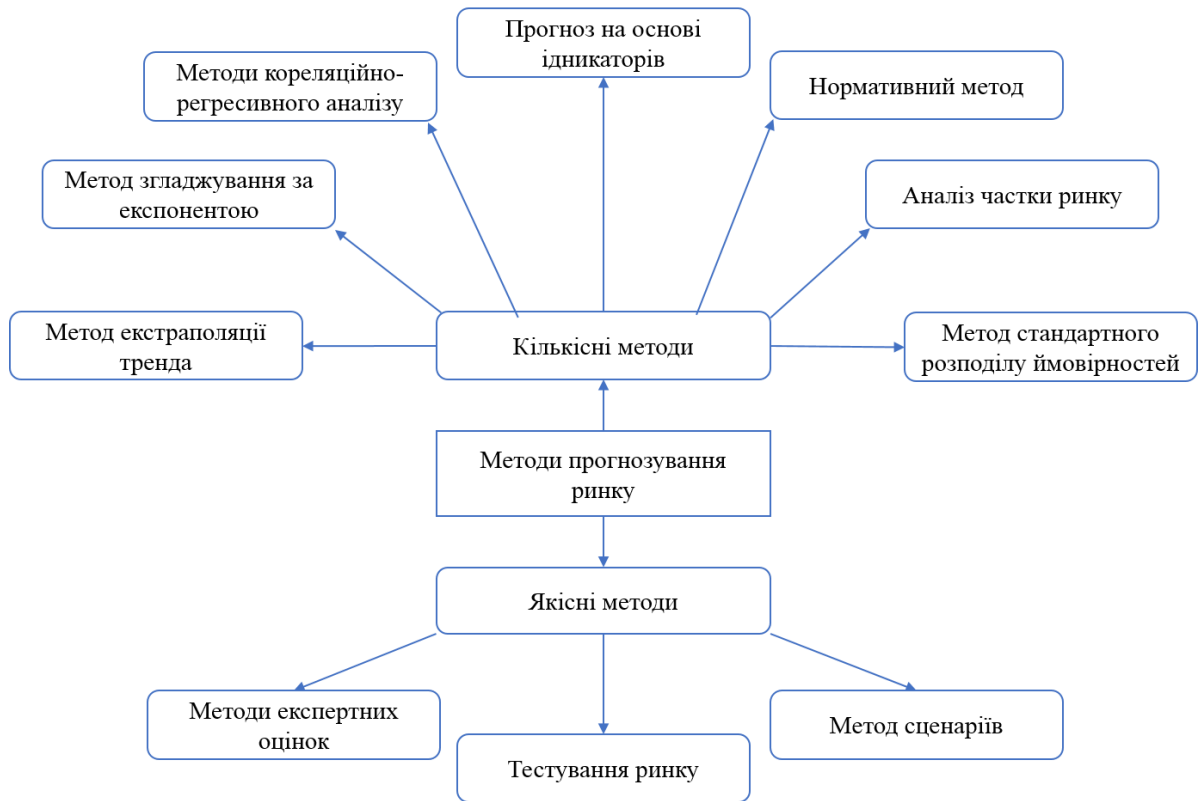


Рисунок 2.1 – Методи прогнозування

Метод екстраполяції тренда. Даний метод прогнозування на основі статистичного аналізу часових рядів, за якого обчислюють значення економічних показників (наприклад, обсягу продажу) за межами наявних фактичних даних, виходячи з припущення, що виявлена тенденція зберігатиметься й надалі. Інформаційна база, на якій ґрунтується метод, дані про обсяг продажу за певний інтервал часу (попередні місяці, роки), які називаються часовими рядами. На основі цих даних визначається тренд — загальна тенденція зміни показників за певний період часу;

Метод згладжування за експонентою — прогноз попиту, базується на середньо-зваженому значенні обсягу продажу за певну кількість попередніх періодів. Метод може бути використаний лише для короткострокових прогнозів.

Методи кореляційно-регресивного аналізу. Прогнозування попиту можливе та-кож, якщо знайдено статистичну модель, яка характеризує

залежність між обсягом продажу та незалежними змінними, що впливають на його величину. Завдання регресивного аналізу — визначення форми залежності та побудова про-гнозної моделі, що характеризує залежність збуту від факторів, які впливають на нього. Завдання кореляційного аналізу полягає у визначенні щільності зв'язку між збутом продукції та зовнішніми статистично значущими факторами, які впливають на збут.

Прогнозування на основі індикаторів – прогнозування зростання попиту на основі показників, які випереджають зміну попиту в часі. Наприклад, стабілізація еко-номічних показників зумовлює інвестиції у розвиток промислових підприємств; збільшення доходу на душу населення є індикатором подальшого попиту на певні товари та послуги, а збільшення частки населення похилого віку в загальній структурі населення Західної Європи сигналізує про зміни у структурі попиту в межах таких товарних груп, як продукти харчування, одяг, послуги служб соціальної допомоги тощо.

Метод індикаторів використовується для оцінки потенціалу територій (країн, регіонів) на основі стандартних або спеціально визначених для певного сектора чи різновидів товарів індексів купівельної спроможності.

Нормативний метод – обсяги купівель визначаються нормами споживання (для споживчих товарів) і нормативами використання (для промислових товарів). Так, ба-ланс вуглеводів, білків, жирів – передумова встановлення фізіологічних норм споживання продуктів харчування, а нормативи використання будівельних матеріалів визначають технологічні вимоги надійності та безпеки.

Аналіз частки ринку передбачає прогнозування товарообігу як частки фірми на ринку певної галузі. Тобто спочатку прогнозується попит для всієї галузі, а потім розраховується частка підприємства в загальному обсязі продажу галузі.

Метод стандартного розподілу ймовірностей дає змогу на основі експертних оцінок визначити найімовірніший діапазон прогнозних оцінок збуту. Суть методу - експертним шляхом визначають три види прогнозів збуту: оптимістичний прогноз, найімовірніший прогноз, песимістичний прогноз.

Розглянемо групу якісних методів. Методи експертних оцінок (експертні методи) ґрунтуються на досвіді, знаннях та інтуїції фахівців. Вивчаючи тенденції розвитку товарної кон'юнктури у минулому та аналізуючи сучасний стан, експерти складають свою оцінку перспектив розвитку на майбутнє.

Експертні оцінки на якісному рівні використовуються для визначення можливих напрямів ринкової діяльності, визначення орієнтирів просування продуктів тощо.

Методи експертних оцінок передбачають використання процедур «Методу Дельфі», «мозкового штурму», «адвоката диявола» та ін.

Результати експертних методів часто піддають критиці через цілковиту залежність від кваліфікації експертів. Але це єдиний спосіб вирішення практичних маркетингових завдань за умов браку статистичної або іншої досконалої інформації.

Певні обмеження щодо застосування кількісних методів, передусім екстраполяційних, пов'язані з тим, що зовнішнє середовище не є застиглим, незмінним, стабільним (а це обов'язкова умова застосування цих методів). Виникла нагальна потреба знайти інші способи передбачення майбутнього. Саме таким методом є метод сценаріїв.

Сценарій – це передбачення розвитку і майбутнього стану факторів, що впливають на фірму, і визначення напрямів можливих власних дій.

Метод може бути використаний для генерації ідей нових продуктів, визначення напрямів диверсифікації тощо. З огляду на термін прогнозування, є можливість зазначити, наскільки цей прогноз виявився точним.

Сценарій як метод прогнозування передбачає розгляд кількох альтернативних сценаріїв розвитку подій — базового, песимістичного, оптимістичного.

Метод сценаріїв втілює інтегральний підхід до прогнозування і передбачає використання, а точніше, інтеграцію даних, отриманих у результаті кількісних, а також якісних методів досліджень.

Тестування ринку (пробний маркетинг) передбачає пробний продаж перед виведенням на ринок нових або модифікованих товарів на географічно обмеженій території, який репрезентативно представляє цільовий ринок.

Метод може вважатися найточнішим для прогнозування збуту нового продукту, оскільки при цьому на невеликому місцевому ринку (це може бути кілька міст країни) моделюється реальна ситуація і перевіряється дієвість різних інструментів маркетингу (ціна, канали збуту, упаковка, реклама, назва товару). Отже, дані про обсяг продажу, темпи зростання продажу дають можливість скласти прогноз збуту товару на всій території.

Стосовно ступеня формалізації всі методи прогнозування можна поділити на інтуїтивні та формалізовані. Інтуїтивне прогнозування використовується тоді, коли об'єкт прогнозування є дуже простим, або ж настільки складним, що врахувати аналітично вплив багатьох факторів практично неможливо. У таких випадках вдаються до експертних оцінок.

У залежності від загальних принципів інтуїтивні методи прогнозування можна поділити на індивідуальні та колективні експертні оцінки.

До групи індивідуальних експертних оцінок належать такі методи: інтерв'ю, аналітична записка, побудова сценаріїв і генерація ідей. Група колективних експертних оцінок включає в себе такі методи: комісії, мозкової атаки, Делфі та анкетування.

Клас формалізованих методів, у залежності від загальних принципів дій, можна поділити на групи економетричних і системноструктурних методів, методів моделювання та випередження інформації.

До групи економетричних методів можна віднести методи: найменших квадратів, експонентного згладжування, ковзної середньої, ймовірнісного моделювання, колокаційний, кореляційно-регресійний, групового врахування аргументу, авторегресійний, теорії розпізнавання образів, спектрального, дискримінантного та факторного аналізу.

До групи системно-структурних методів належать: функціонально-ієрархічне моделювання, морфологічний аналіз, матричний метод, сіткове моделювання, структурна аналогія, прогнозний граф, “дерево цілей”.

Методи математичного моделювання включають балансові, оптимізаційні, імітаційні, стохастичні моделі, нейронні мережі, варіаційне числення, моделі Маркова та теорії ігор.

Ефективність вибору методів прогнозування залежить від таких факторів: мета прогнозу, його завдання; період, на який формується прогноз; специфіка та особливості об'єкта прогнозування; вірогідність та повнота інформаційної бази; фактори, які обмежують прогнозування.

До числа завдань, що вирішуються при дослідженні ринку, відносять:

- визначення ємності ринку і або окремих його елементів;
- кон'юнктурні та прогнозні дослідження збуту;
- дослідження поведінки покупців (відношення до товару фірми, мотиви покупки, способи покупки і т.д.);
- вивчення діяльності конкурентів;
- дослідження передбачуваної реакції на введення нового товару (можливий обсяг збуту, ймовірні відповідні дії конкурентів).

Досліджувані процеси, що відбуваються на ринку, мають імовірнісний характер, з цього широко використовуються наступні методи прогнозування:

- колективної експертної оцінки;
- екстраполяції;
- кореляційно-регресійні моделювання;
- багатofакторне моделювання;



- імітаційне моделювання та інші.

Прогнозування кон'юнктури ринку - це дослідження сформованої на ринку економічної ситуації, яку характеризують співвідношення між попитом і пропозицією, рівень цін, конкуренція.

Основну роль серед них відіграє співвідношення між попитом і пропозицією і пов'язана з цим ціна товару.

Горизонт прогноза- термін, на який ведеться прогноз - не перевищує 1,5 років, бо через швидкі змін, характерних для сучасного ринку, більш тривалий прогноз виявляється мало достовірним.

Кон'юнктуру необхідно вивчати і прогнозувати тому, що знати її - значить продавати і купувати по найбільш вигідними цінами, раціонально маневрувати наявними ресурсами, оперативно розширювати або скорочувати випуск товарів відповідно до очікуваної обстановкою на ринку.

Етапи вивчення ринкової кон'юнктури.

Приступаючи до вивчення кон'юнктури ринку і підготовці її прогнозу, необхідно, перш за все, виявити в якому середовищі свого ЖЦЗ знаходиться економіка в цілому і економічний стан даного нас об'єкта, і дати їх коротку комплексну характеристику за попередні півтора - рік.

Потім аналізується виробництво. Розглядають динаміку виробництва, яка нас цікавить товару в цілому в світі і основних виробників. Показують головні причини зміни обсягу випуску цього товару (введення виробничих потужностей і підвищення рівня автоматизації, активізацію або зниження попиту і т.д.). Ретельно розглядається вплив НТП на галузь, на досліджуваний ринок товару. Наводять дані про появу нових товарів і вдосконалень з боку інших виробників. Розглядається динаміка завантаження виробничих потужностей і наявність їх резерву. Показується динаміка виробничих витрат, чисельності зайнятих і ін. Чинників, що впливають на обсяг випуску продукції і кон'юнктури.

Попит і споживання товару аналізується насамперед з точки зору динаміки зміни світового споживання і попиту в цілому, а також причин цього. Ведеться аналіз руху запасів готової продукції у виробників (потенційних конкурентів) в їх товаропровідній мережі, а також політики виробників в цій галузі.

Товар і його збут розглядається перш за все з точки зору зміни конкурентоспроможності виробів. Аналізуються форми і методи збуту, застосовувані конкурентами, вплив цих форм і методів на динаміку збуту.

Зовнішня торгівля аналізованого товаром (щодо товарної групи, до якої він належить) описується як в цілому, так і по основним виробникам. Аналізуються зміни у відносному положенні експортерів, причини цього, вплив нових форм і методів торгівлі взагалі, а також експорту капіталів, обміну технологіями (ліцензіями). Досліджуються причини змін, вплив програм держав і найбільших виробників на динаміку імпорту (експорту).

Ціни поряд з попитом і пропозицією - найважливіший елемент кон'юнктури аналізу. Розглядається динаміка оптових і експортних цін (на основі індексів) в провідних країнах (окремо у виробників, споживачів і експортерів даного товару). Аналізуються основні причини зміни цін, їх зв'язок з появою нових технологій, зміна цін на сировину і напівфабрикати, впливу інфляції, зміни курсів валют, а також методів і форм торгівлі.

На підставі всієї отриманої інформації складається кон'юнктурний прогноз на рік - півтора вперед.

Даний процес аналізу та прогнозування досить трудомісткий. Щоб зменшити трудомісткість цього процесу, для прогнозування цін (основного об'єкта аналізу, найбільш важливого для визначення тактики і стратегії роботи на ринку) використовують багатofакторні статистичні моделі, особливо модель багатокрокового регресійного аналізу. Крім того, для розрахунків застосовуються моделі сегментної регресії і головних компонентів. Всі ці методи добре поєднуються з іншими прийомами

прогнозування, в тому числі, з які вимагають застосування ЕОМ в обмеженій мірі. До числа інших методів прогнозу, відноситься метод «Дельфі», привабливий своєю простотою, а також тим, що учасники дають прогнози на підставі не тільки статистичної інформації, а й інтуїтивно.

Кінцеве завдання кон'юнктурного аналізу - накреслення картини ймовірного майбутнього: визначення можливостей, якими слід скористатися, і потенційних небезпек, яких слід уникнути.

На величину попиту впливають фактори зовнішнього середовища і маркетингові зусилля конкуруючих фірм. Залежно від рівня маркетингових зусиль розрізняють первинний попит, ринковий потенціал і поточний ринковий попит.

### 2.3 Математичні методи аналізу розвитку ринку титану

При аналізі часових рядів існує дві мети, а саме [18]: визначення природи ряду та прогнозування (передбачення майбутніх значень часового ряду за минулими та поточними значеннями). Обидві ці мети вимагають, щоби модель ряду було ідентифіковано та формально описано. Як тільки модель буде визначена, то з її допомогою можна буде інтерпретувати дані, що розглядаються.

Як й більшість інших видів аналізу, аналіз часових рядів передбачає, що дані містять систематичну складову (яка зазвичай включає декілька компонент) та випадковий шум (похибку), який ускладнює виявлення регулярних компонент. Більшість методів дослідження часових рядів включає різні способи фільтрації шуму, що дозволяють побачити регулярну складову більш виразно.

Більшість регулярних складових часових рядів належать до двох класів: вони є або трендом, або сезонною складовою. Тренд – це загальна систематична лінійна або нелінійна компонента, що може змінюватися у часі.

Сезонна складова – це компонента, що періодично повторюється. Обидва ці види регулярних компонент часто присутні у ряді одночасно.

Якщо часові ряди містять значну похибку, то першим кроком виділення тренду є згладжування. Згладжування завжди включає певний спосіб локального усереднення даних, при якому несистиматичні компоненти взаємно погашають один одного. Найбільш загальний метод згладжування – ковзне середнє, у якому кожен член ряду замінюється простим або зваженим середнім  $n$  сусідніх членів, де  $n$  – це ширина «вікна» [19]. Замість середнього можна використовувати медіану значень, що потрапили у вікно. Результати медіанного згладжування є більш стійкими до викидів (що мають місце всередині вікна), ніж результати згладжування ковзним середнім. Недоліком медіанного згладжування є те, що за відсутності явних викидів, воно призводить до більш “зубчастих” кривих (ніж згладжування ковзним середнім) й не дозволяє використовувати ваги.

Відносно рідше, коли похибка вимірювання дуже велика, використовується метод згладжування методом найменших квадратів, зважених відносно відстані або метод від’ємного експоненційно зваженого згладжування. Всі ці методи відфільтровують шум та перетворюють дані у відносно гладку криву. Ряди з відносно невеликою кількістю спостережень та систематичним розміщенням точок можуть бути згладжені за допомогою бікубічних сплайнів.

Більшість монотонних часових рядів можна добре наблизити лінійною функцією. Якщо ряд має явну монотонну нелінійну компоненту, то дані спочатку треба перетворити, щоби позбавитися від нелінійності. Зазвичай для цього використовують логарифмічне, експоненційне або полінаміальне перетворення даних.

Періодична та сезонна залежність являє собою інший спільний тип компонент часового ряду. У загальному випадку, періодична залежність може бути формально визначена як кореляційна залежність порядку  $k$  між

кожним  $i$ -м елементом ряду та  $(i-k)$ -м елементом. Її можна виміряти за допомогою автокореляції (тобто кореляції між самими членами ряду),  $k$  називають лагом. Якщо похибка вимірювання не дуже велика, то сезонність можна визначити візуально, розглядаючи поведінку членів ряду через кожні  $k$  часових одиниць.

Сезонні складові часового ряду можуть бути знайдені за допомогою корелограми, яка показує числено та графічно автокореляційну функцію (АКФ), тобто коефіцієнти автокореляції та їх стандартні похибки для послідовності лагів з певного діапазону. Слід пам'ятати, що періодична залежність може суттєво змінитися після видалення автокореляцій першого порядку, тобто після взяття різниці з лагом 1.

Іншим методом дослідження періодичності є дослідження часної автокореляційної функції (ЧАКФ), яка є поглибленням поняття звичайної автокореляційної функції. У ЧАКФ прибирається залежність між проміжними спостереженнями (спостереженнями всередині лага) [18]. На першому лазі ЧАКФ дорівнює АКФ та дає більш “чисту” картину періодичних залежностей.

Періодична складова для лагу  $k$  може бути видалена за допомогою різниці відповідного порядку. Тобто з кожного  $i$ -го елемента ряду віднімається  $(i-k)$ -й елемент. Корисність таких перетворень полягає у тому, що таким чином можна виявити приховані періодичні складові ряду, а також видалення сезонних складових перетворює ряд у стаціонарний (з постійними у часі середнім, дисперсією та автокореляцією), що необхідно для застосування моделі авторегресії та ковзного середнього (АРПКС (ARIMA)) та інших методів, наприклад, спектрального аналізу.

Окремі спостереження містять значну помилку, тоді як є бажання не тільки виділити регулярні компоненти, але також побудувати прогноз. Методологія АРПКС (ARIMA), розроблена Боксом і Дженкінсом (1976),

дозволяє це зробити [18]. Цей метод є потужним та гнучким, але в той же час складним.

Згідно з методологією часовий ряд описується двома основними процесами:

- а) процес авторегресії;
- б) процес ковзного середнього.

Більшість часових рядів містять елементи, що послідовно залежать один від одного. Таку залежність можна виразити таким рівнянням:

$$x_t = \xi + \varphi_1 \cdot x_{(t-1)} + \varphi_2 \cdot x_{(t-2)} + \varphi_3 \cdot x_{(t-3)} + \dots + \varepsilon, \quad (2.1)$$

де  $\xi$  – константа;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots$  – параметри авторегресії;

$\varepsilon$  – випадкова складова.

Таким чином, кожне спостереження є сума випадкової компоненти та лінійної комбінації попередніх спостережень.

Процес авторегресії буде стаціонарним тільки тоді, коли його параметри знаходяться у певному діапазоні. Наприклад, якщо є тільки один параметр, то він має знаходитися у інтервалі  $-1 < \varphi < +1$ . У протилежному випадку, попередні значення будуть накопичуватися та значення наступних  $x_t$  можуть бути необмеженими, відповідно ряд не буде стаціонарним. Якщо у моделі декілька параметрів авторегресії, то можна визначити аналогічні умови, за яких забезпечується стаціонарність.

На відміну від процесу авторегресії, у процесі ковзного середнього кожен елемент ряду підпадає під сумарний вплив попередніх похибок. У загальному вигляді це можна представити у такому вигляді:

$$x_t = \mu + \theta_1 \cdot \varepsilon_{(t-1)} + \theta_2 \cdot \varepsilon_{(t-2)} + \theta_3 \cdot \varepsilon_{(t-3)} + \dots + \varepsilon_t, \quad (2.2)$$

де  $\mu$  – константа;

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$  – параметри ковзного середнього;

$\varepsilon$  – випадкова складова.

Тобто, поточне спостереження ряду являє собою суму випадкової компоненти в даний момент та лінійної комбінації випадкових впливів у попередні моменти часу. Слід відзначити, що між процесами ковзного середнього та авторегресії наявна «двоїстість», тобто одне рівняння можна переписати у вигляді іншого та навпаки – властивість обратимості. Аналогічно умовам стаціонарності існують умови, що забезпечують обратимість моделі.

Загальна модель, запропонована Боксом та Дженкінсом, включає як параметри авторегресії, так і параметри ковзного середнього. Модель описується за допомогою трьох параметрів: параметрів авторегресії ( $p$ ), порядку різниці ( $d$ ) та параметрів ковзного середнього ( $q$ ). У позначках Бокса та Дженкінса модель записується як  $ARIMA(p, d, q)$ . Наприклад, модель  $ARIMA(0,1,2)$  містить нуль параметрів авторегресії ( $p$ ) та два параметри ковзного середнього ( $q$ ), які обчислюються для ряду після взяття різниці з лагом 1 ( $d$ ).

Перед тим як оцінювати параметри моделі, необхідно визначити, який тип моделі буде підбиратися до даних та яка кількість параметрів буде присутня у моделі – провести ідентифікацію моделі. Основними інструментами ідентифікації порядку моделі є графіки, автокореляційна функція (АКФ) та часна автокореляційна функція (ЧАКФ). Більшість часових рядів, що зустрічаються на практиці, можна з достатнім ступенем точності апроксимувати однією з 5 основних моделей з невеликим числом параметрів

кожного виду (не більше 2), які можна ідентифікувати за виглядом АКФ та ЧАКФ [20]:

а) один параметр ( $p$ ): АКФ – експоненційно убуває, ЧАКФ – має значення, що різко виділяється для першого лагу, на інших лагах кореляції немає;

б) два параметри авторегресії ( $p$ ): АКФ має форму синусоїди або експоненційно убуває, ЧАКФ має значення, що різко виділяються на першого та другому лагах, на інших лагах кореляції немає;

в) один параметр ковзного середнього ( $q$ ): АКФ має різке виділення на лазі 1, а на інших лагах кореляція відсутня, ЧАКФ експоненційно убуває;

г) два параметри ковзного середнього ( $q$ ): АКФ різко виділяється на лагах 1,2, на інших лагах кореляція відсутня, ЧАКФ має вигляд синусоїди або експоненційно убуває;

д) один параметр авторегресії ( $p$ ) та один параметр ковзного середнього ( $q$ ): АКФ експоненційно убуває з лагу 1, ЧАКФ – експоненційно убуває з лагу 1.

Мультиплікативна сезонна ARIMA є розвитком та узагальненням звичайної моделі ARIMA на ряди, що містять періодичну сезонну компоненту. Додатково до несезонних параметрів у модель вводяться сезонні параметри для визначеного лагу, який встановлюється на етапі ідентифікації моделі. Аналогічно параметрам простої моделі ARIMA, ці параметри називаються сезонна авторегресія ( $ps$ ), сезона різниця ( $ds$ ) та сезонне ковзне середнє ( $qs$ ). Таким чином, повна сезонна модель ARIMA може бути записана як  $ARIMA(p, d, q)(ps, ds, qs)$ . Ці параметри обчислюються для рядів, що отримуються взяттям однієї різниці з лагом 1 та подальшою сезонною різницею. Сезонний лаг, що використовується для сезонних параметрів, визначається на етапі ідентифікації порядку моделі.



Загальні рекомендації щодо вибору звичайних параметрів за допомогою АКФ та ЧАКФ повністю придатні до сезонних моделей. Суттєвою відмінністю є те, що у сезонних рядах АКФ та ЧАКФ мають суттєві значення на лагах, які кратні сезонному лагу.

Число різниць, що беруться для досягнення стаціонарності, визначається параметром  $d$ . Для визначення необхідного порядку різниці досліджуються графік ряду та корелограма. Сильні міні рівня (сильні скачки вгору та вниз) зазвичай потребують взяття несезонної різниці першого порядку ( $d=1$ ). Сильні зміни нахилу вимагають взяття різниці другого порядку. Сезонна складова вимагає взяття відповідної сезонної різниці. Якщо навне повільне убавання вибіркового коефіцієнта автокореляції у залежності від лага, то беруть різницю першого порядку. Але перебільшення зі взяттям різниць призводить до менш стабільним оцінкам коефіцієнтів. Модель має бути економною – в ній має бути найменша кількість параметрів та найбільше число ступенів волі серед усіх моделей, які оцінюють дані.

Наступний етап після ідентифікації – оцінювання параметрів моделі. Для цього використовуються процедури мінімізації функції втрат. Отримані оцінки параметрів використовуються для побчислення нових значень ряду та побудови довірчого інтервалу для прогнозу. Процес оцінювання здійснюється за перетвореними даними. Для побудови прогнозу виконується обернена операція – інтегрування даних.

Додатково моделі ARIMA можуть містити константу, інтерпретація якої залежить від моделі. Якщо в моделі немає параметрів авторегресії, то константа  $\mu$  – це середнє значення ряду, а якщо параметри авторегресії наявні, то константа – вільний член. Якщо бралася різниця ряду, то константа є середнім або вільним членом.

Існують різні методи оцінювання параметрів, які дають дуже схожі оцінки, але для даної моделі одні оцінки можуть бути більш ефективними, а інші менш ефективними. У загальному випадку, під час оцінювання порядку

моделі використовується так званий квазіньютонівський алгоритм максимізації правдоподібності (ймовірності) спостережень значень ряду за значеннями параметрів. На практиці це вимагає обчислення (умовних) сум квадратів ( $SS$ ) залишків моделі. Є різні способи обчислення суми квадратів залишків  $SS$ :

- а) наближений метод максимальної правдоподібності МакЛеорда та Сейлза;
- б) наближений метод максимальної правдоподібності з ітераціями назад;
- в) точний метод максимізації правдоподібності за Мелардом.

В цілому, всі методи дають схожі результати та приблизно однакову ефективність на реальних даних. Однак, наближений метод максимальної правдоподібності МакЛеорда та Сейлза є найшвидшим й його можна використовувати для дуже великих рядів даних, а метод точний метод максимізації правдоподібності за Мелардом може бути не ефективним, якщо в моделі буде наявний великий сезонний лаг (наприклад, рік).

Для всіх оцінок параметрів обчислюються так звані асимптотичні стандартні похибки, для обчислення яких використовується матриця часних похідних другого порядку, апроксимована кінцевими різницями. Якщо значення розрахункової  $t$ -статистики не значущі, то відповідні параметри видаляються з моделі.

Іншою мірою надійності моделі є порівняння прогнозу, побудованого за скороченим рядом, з відомими (вихідними) даними. Крім того, модель повинна мати незалежні залишки, які містять лише шум без систематичних компонент. Тому необхідним є всебічний аналіз залишків. Хорошою перевіркою моделі є:

- а) графік залишків та вивчення їх трендів;
- б) перевірка АКФ залишків.

Процедура оцінювання передбачає, що залишки не корельовані та нормально розподілені.

Експоненційне згладжування – це ще один полярний метод прогнозування багатьох часових рядів [19]. В цьому методі більш старим спостереженням приписуються експоненційно убуваючі ваги, при цьому, на відміну від ковзного середнього, враховуються всі попередні спостереження ряду, а не тільки ті, що потрапили до певного “вікна”. Точна формула простого експоненційного згладжування має вигляд:

$$S_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1}, \quad (2.3)$$

де  $S_t$  – прогнозне значення часового ряду для періоду часу  $t$ ;

$S_{t-1}$  – прогнозне значення часового ряду для періоду часу  $t-1$ ;

$\alpha$ ,  $0 \leq \alpha \leq 1$  – параметр моделі.

Коли формула (2.3) застосовується рекурсивно, то кожне нове згладжене значення (яке одночасно є прогнозом) обчислюється як зважене середнє поточного спостереження та згладжуваного ряду. Результат згладжування залежить від параметра  $\alpha$ . Якщо  $\alpha=1$ , то попередні спостереження повністю ігноруються. Якщо  $\alpha=0$ , то ігноруються поточні спостереження. Значення  $\alpha$  між 0 та 1 дають проміжні результати. Обирається таке значення  $\alpha$ , для якого сума квадратів залишків (спостережні значення мінус прогнози на крок наперед) є мінімальною. Просте експоненційне згладжування відповідає моделі ARIMA (0, 1, 1).

В доповнення до простого експоненційного згладжування, були запропоновані більш складні моделі, що включають сезонну компоненту та тренд. Загальна ідея таких моделей полягає в тому, що прогнози обчислюються, але з деякими затримками, що дозволяє незалежно оцінити тренд та сезонну складову.

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ

#### 3.1 Аналіз обсягів виробництва титану в Україні

Державним балансом запасів корисних копалин України враховується 15 родовищ титану (з 40) [21], які мають високий ступінь розвідки і промислового освоєння. Родовища розташовані в межах Київської, Дніпропетровської, Харківської, Житомирської областей і приурочені до Українського щита й Дніпровсько-Донецької западини.

У даний час титанова галузь України включає в себе видобуток та збагачення титанових руд, виробництво діоксиду титану та губчатого титану. В Україні є потужна мінеральна база титану, розвідані запаси ільменітових руд. Всього відомо 40 родовищ, з яких 12 детально розвідані і розробляються. Найбільш значущими з них є Іршанський титанорудний район Українського щита (найбільше в Європі джерело титанових руд), Стремигородське родовище і Самотканське (обидва в Житомирській обл.) та Малишівське родовища (Дніпропетровська обл.). Титано-цирконієві руди є в Житомирській, Київській, Дніпропетровській, Черкаській і Донецькій областях. В основному вони знаходяться у межах Українського кристалічного щита. На базі Іршанського родовища діє Іршанський ГЗК. Родовища Дніпропетровської області розробляє Верхньодніпровський гірничо-металургійний комбінат, що поблизу м. Дніпродзержинська [21].

Основними споживачами Іршанського ільменіту в Україні є хімічні заводи з виробництва титан-діоксиду: Сумський і «Юкрейніан Кемікал Продактс» (м. Арм'янськ.). Щорічна потреба цих заводів в ільменітовому концентраті становить, відповідно, 300 і 200 тис. тонн. З титан-діоксиду, який

одержують на згаданих заводах, добувають якісну масляну фарбу з високою покривельною здатністю - титанове білило.

Титанову руду в металічний титан переробляє поки що єдиний на всю Україну Запорізький титаново-магнієвий комбінат. Постачальником сировини для цього підприємства є Верхньо-Дніпровський гірничо-металургійний комбінат, який експлуатує Малишевське розсипне родовище комплексних руд.

До титанової промисловості належать [22]:

- видобуток та збагачення мінеральної сировини - Філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» ПрАТ «Кримський Титан», Філія «Вільногірський гірничо-металургійний комбінат» ПрАТ «Кримський Титан», ТОВ «Валки-Ільменіт», ТОВ «Міжріченський ГЗК», ТОВ «ВКФ Велта» та ТОВ «Демурінський ГЗК»;

- виробництво пігменту двоокису титану - ВАТ «Сумихімпром» (40 тисяч Мт/рік), «Юкрейніан Кемікал Продактс» (Армянськ, Україна) - раніше «Кримський титан» (70 тисяч Мт/рік);

- виробництво титанової губки - ДП «Запорізький титано-магнієвий комбінат».

Фактично основним виробником та експортером титанової галузі України є група компаній «Group DF», їх частка на світовому ринку діоксиду титану (з урахуванням "Сумихімпром") складає приблизно 3%, губчастого титану - 5%. Структура титанового бізнесу «Group DF» [23] складається з таких напрямів:

- а) видобуток і збагачення титановмістних руд («Мотронівський гірничо-збагачувальний комбінат» (Дніпропетровська обл., Україна); «Міжрічинський гірничо-збагачувальний комбінат» (Іршанськ, Україна); «Валки-Ільменіт» (Іршанськ, Україна);

- б) виробництво діоксиду титану («Юкрейніан Кемікал Продактс» (Армянськ, Україна) - раніше «Кримський титан»;

в) виробництво титанового шлаку, губки і злитків: («Запорізький титано-магнієвий комбінат» (Запоріжжя, Україна).

«Group DF» володіє 49% часткою в капіталі «ЗТМК» Виробниками титанових напівфабрикатів в Україні є також ТОВ «Антарес», НВЦ «Титан», АТ «ФПСО», «Закарпатський металургійний завод». Враховуючи, що Україна має повний ланцюг виробництва титану та орієнтується на зовнішні ринки, титанова, промисловість залишається однією з небагатьох в Україні галузей, яка зможе без критичних втрат диверсифікувати експортні потоки.

На рис 3.1, наведено дані щодо обсягів імпорту за групою товару «Титанові руди та концентрати» опубліковані Державною фіскальною службою України.

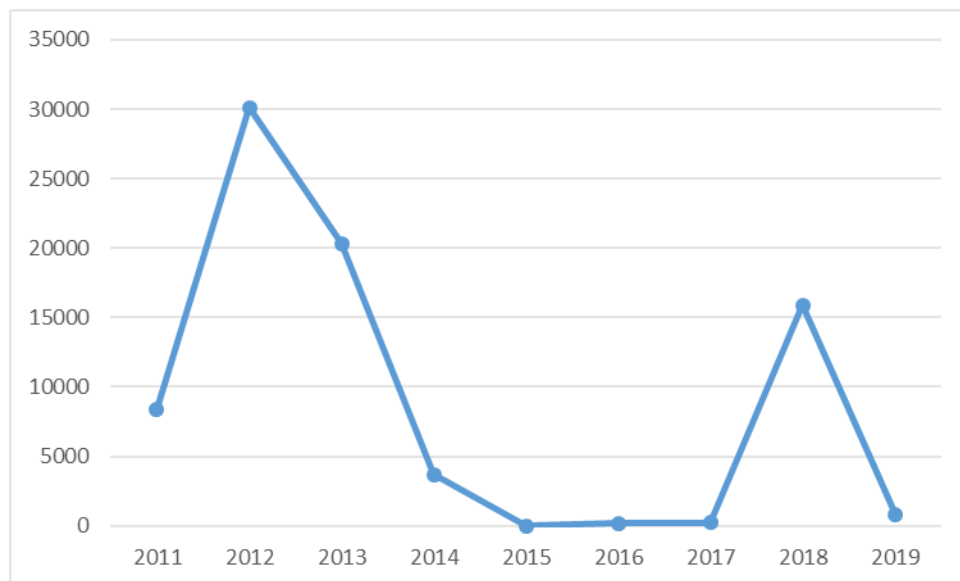


Рисунок 3.1 – Динаміка обсягів імпорту на ринку України [24]

Згідно з рис. 3.1 на 2019 рік показник імпорту становить 791 тонну, низхідна динаміка в розмірі 95% відносно 2018 року. Максимальний обсяг імпорту зафіксовано в 2012 році в обсязі 30 тис. т. Сума на яку імпортовано продукцію в 2019 році становить 556 тис. дол. США, спад відносно 2018 року становить 82%.

На рис 3.2, наведено дані експорту по групі товару «Титанові руди та концентрати».

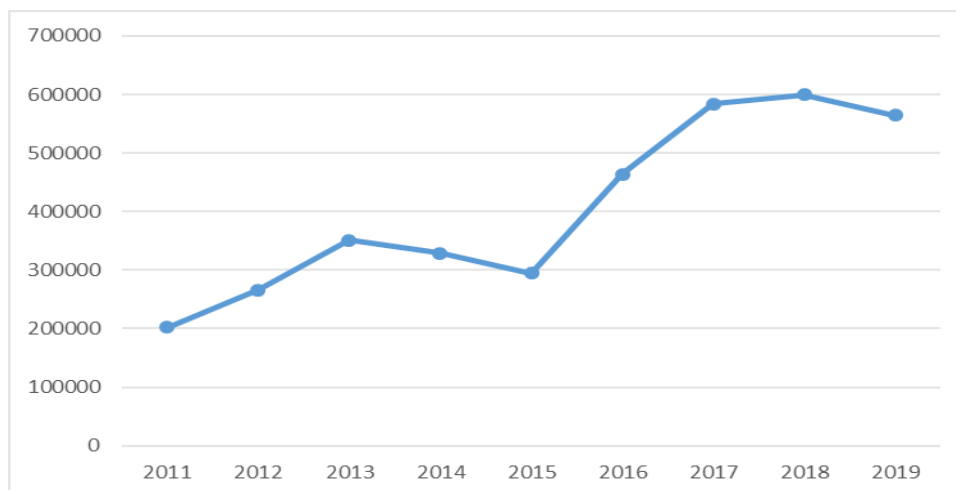


Рисунок 3.2 – Динаміка обсягів експорту на ринку України [24]

Згідно з рис. 3.2 на 2019 рік показник експорту становить 564 тис. т, низхідна динаміка в розмірі близько 6% відносно 2018 року. Максимальний об'єм експорту зафіксовано в 2018 році в обсязі 600 тис. т. Сума на яку експортовано продукцію в 2019 році становить 138 млн. дол. США, зріст відносно 2018 року становить 12%.

На рис 3.3, наведено дані імпорту по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт».

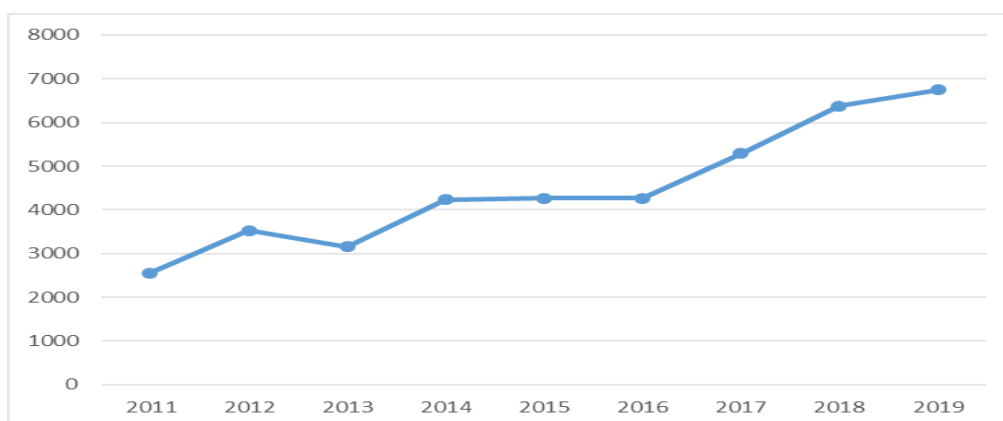


Рисунок 3.3 – Динаміка обсягів імпорту на ринку України [24]

Згідно з рис. 3.3 на 2019 рік показник імпорту становить 6 746 т., висхідна динаміка в розмірі 5,4% відносно 2018 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2019 році. Сума на яку імпортовано продукцію в 2019 році становить 39.4 млн. дол. США, спад відносно 2018 року становить 12%.

На рис 3.4, наведено дані експорту по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт».

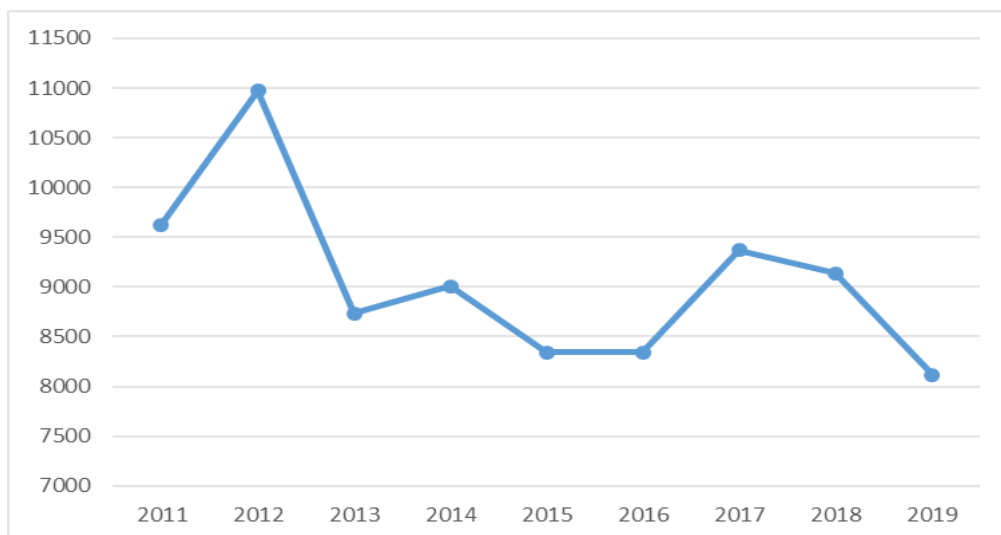


Рисунок 3.4 – Динаміка обсягів експорту на ринку України [24]

Згідно з рис. 3.4 на 2019 рік показник експорту становить 8 116 тис. т, низхідна динаміка в розмірі близько 11% відносно 2018 року. Максимальний об'єм експорту зафіксовано в 2012 році в обсязі 11 000 тис. т. Сума на яку експортовано продукцію в 2019 році становить 83.9 млн. дол. США, зріст відносно 2018 року становить 3,3%.

На рис 3.5, наведено дані імпорту по групі товару «Оксиди титану».

Згідно з рис. 3.5 на 2019 рік показник імпорту становить 45 тонн, низхідна динаміка в розмірі 65% відносно 2018 року. Максимальний об'єм імпорту зафіксовано в 2017 році в обсязі 199 тонн. Сума на яку імпортовано



продукцію в 2019 році становить 146 тис. дол. США, спад відносно 2018 року становить 68%.

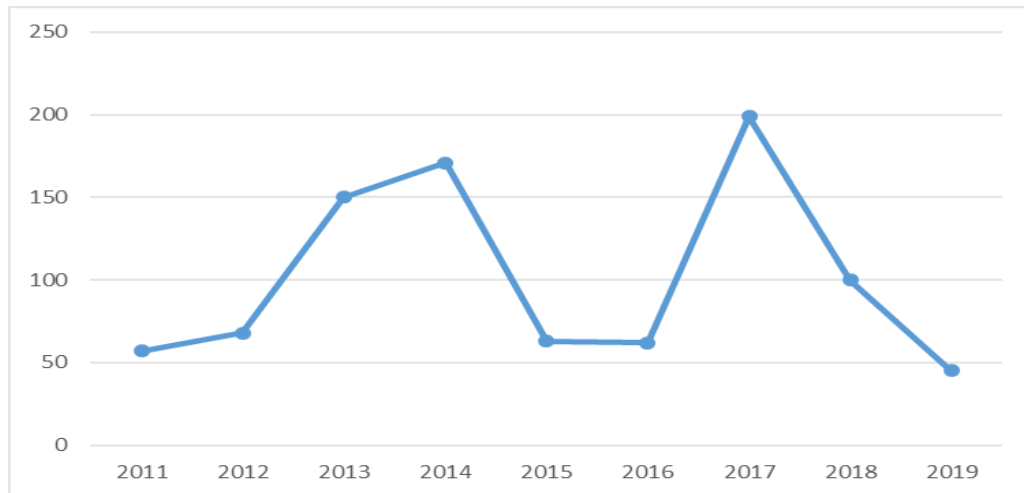


Рисунок 3.5 – Динаміка обсягів імпорту на ринку України [24]

Отже проаналізувавши титановий ринок України можна сказати, що перспективи зміцнення вітчизняного титанового продукту на світовому ринку зберігаються, для вирішення цієї задачі та збільшення виробничих потужностей треба розв'язати низку питань а саме:

- відкриттю нових розсіпів промислового значення як у межах уже освоєних гірничою промисловістю районів, так і на нових перспективних площах і ділянках, які визначено за результатами раніше проведених робіт і методом аналогії;
- демонополізація галузі й повернення ключових підприємств до державної власності

### 3.2 Аналіз та прогнозування експорту та імпорту титанової продукції

Аналіз і прогнозування експорту та імпорту в контексті торгівлі титановою продукцією дозволяє структурно прослідити динаміку обсягів

товару, основних учасників функціонування ринку титану та тенденції що можуть продовжуватися й надалі.

На рис 3.6, наведено обсяги імпорту країн експортерів до України по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» опубліковані Міжнародним торговим центром.

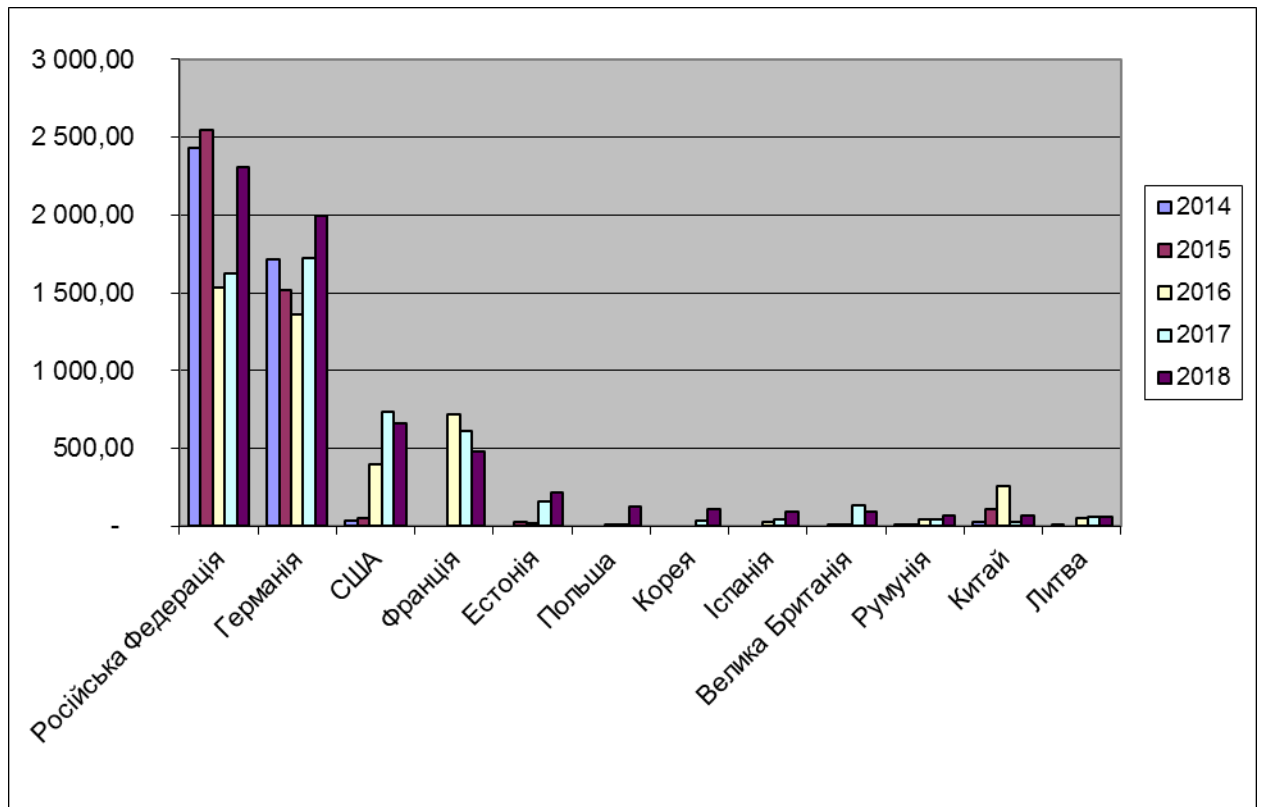


Рисунок 3.6 – Структура імпорту ринку України [25]

Згідно з рис. 3.6 на 2018 рік, титанові вироби активно імпортуються з Росії, Германії, США, Франції та Естонії. Частка імпорту з Росії складає 36% на 2018 рік в розмірі 2 300 тонн, на 5.5% більше ніж в 2017 році. Обсяг імпорту з Германії складає 31% в розмірі 1990 тонн, на 1.5% менше ніж в 2017 році. Обсяг імпорту з США складає 10% на 2018 рік в розмірі 660 тонн, на 2.5% менше ніж в 2017 році. Обсяг імпорту з Франції складає 7,5% на 2018 рік в розмірі 480 тонн, на 4% менше ніж в 2017.

На рис 3.7, наведено обсяги експорту України до країн імпортерів по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» опубліковані опубліковані Міжнародним торговим центром.

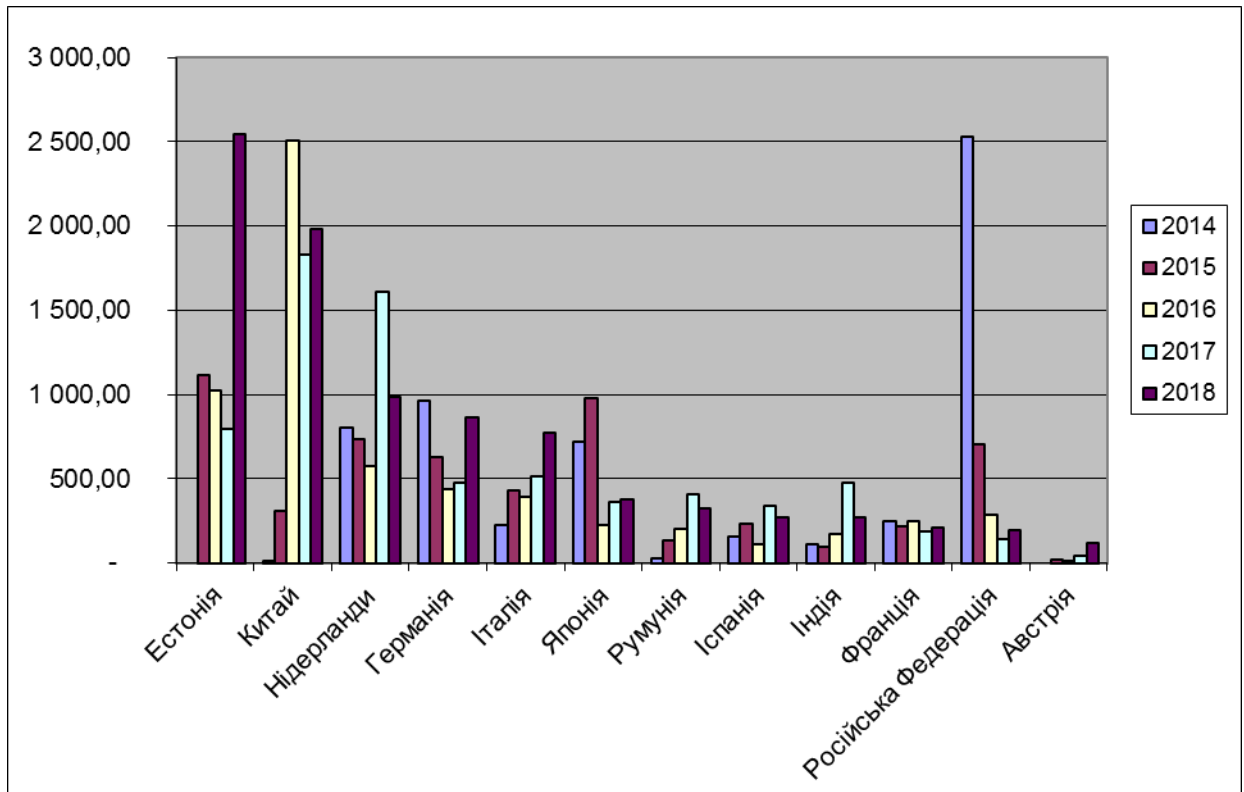


Рисунок 3.7 – Структура експорту ринку України[25]

Згідно з рис. 3.7 на 2018 рік, титанові вироби експортуються до Естонії, Китаю, Нідерландів, Германії та Італії. Частка експорту до Естонії складає 28% на 2018 рік в розмірі 2550 тонн, на 19 % більше ніж в 2017 році. Обсяг експорту до Китаю складає 21.6% в розмірі 1980 тонн, на 2% більше ніж в 2017 році. Обсяг імпорту до Нідерландів складає 10.7% на 2018 рік в розмірі 980 тонн, на 8% менше ніж в 2017 році. Обсяг експорту до Германії складає 9.5% на 2018 рік в розмірі 870 тонн, на 4.4% більше ніж в 2017. Обсяг експорту до Італії складає 8.5% на 2018 рік в розмірі 775 тонн, на 3% більше ніж в 2017.

На з рис 3.8, наведено обсяги експорту України до країн імпортерів по групі товару «Руди і концентрати титанові».

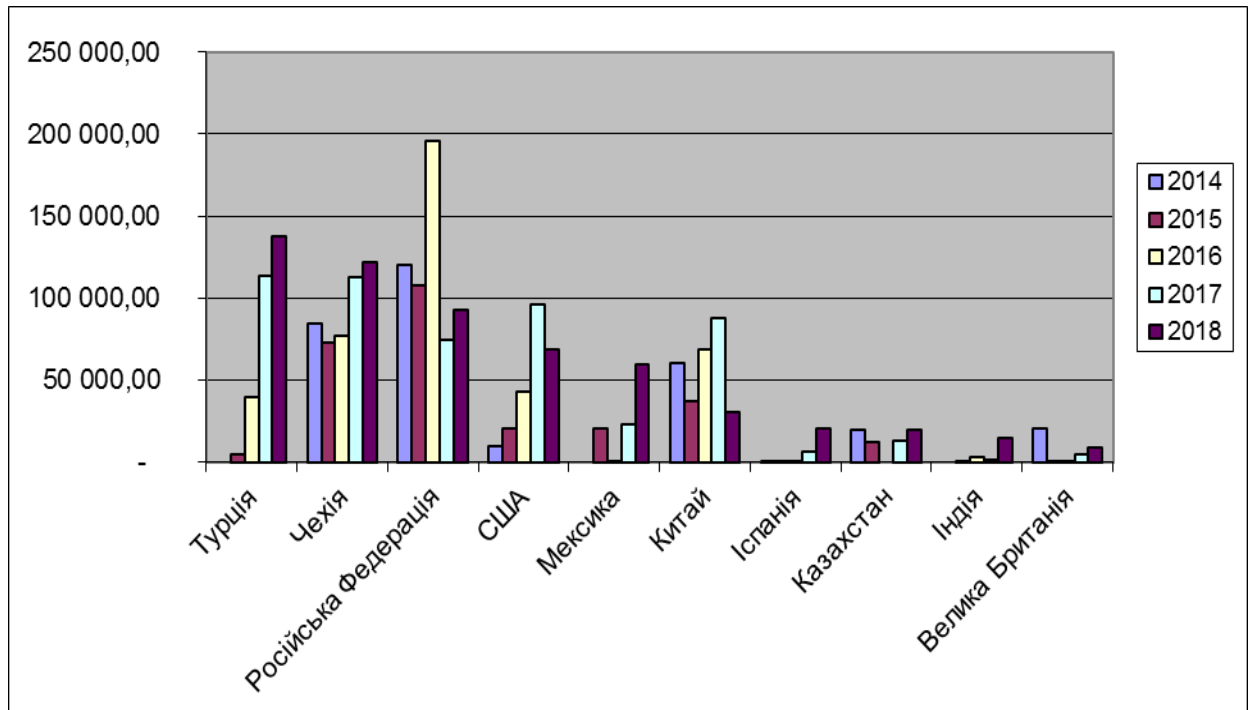


Рисунок 3.8 – Структура експорту ринку України[26]

Згідно з рис. 3.8 на 2018 рік, титанові вироби експортуються до Турції, Чехії, Росії, США та Мексики. Частка експорту до Турції складає 23% на 2018 рік в розмірі 137 тис. т., на 2.5 % більше ніж в 2017 році. Обсяг експорту до Чехії складає 20% в розмірі 121 тис. т., на 1% більше ніж в 2017 році. Обсяг імпорту до Росії складає 15.5% на 2018 рік в розмірі 93 тис. т., на 3% більше ніж в 2017 році. Обсяг експорту до США складає 11.5% на 2018 рік в розмірі 69 тис. т., на 5% менше ніж в 2017. Обсяг експорту до Мексики складає 10% на 2018 рік в розмірі 60 тис. т., на 6% більше ніж в 2017.

Проаналізувавши структуру та динаміку експорту та імпорту Українського ринку титану можна сказати що основними експортерами по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» до України є Росія та Германія, основними імпортерами по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» з України є Естонія та

Китай, основними експортерами по групі товару «Титан і вироби з титану, включаючи відходи та брухт» до України є Турція, Чехія та Росія.

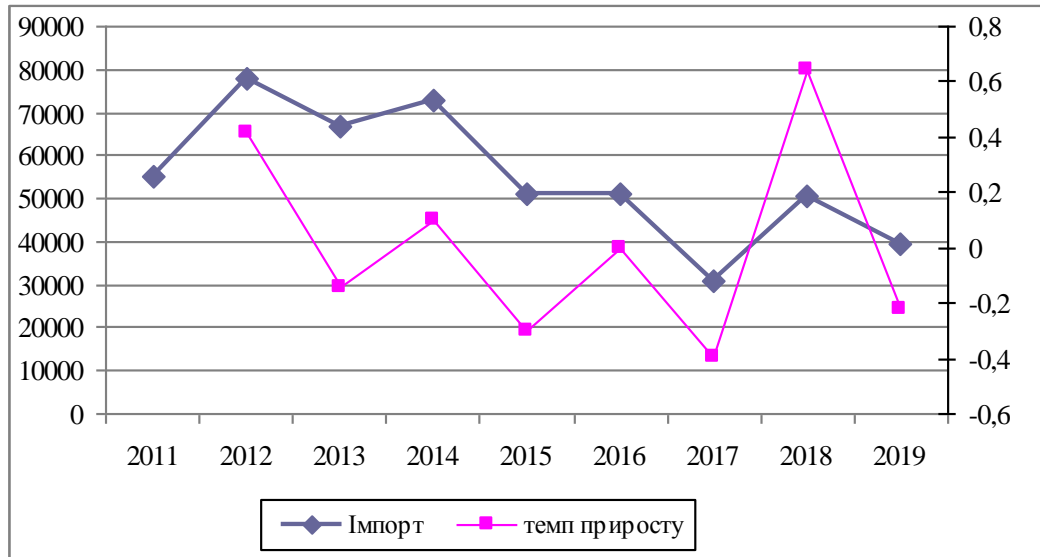


Рисунок 3.9 – Обсяги імпорту титану і виробів з титану, включаючи відходи та брухт, тис. дол. США [24]

Згідно з рис. 3.9 на 2019 рік, Україна імпортувала продукцію на суму 39,4 млн. дол. США, показник зменшився на 22% відносно минулого року.

У 2012 році спостерігається максимальний показник на суму імпортованої продукції в розмірі 77,8 млн. дол. США, а у 2018 році відбулося максимальне зростання суми імпорту в розмірі 39,2%.

Наявна динаміка щодо суми вартості титану безпосередньо пов'язана із ціною на дану продукцію. Так у 2012 ціна складала 8200 дол. США, за період з 2011 по 2019 роки це максимальний показник ціни на титан.

Згідно з рис. 3.10 на 2019 рік, Україна експортувала продукцію на суму 84 млн. дол. США, показник збільшився на 3,3% відносно минулого року.

У 2012 році спостерігається максимальний показник на суму експортованої продукції в розмірі 135 млн. дол. США, а у 2012 році відбулося максимальне зростання суми експорту в розмірі 19%.

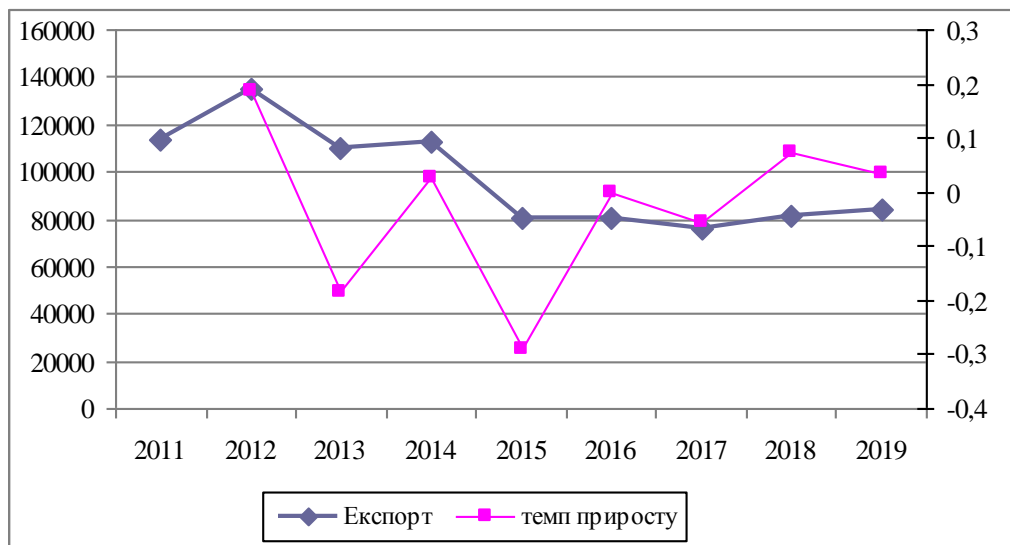


Рисунок 3.10 – Обсяги експорту титану і виробів з титану, включаючи відходи та брухт, тис. дол. США [24]

Найважна динаміка щодо суми вартості титану безпосередньо пов'язана із ціною на дану продукцію. Так у 2012 ціна складала 8200 дол. США, за період з 2011 по 2019 роки це максимальний показник ціни на титан.

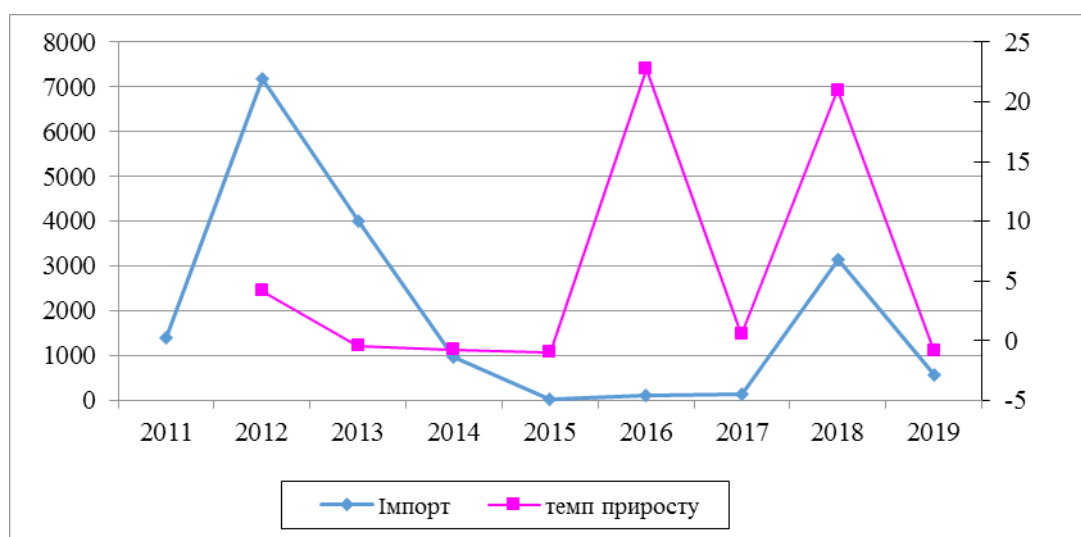


Рисунок 3.11 – Обсяги імпорту руди і концентратів титану, тис. дол. США [24]

Згідно з рис. 3.11 на 2019 рік, Україна імпортувала продукцію на суму 556 тис. дол. США, показник зменшився на 82% відносно минулого року

У 2012 році спостерігається максимальний показник на суму імпортованої продукції в розмірі 7.1 млн. дол. США, а у 2018 році відбулося максимальне зростання суми імпорту в розмірі 94.5%.

Наявна динаміка щодо суми вартості титану безпосередньо пов'язана із ціною на дану продукцію. Так у 2012 ціна складала 4700 дол. США, за період з 2011 по 2019 роки це максимальний показник ціни на титан.

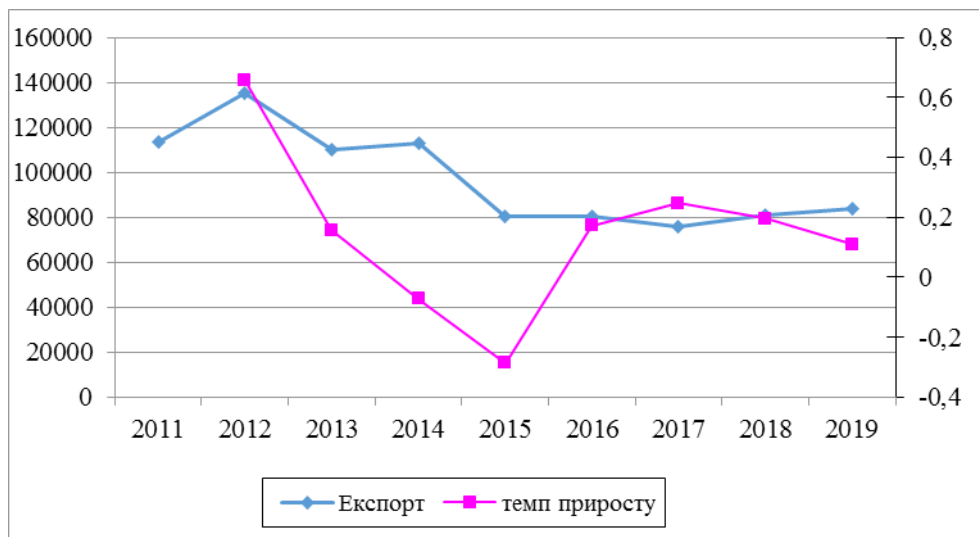


Рисунок 3.12 – Обсяги експорту руди і концентратів титану, тис. дол. США [24]

Згідно з рис. 3.12 на 2019 рік, Україна експортувала продукцію на суму 139 млн. дол. США, показник збільшився на 11% відносно минулого року.

У 2019 році спостерігається максимальний показник на суму експортованої продукції в розмірі 139 млн. дол. США, а у 2012 році відбулося максимальне зростання суми експорту в розмірі 39.4%.

Наявна динаміка щодо суми вартості титану безпосередньо пов'язана із ціною на дану продукцію. Так у 2012 ціна складала 8200 дол. США, за період з 2011 по 2019 роки це максимальний показник ціни на титан.

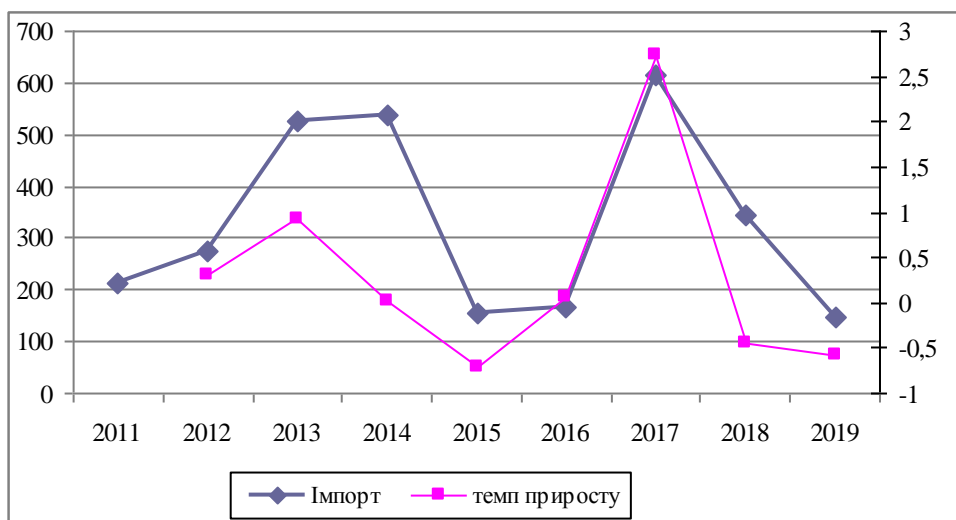


Рисунок 3.13 – Обсяги імпорту оксидів титану титану, тис. дол. США [24]

Згідно з рис. 3.13 на 2019 рік, Україна імпортувала продукцію на суму 146 тис. дол. США, показник зменшився на 42% відносно минулого року.

У 2017 році спостерігається максимальний показник на суму експортованої продукції в розмірі 615 тис. дол. США, також в цьому році відбулося максимальне зростання суми імпорту в розмірі 73.2%.

### 3.3 Прогнозування ціни титану на світовому ринку

Для прогнозування ціни титану на світовому ринку було використано статистичні дані за період з січня 2012 року по листопад 2019 року. Для формування бази даних було використано щотижневі статистичні дані MetalMiner[27]. Часовий ряд складається з 95 значень. Динаміка ціни на титан за період, що аналізується, представлено на рис. 3.13. Значення часового ряду ціни на титан представлено у додатку А.



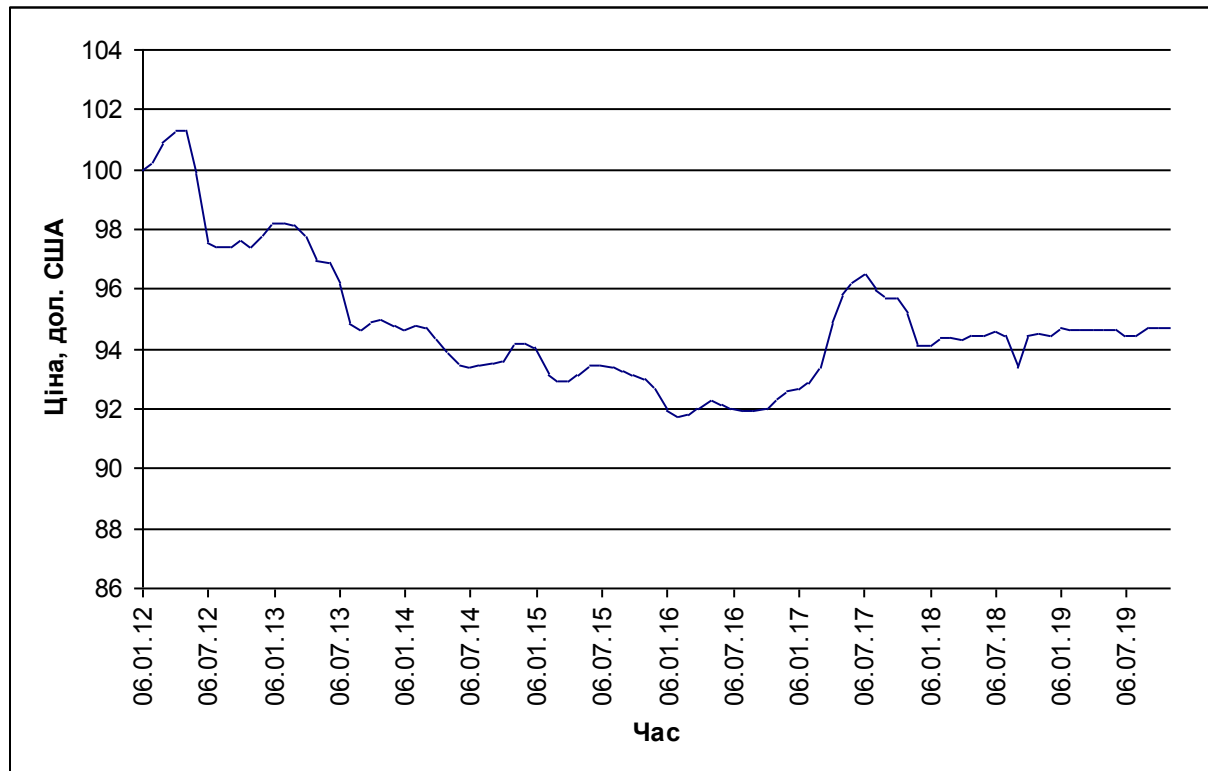


Рисунок 3.13 – Динаміка ціни титану на світовому ринку

Для аналізу поведінки часових рядів з вираженими коливаннями та побудови математичних моделей, що описують цю поведінку, широко використовують лінійну стохастичну модель авторегресії та ковзного середнього ARMA або авторегресії та проінтегрованого ковзного середнього ARIMA. Ця модель пов'язує поточне значення змінної, що досліджується, зі значеннями цієї ж змінної у попередні моменти часу, а також з поточним та попередніми значеннями залишків моделі.

Для виявлення помилково отриманих результатів скористаємося правилом  $3\sigma$  :

- розрахуємо середнє значення часового ряду ( $m_x$ ) та стандартне відхилення ( $\sigma_x$ );
- знайдемо за модулем відхилення елементів часового ряду ( $x_i$ ) від середнього значення;

– якщо  $|x_i - m_x| > 3\sigma$ , то відповідне  $i$ -те значення часового ряду виключаємо з розгляду.

Середнє значення часового ряду ціни дорівнює  $m_x = 94,82$ , а середньоквадратичне відхилення –  $\sigma_x = 2,21$ . Таким чином, якщо  $|x_i - 94,82| > 3 \cdot 2,21 = 6,63$ , то відповідне значення  $x_i$  видаляється з часового ряду. За результатами розрахунків дані з розгляду не вилучаються, оскільки часовий ряд ціни не має викидів.

До очищеного від викидів часового ряду застосуємо етап ідентифікації моделі, шляхом визначення та аналізу автокореляційної та часної автокореляційної функцій (АКФ та ЧАКФ) ряду. Це можливо тільки для стаціонарних часових рядів. Для переходу до стаціонарного часового ряду розрахуємо різницю першого порядку ( $d=1$ ):  $Y_t = \Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ . Довжина перетвореного часового ряду зменшиться на одиницю й дорівнюватиме 94.

Визначимо АКФ та ЧАКФ цього ряду (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Значення АКФ та ЧАКФ ряду  $Y_t$

Лаг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АКФ	0,415	0,0413	- 0,046	- 0,122	- 0,111	- 0,142	- 0,155	- 0,036	0,136	0,151	0,099	0,093
ЧАКФ	0,415	-0,158	- 0,000	- 0,115	- 0,019	- 0,120	- 0,075	0,048	0,132	0,014	0,014	0,059

Межі, при виході за які коефіцієнти залишаються значущими з ймовірністю, близькою до 0,95 ( $P$  значення близько до 0,05), визначаються за формулою [28]:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2}{\sqrt{94}} = \pm 0,206, \quad (3.1)$$

де  $n$  – число рівнів ряду.

З цього діапазону виходять перше значення АКФ та перше значення ЧАКФ, решта значень утворюють синусоїду, з убуваючою амплітудою, відповідно, ряд є стаціонарним. Проведемо тепер оцінювання параметрів моделі у пакеті STATISTICA 8. Мінімальні значення варіації залишків  $SS_{cf\ddot{e}}$  для різних поєднань  $p$  та  $q$  наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Мінімальні значення варіації залишків  $SS_{cf\ddot{e}}$

		q				
p		0	1	2	3	4
	0	-	17,983	-	-	-
1	18,383	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	

«-» означає, що параметри моделі не є значущими.

Найменше значення  $SS_{cf\ddot{e}}$  має модель при  $p=0$  та  $q=1$ . Але слід мати на увазі, що більш складні моделі мають кращі апроксимуючі властивості та одночасно менш стійкі, що для прогнозування є визначальним фактором. Тому для вибору кращої моделі використовують так звані інформаційні критерії: Акаїке, Шварца тощо. Згідно з критерієм Акаїке [29] серед альтернативних моделей обирається та модель, для якої мінімізується величина:

$$AIC = \ln\left(\frac{SS_{cf\ddot{e}}}{n}\right) + \frac{2}{n} \cdot (r + 1), \quad (3.4)$$

де  $n$  – число спостережень (залишків);

$r$  – число параметрів моделі.

Розраховані значення АІС представлені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Значення критерію Акаїке АІС

p	q					
	0	1	2	3	4	
0	–	-1,61131	-	–	–	
1	-1,56804	–	–	–	–	
2	–	–	–	–	–	
3	–	–	–	–	–	
4	–	–	–	–	–	

Таким чином, обираємо модель з  $p=0$  та  $q=1$ . Коефіцієнти цієї моделі:  $p=0$ ,  $q=-0,474$ . Коефіцієнти моделі є значущими за критерієм Стюдента. Графік залишків моделі  $\varepsilon_t$  наведено на рис. 3.14.

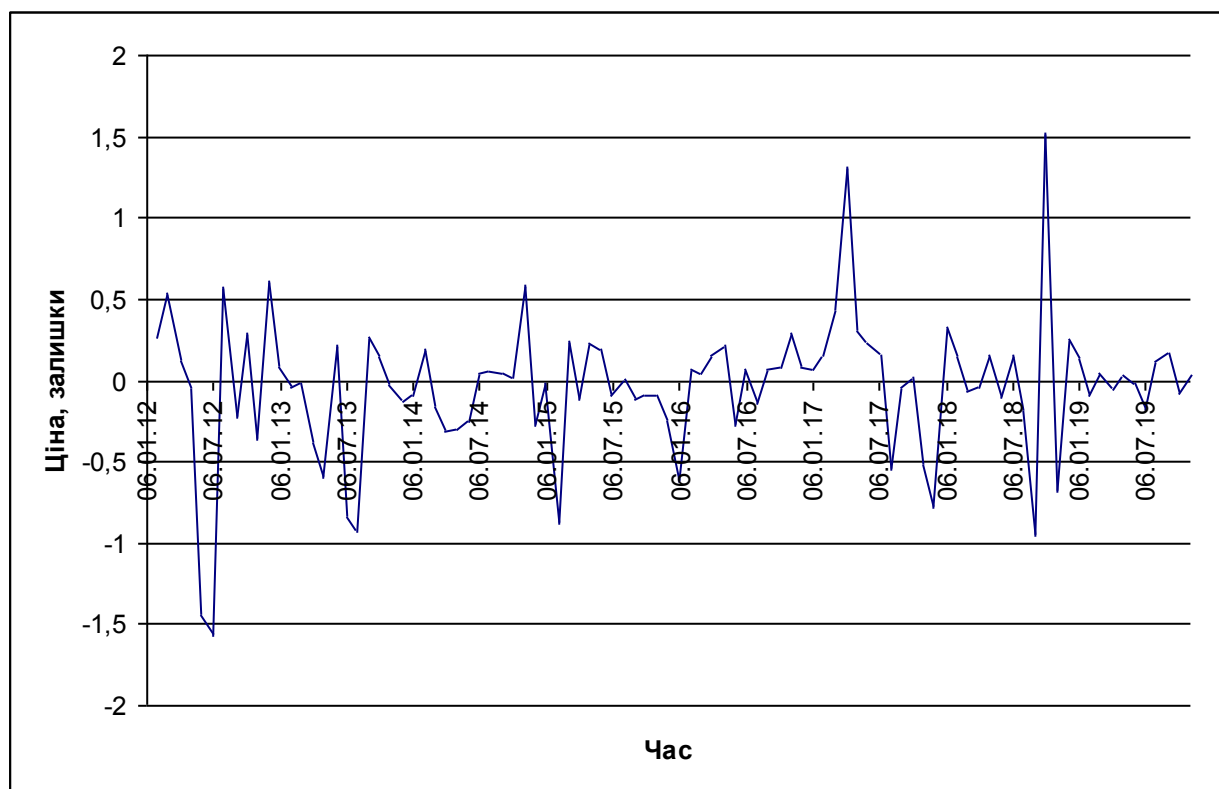


Рисунок 3.14 – Графік залишків моделі ARIMA (0,1,1) ціни титану на світовому ринку

Коефіцієнти автокореляції та часної автокореляції залишків моделі незначущі (не виходять за межі довірчого коридору) й розміщені хаотично, тому залишки незалежні (рис. 3.15). Прогнозне значення на майбутній період, його довірчий інтервал та стандартну похибку розраховано у пакеті STATISTICA 8 та наведено у табл. 3.4.

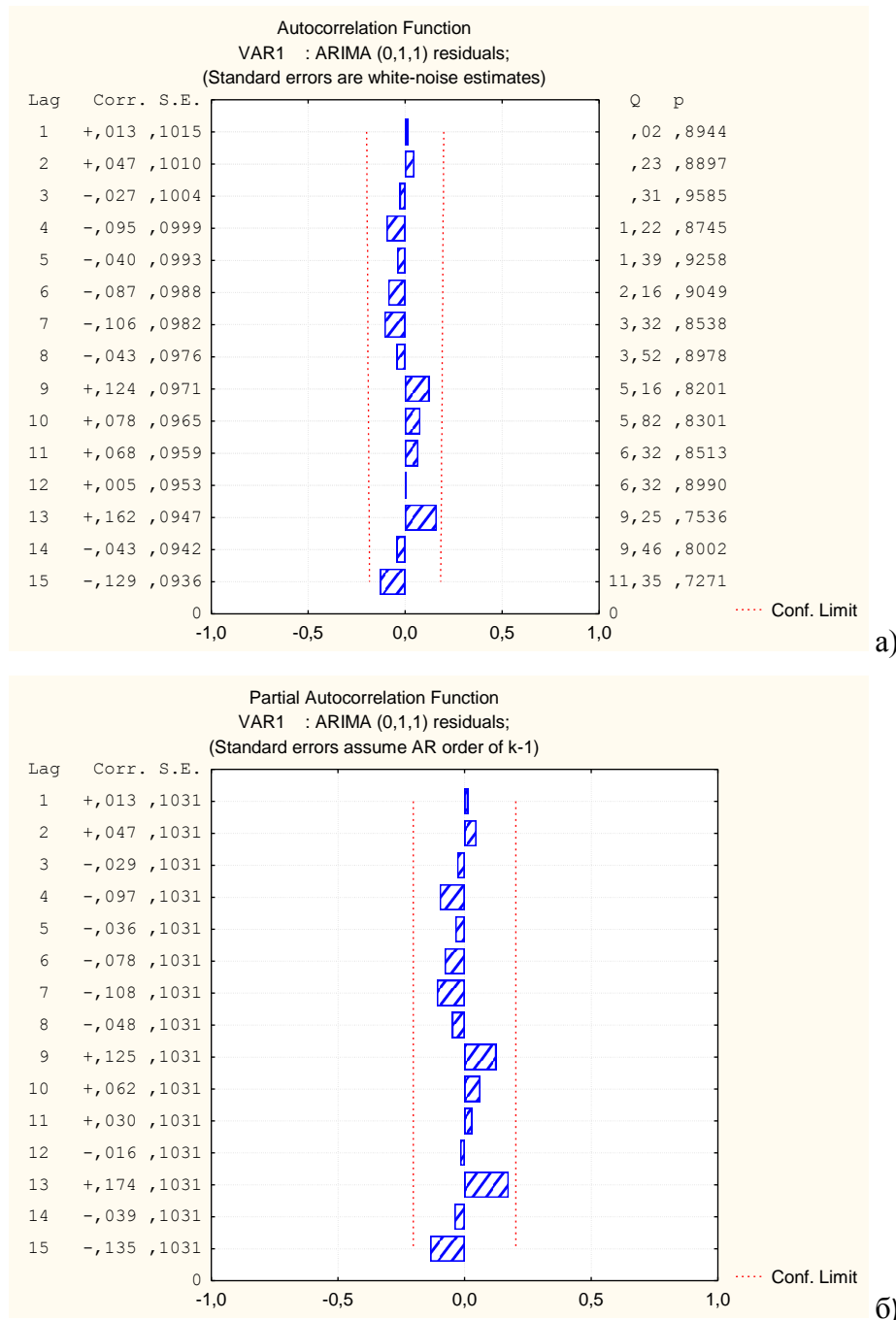


Рисунок 3.15 – Графік АКФ та ЧАКФ залишків моделі ціни титану на світовому ринку

Таблиця 3.4 – Параметри прогнозного значення ціни титану на світовому ринку за моделлю ARIMA (0,1,1)

Період часу	Прогнозне значення	Нижня межа довірчого інтервалу, 90%	Верхня межа довірчого інтервалу, 90%	Стандартна похибка прогнозу
07.12.2019	94,69781	93,96723	95,42838	0,439736

Таким чином, можна зробити висновок, що показники прогнозного значення ціни титану на світовому ринку за моделлю ARIMA є адекватними, встановлено найвищчу та найнижчу межу довірчого інтервалу в значеннях 93,96% і 95,42% відповідно, стандартна похибка не перевищує 0.43.

## ВИСНОВКИ

Розглянуто основні принципи та підходи системи управління металургійним підприємством для ефективного функціонування в ринкових умовах, визначено основні шляхи удосконалення та покращення для раціонального використання можливостей та матеріальних ресурсів підприємства.

Досліджено структуру світового ринку титану та його продукцію, визначено основні напрями застосування титану та його значимість в сучасних сферах виробництва, проаналізовано ємність світових запасів титаномістких мінералів, відображено структура споживання основних продуктів титанової промисловості.

Проаналізовано попит на титанові групи товарів та обсяги експорту імпорту титанової продукції в розрізі 2014-2018 років, визначено тенденції розвитку динаміки виробництва титанової продукції, описано основні фактори що впливають на попит.

Описано та класифіковано основні методи та моделі аналізу ринку, визначено доцільність та ефективність використання засобів економіко-математичного моделювання в складних системах.

Встановлено основні способи прогнозування ринку титану, описано принципи та значення методів прогнозування, визначено основні завдання що потребують вирішення в процесі дослідження ринку та ефективні методи для прогнозування процесів що носять ймовірностний характер. Сформульовано етапи та принципи прогнозування ринкової кон'юнктури.

Описано математичні методи аналізу розвитку ринку титану, визначено основні принципи та моделі при дослідженні часових рядів. До основних принципів належать: використання згладжування для рядів що містять значну похибку, застосування лінійної функцією для наближення більшості монотонних часових рядів, використання корелограми для перевірки

випадковості в наборі даних. Проаналізовано методологію аналізу часових рядів.

Досліджено структуру титанової промисловості України, встановлено що вітчизняний ринок титану має повний ланцюг виробництва титаномісткої продукції. Проаналізована динаміка обсягів експорту та імпорту та її структура в розрізі 2011-2019 років Українського ринку титанової продукції. Надано перелік рішень для зміцнення позицій України на світовому ринку з виробництва титану.

Проаналізовано структуру обсягів імпорту та експорту титанової продукції, спрогнозовано показники вартості обсягів експорту та імпорту методами прогнозування.

Зпрогнозовано ціну на титан в контексті світового ринку з використанням лінійної стохастичної моделі авто регресії та ковзного середнього ARMA. Також був виконаний етап ідентифікації моделі для шляхом визначення та аналізу автокореляційної та часної автокореляційної функцій.

Отже виходячи з отриманих даних щодо аналізу ринку титанової продукції як в світі так і в Україні, можна говорити про розвиваючі тенденції росту ринків збуту титанової продукції.



## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оберемчук В.Ф. Конкуренція: поняття, аналіз, стратегія. Стратегія економічного розвитку України : науковий збірник. Київ : КНЕУ, 2001. № 5. С. 211 – 217.
2. Коротунова О. В., Пуліна Т. В., Ляховець С. О. Обґрунтування напрямів забезпечення конкурентноспроможності підприємства металургійної промисловості. *Економіка та підприємство. Держава та регіони*. Запоріжжя, 2014. №3 (78). С. 75-80.
3. Іщук С.О. Виробничий потенціал промислових підприємств (Проблеми формування і розвитку): дис. ... канд. економ. наук: 08.06.01 Львів Інститут регіональних досліджень НАН України, 2006.– 278 с.
5. Економіка підприємства : [підруч.] / за заг. ред. С. Ф. Покропивного. – Вид. 2-ге, перероб. та доп. – Київ : КНЕУ, 2005. – 528 с.
6. Кузин Б. Методы и модели управления фирмой : навч. посіб. Питер, 2009. – 432 с.
7. Titanium mineral concentrates : USGS. URL: <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs-2019-timin.pdf>
8. Аналитический портал химической промышленности : Newchemistry. URL: <http://www.newchemistry.ru/dobavka.php?id=45>
9. Технологічний процес : ТОВ «ЗТМК». URL: <http://ztmc.zp.ua/ru/o-kombinate/tehnologiya-proizvodstva>
- 10 Titanium and titanium dioxide : USGS. URL: <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs-2019-titan.pdf>
11. Pigments and preparations based on titanium dioxide : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c320611%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c320611%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1)

12. Titanium and articles thereof, n.e.s : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c320611%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c320611%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1)
13. Ferro-titanium and ferro-silico-titanium : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c720291%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c720291%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1)
14. Titanium ores and concentrates : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c2614%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c2614%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1)
15. Метод моделювання / URL: <https://buklib.net/books/35332/>
16. Економіко-математичне моделювання / За редакцією О. Т. Іващука. URL: [http://library.tneu.edu.ua/files/EVD/dumka09/Navch.\\_posibnuk\\_Ivaschuk.pdf](http://library.tneu.edu.ua/files/EVD/dumka09/Navch._posibnuk_Ivaschuk.pdf)
17. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування та планування. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 48-54..
18. Бокс Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс // Под ред. В.Ф. Писаренко. – М. : Мир, 1974, кн. 1. – 406 с.
19. Zaiontz Charles Real Statistics Using Excel / Charles Zaiontz [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.real-statistics.com>
20. Pankratz Alan Forecasting with Univariate Box – Jenkins Models: Concepts and Cases / Alan Pankratz. – Wiley, 1983. – 576 p.
21. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року» (в редакції Закону України від 22.02.2006 № 3458-IV зі змінами та доповненнями) // Відомості Верховної Ради України. 2006. № 28, ст.241.
22. Титано-магнієва промисловість України / Wikipedia. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Титано-магнієва\\_промисловість\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Титано-магнієва_промисловість_України)

23. Титановый бизнес Group DF : Groupdf. URL: <https://groupdf.com/ru/nash-biznes/titanovyy-biznes-rus/>

24. Сумарний обсяг імпорту та експорту у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД / Державна фіскальна служба України. URL: <http://sfs.gov.ua/ms/fl1>

3.2

25. Titanium and articles thereof, n.e.s : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=1%7c804%7c%7c%7c%7c8108%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c804%7c%7c%7c%7c8108%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1)

26. Titanium ores and concentrates : Trade Map. URL: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=1%7c804%7c%7c%7c%7c2614%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c804%7c%7c%7c%7c2614%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1)

27. Sourcing & Trading Intelligence for Global Metals Markets / MetalMiner URL : <https://agmetalmminer.com/metal-prices> (дата звернення: 12.01.2020)

28. Носко В.П. Эконометрика: в 2-х кн. Кн. 1 (Основные понятия, элементарные методы; регрессионный анализ временных рядов) / В.П. Носко/ – М. : Дело, 2011. – 672 с.

29. Одейчук А.Н. Обобщенный критерий эффективности моделей прогнозирования временных рядов в информационных системах [Текст] / А.Н. Одейчук // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2009. – № 1 (70). – С. 113-119

30. Математические модели трансформационной экономики : Учебн. пособ. / Клебанова Т. С., Раевнева Е. В., Стрижиченко К. А., Гурьянова Л. С., Дубровина Н. А. 2-е изд., стереотип. ИД «ИНЖЭК», 2006. 280 с.

31. Экономико-математический энциклопедический словарь / Гл. ред. В. И. Данилов-Данильян. Большая Российская энциклопедия: Издательский Дом «ИНФРА-М», 2003. 688 с.

32. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия / Дж. Форрестер : [Пер. с англ. Балыков Л. А., Балясный Л. Е., Гоман А. И. ]; Под ред. Д. М. Гвишиани. Прогресс, 1971. 340 с.
33. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятия решений / Г. Тейл : [Пер. с англ. Г. А. Хомянина, А. Г. Шмидта]; Под ред. Е. М. Четыркина. Статистика, 1971. 488 с.
34. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон : [Пер. с англ. М. Н. Аронэ, Ершов А. А., Тихонов В. К. ] ; Под ред. Е. К. Масловского. : Мир, 1978. 423 с.
35. Конспект лекций по магистерской специальности «Прикладная экономика». Т. I. Базовые модули / Под ред. д. э. н., профессора Т. С. Клебановой Донецк : Издательство Донецкого национального университета. 418 с.
36. Математические модели трансформационной экономики : Учебн. пособ. / Клебанова Т. С., Раевнева Е. В., Стрижиченко К. А., Гурьянова Л. С., Дубровина Н. А. 2-е изд., стереотип. ИД «ИНЖЭК», 2006. 280 с.
37. Аристов С. А. Имитационные системы поддержки принятия решений / С. А. Аристов // Экономика и математические методы. 2007. Т. 43. №3. 74-84 с.

## ДОДАТОК А

Рисунок А.1 – Динаміка ціни титану на світовому ринку

