

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Здобувача вищої освіти Зінченко Данила Анатолійовича

академічної групи 124-22ск-1

спеціальності 124 Системний аналіз

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему «Аналіз і оптимізація розподілу ресурсів на виробничому підприємстві»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>ст. викл. Гаранжа Д.М.</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>ст. викл. Гаранжа Д.М.</i>			
Спеціальний розділ	<i>ст. викл. Гаранжа Д.М.</i>			
Рецензент	.			
Нормоконтролер	<i>к ф-м.н, доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ К.Т.Н. доц. Т.А. Желдак
(підпис) (прізвище, ініціали)
« ____ » _____ 20 ____ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

здобувачу вищої освіти Зінченко Д.А. академічної групи 124-22ск-1
спеціальності 124 - Системний аналіз
за освітньо-професійною програмою Системний аналіз
на тему «Аналіз і оптимізація розподілу ресурсів на виробничому підприємстві».

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
05.05.2025 р. № 336-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
1. Інформаційно-аналітичний	<i>Дослідження прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.</i>	20.05.2025
2. Спеціальний розділ	<i>В бакалаврській роботі розглянуто історичні та сучасні підходи до визначення прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності, досліджено тенденції щодо альтернативних способів прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.</i>	15.06.2025

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

ст. викл. Гаранжа Д.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 09.09.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії

24.06.2025

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Зінченко Д.А.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 28 рис., 2 табл., 4 додатки, 35 джерел.

Об'єктом кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра роботи є прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності.

Предметом кваліфікаційної бакалаврської роботи є дослідження прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності.

Метою кваліфікаційної бакалаврської роботи є дослідження питання щодо прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі завдання:

- розглянути Задачу ліквідності залишків;
- вивчити методи вирішення створення ліквідності залишків;
- описати теорію VAR;
- розглянути міжнародний досвід прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності;
- проаналізувати види моделей ARIMA;
- вивчити особливості функціонування.

Методи дослідження: таблични, графічний, метод середніх, абсолютних та відносних величин, балансовий метод та метод дослідження показників у динаміці.

Практичне значення отриманих результатів. В бакалаврській роботі розглянуто історичні та сучасні підходи до визначення прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності, досліджено тенденції щодо альтернативних способів прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності.

ABSTRACT

Explanatory note: 73 p., 28 fig., 2 tables, 4 appendices, 35 sources.

The object of the qualification work of the bachelor's degree is the forecasting of the behavior of account balances for the liquidity problem.

The subject of the qualification bachelor's work is the study of the forecasting of the behavior of account balances for the liquidity problem.

The purpose of the qualification bachelor's work is to study the issue of forecasting the behavior of account balances for the liquidity problem.

In accordance with the goal, the following tasks were defined:

- consider the Problem of liquidity of balances;
- study the methods of solving the liquidity of balances;
- describe the VAR theory;
- consider the international experience of forecasting the behavior of account balances for the liquidity problem;
- analyze the types of ARIMA models;
- study the features of functioning.

Research methods: tabular, graphical, method of averages, absolute and relative values, balance method and method of studying indicators in dynamics.

Practical significance of the results obtained. The bachelor's thesis considers historical and modern approaches to determining the forecasting behavior of account balances for the liquidity problem, and explores trends in alternative methods of forecasting the behavior of account balances for the liquidity problem.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ	8
1.1 Задача ліквідності залишків.....	8
1.2 Методи вирішення створення ліквідності залишків.....	14
1.3 Теорія VAR.....	26
1.4 Метод Empirical Mode Decomposition.....	30
1.5 Міжнародний досвід прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності.....	41
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ	50
2.1 Види моделей ARIMA.....	50
2.2 Особливості функціонування.....	54
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

ВСТУП

Актуальність теми. Поняття ліквідності настільки популярно серед сучасних термінів, що без нього не обходиться фінансова аналітика сучасних підприємств. В основі визначення даного показника лежить порівняння поточних активів і пасивів фірми. Ліквідність - мірило можливості компанії розрахуватися зі своїми боргами при виникненні труднощів.

Під ліквідністю в науковій літературі розуміють здатність і можливість швидкого переведення активів в грошовий вираз. Якщо говорити простими словами, наскільки швидко можна продати майно в розпорядженні, щоб отримати за нього готівку.

При цьому в поняття активів можна включити все, що має ринкову вартість, що знаходиться на балансі підприємства. Серед таких об'єктів представлені: вклади, акції, облігації, нерухомість, товари і т. д.

Метою кваліфікаційної бакалаврської роботи є дослідження питання щодо прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі завдання:

- розглянути Задачу ліквідності залишків;
- вивчити методи вирішення створення ліквідності залишків;
- описати теорію VAR;
- розглянути міжнародний досвід прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності;
- проаналізувати види моделей ARIMA;
- вивчити особливості функціонування.

Об'єктом роботи є прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.

Предметом бакалаврської роботи є дослідження прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.

При написанні бакалаврської роботи використовувалися наступні методи дослідження: табличний, графічний, метод середніх, абсолютних та відносних величин, балансовий метод та метод дослідження показників у динаміці.

Кузьмінський А.Д., Бутинець Ф.Ф., Бойчик І.Д., Білуха М.Т. досліджували тему прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.

Практичне значення отриманих результатів. В бакалаврській роботі розглянуто історичні та сучасні підходи до визначення прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності, досліджено тенденції щодо альтернативних способів прогнозування поведінки остат на рахунках для задачі ліквідності.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел у кількості 35 джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ

1.1 Задача ліквідності залишків

У практичній діяльності застосовуються кілька методів аналізу потреб в ліквідних коштах [5]:

- метод фондового пулу (аналіз надходжень і платежів);
- метод структурування фондів (поділу джерел фінансування);
- метод аналізу показників ліквідності.

Кожний з методів базується на певних припущеннях і дає лише наближену оцінку суми ліквідних коштів, необхідних банку в певний момент часу. Виконувати таку роботу можна лише за умови існування відповідного оперативно-інформаційного забезпечення, яке містить дані про наявні ліквідні кошти, очікувані надходження та майбутні платежі. Інформацію доцільно надавати у вигляді графіків вхідних та вихідних грошових потоків на відповідний період — декаду, місяць, квартал.

На практиці більшість банків створюють резерви ліквідних засобів, які складаються з двох частин [5]:

- 1) операційних резервів для підтримання потреб ліквідності за короткостроковими прогнозами;
- 2) планових резервів для забезпечення довгострокових прогнозів попиту на ліквідні засоби.

Операційні резерви можуть перевищувати реальну потребу в ліквідних засобах або дорівнювати їй, залежно від того, якої загальної стратегії управління банком дотримується керівництво і який ступінь ризику (імовірність залишитися без ліквідних коштів) є прийнятним для даного банку. Зрештою, дії щодо управління ліквідністю значною мірою ґрунтуються на результатах аналізу потреби в ліквідних коштах на певний

період, а ефективність процесу управління визначається точністю та реалістичністю одержаних прогнозів.

Аналіз потреби у ліквідних засобах за методом фондowego пулу полягає у зіставленні загальної потреби в ліквідних засобах з наявними джерелами їх надходження, які перебувають у розпорядженні банку. Особливістю підходу є те, що всі надходження банку розглядаються як єдиний пул без диференціації за джерелами фінансування. Якщо наявні ліквідні кошти за обсягом перевищують їх використання, то існує надлишок ліквідності, який необхідно швидко інвестувати в дохідні активи до виникнення потреби в грошових коштах [12].

Коли потреба в ліквідних коштах за обсягом перевищує їх наявність, то банк стикається з дефіцитом ліквідності. Перед менеджментом банку постає завдання пошуку найдешевших і найдоступніших джерел поповнення ліквідних коштів.

У процесі оцінювання потреб банку в ліквідних коштах необхідно брати до уваги не лише фактичні, а й очікувані грошові потоки.

Основні етапи застосування методу фондowego пулу [25]:

- визначення планового періоду для оцінювання потреб ліквідності;
- прогнозування обсягів кредитів і депозитів для обраного періоду;
- обчислення очікуваної динаміки зміни обсягів ліквідних коштів протягом планового періоду;
- оцінка нетто-ліквідної позиції банку протягом планового періоду;
- складення плану дій у разі виникнення дефіциту або позитивного сальдо ліквідності.

Метод фондowego пулу доцільно застосовувати, коли ресурсна база банку достатньо однорідна, а можливості використання недепозитних джерел поповнення ліквідних коштів обмежені.

Завдання аналізу ліквідності ускладнюється, якщо банк використовує принципово різні джерела залучення коштів. У такій ситуації

обґрунтованим стає застосування методу структурування фондів (поділу джерел фінансування). Сутність методу полягає у встановленні відповідності між конкретними видами джерел та напрямками використання ресурсного потенціалу. Частина ресурсів, яка сформована за рахунок мінливих джерел, таких як вклади до запитання, залишки на розрахункових рахунках клієнтів, вкладається в короткострокові позики та цінні папери. Кошти, одержані з відносно стабільних джерел (строкові вклади, депозити), можуть бути спрямовані на видачу довгострокових кредитів і придбання облігацій.

У разі використання методу структурування фондів необхідно [12]:

- розподілити всі ресурси за джерелами формування залежно від оборотності за рахунками;
- за кожним із джерел установити вимоги збереження фіксованої частки ресурсів у ліквідній формі;
- розподілити кошти з кожного джерела на фінансування відповідних активів.

Так, в загальному випадку всі банківські пасиви поділяють на чотири групи.

1. Поточні зобов'язання («гарячі гроші») — кошти, які можуть бути зняті з рахунків без попередження і які чутливо реагують на зміни процентних ставок на ринку. Це — міжбанківські позики з нефіксованим строком погашення, одержані позики «овернайт» (враховуються за строком «до одного дня»).

2. Мінливі зобов'язання — це кошти, значна частина яких може бути вилучена з банку в будь-який час, але певна сума залишків перебуває на рахунках. До них входять кошти до запитання юридичних та фізичних осіб, кошти бюджету та позабюджетних фондів, коррахунки інших банків, кредиторська заборгованість та транзитні рахунки (враховуються за строками «до семи днів»).

3. Стабільні зобов'язання, або основні вклади — джерела коштів, за якими ймовірність дострокового відпливу грошей мінімальна. До даної групи належать ощадні рахунки, депозитні сертифікати, строкові рахунки, недепозитні джерела коштів з фіксованими строками погашення, кошти від продажу цінних паперів.

4. Безстрокові пасиви — власні кошти банку, такі як статутний капітал, нерозподілений прибуток, резерви.

У разі потреби кожен банк може застосувати власний підхід до групування пасивів, який точніше відображає специфіку його діяльності. Рівень деталізації в процесі групування залежить від потреб банку і може бути доведений до рахунків аналітичного обліку [5].

На наступному етапі аналізується стабільність ресурсної бази в розрізі виділених груп зобов'язань. Проведення такого аналізу має на меті виявлення стабільних залишків на рахунках до запитання та встановлення рівня дострокового вилучення коштів за строковими депозитами. Ретроспективний аналіз особливостей руху коштів за рахунками та групами рахунків за досить тривалі проміжки часу дає змогу виявити загальні тенденції та закономірності, які екстраполюються на майбутнє.

Потреба банку в ліквідних засобах оцінюється встановленням для кожної категорії джерел фінансування вимоги збереження певної частки коштів у ліквідній формі. Для стабільних джерел ця частка може бути незначною — 10—15 %, для мінливих вкладів і недепозитних зобов'язань — 25—30 %, для зобов'язань за «гарячими грошима» — 80—90 %.

Конкретні вимоги щодо утримання коштів у ліквідній формі визначаються суб'єктивно, здебільшого на основі міркувань, припущень та досвіду менеджерів кожного банку. Обсяг ліквідних коштів за кожною групою обчислюється множенням установленної частки на суму зобов'язань за відповідною групою джерел фінансування. Додавши знайдені значення

за всіма групами зобов'язань, розраховують загальну суму необхідних банку ліквідних коштів [16].

Обчислену в такий спосіб величину ресурсів банк має зберігати у формі ліквідних активів. Ту частину ресурсів, що залишилася, банк розподіляє з урахуванням їх характеру та можливих напрямів розміщення. Частина ресурсів, сформована за рахунок мінливих джерел, вкладається в короткострокові позики та цінні папери. Кошти, одержані зі стабільних джерел, можуть бути спрямовані на видачу довгострокових кредитів і придбання облігацій.

Аналітичним показником, який характеризує стан ліквідної позиції банку, є розрив ліквідності (GL) — різниця між сумою надходжень (ICF) та сумою використаних коштів (UCF):

$$GL = ICF - UCF \quad (1.1.)$$

Якщо наявні ліквідні засоби за обсягом перевищують їх використання, то існує додатний розрив ліквідності ($GL > 0$), і це той надлишок ліквідних засобів, який необхідно швидко інвестувати в дохідні активи до виникнення потреби в грошових коштах. Коли потреба в ліквідних засобах за обсягом перевищує їх наявність, то банк має від'ємний розрив (дефіцит) ліквідності ($GL < 0$) і перед ним постає завдання пошуку найдешевших і найдоступніших джерел поповнення ліквідних коштів.

Оперативний аналіз розриву ліквідності допомагає банку здійснювати щоденний контроль за ліквідністю. Основні етапи оперативного аналізу розриву ліквідності та визначення потреби в ліквідних коштах:

- визначення планового періоду для оцінювання потреб ліквідності;
- поділ планового періоду на інтервали згідно зі строками виконання активів та зобов'язань;
- групування активів і пасивів банку за строками;
- прогнозування обсягів та строків проведення активних і пасивних операцій банку у межах обраного періоду;

- обчислення розриву ліквідності (фактичного та прогнозованого) у кожному із зафіксованих інтервалів;
- обчислення сукупного (кумулятивного) розриву ліквідності протягом планового періоду;
- складання плану дій у разі виникнення дефіциту або позитивного сальдо ліквідності.

Оперативний аналіз розриву ліквідності спрямовано на здійснення моніторингу за ліквідною позицією банку. Проводять його за допомогою табличного методу, групуючи активи і пасиви банку за термінами (по горизонталі) та за структурою (по вертикалі), що уможлиблює порівнювання вхідних та вихідних грошових потоків у кожному із зафіксованих інтервалів та обчислення сукупного розриву ліквідності. Форму аналітичної таблиці банк вибирає довільну з урахуванням особливостей структури свого балансу та необхідного рівня деталізації інформації щодо строків [16].

При цьому банк має вибрати той рівень деталізації, який найточніше відображає специфіку його діяльності, а структурну деталізацію можна довести до рівня рахунків аналітичного обліку кожної конкретної вимоги чи зобов'язання банку.

Деталізація інформації за строками має бути найдокладнішою щодо найближчих періодів (протягом найближчого тижня — за днями, протягом найближчого місяця — за тижнями), у віддалені строки можна обмежитися загальними даними, проте сучасний розвиток програмних засобів дає змогу досягти будь-якого рівня деталізації.

1.2 Методи вирішення створення ліквідності залишків

Для ефективного вирішення дилеми «ліквідність — прибутковість» потреби банку в ліквідних коштах мають постійно аналізуватися для уникнення як надлишків, так і дефіциту. Загальна потреба банку в ліквідних коштах визначається як сума очікуваної потреби у грошових коштах для обслуговування депозитних і недепозитних зобов'язань та потреби в наданні ліквідних кредитів.

У практичній діяльності менеджмент банків застосовує кілька методів оцінювання потреб банку в ліквідних коштах [23]:

- метод фондового пулу (оцінювання грошових потоків);
- метод структурування фондів (поділу джерел фінансування);
- метод показників ліквідності.

Кожний з методів базується на певних припущеннях і дає лише наближену оцінку суми ліквідних коштів, необхідних банку в певний момент часу.

Менеджер з управління ліквідністю має постійно оцінювати потребу в ліквідних коштах на основі наданої інформації. Зрештою дії менеджменту щодо управління ліквідністю переважно ґрунтуються на результатах оцінювання потреб у ліквідних коштах на певний період, а ефективність процесу управління визначається точністю та реалістичністю одержаних прогнозів. Тому обраний керівництвом банку метод оцінювання потреби у ліквідних коштах має важливе значення для в процесі управління ліквідністю.

На практиці більшість банків створюють резерви ліквідних коштів, які складаються з двох частин [17]:

- 1) операційних резервів для підтримування ліквідності за короткостроковими прогнозами;

2) планових резервів для забезпечення довгострокових прогнозів попиту на ліквідні кошти.

Операційні резерви можуть перевищувати або дорівнювати реальній потребі в ліквідних коштах, залежно від того, якої загальної стратегії управління банком додержує керівництво і який ступінь ризику (імовірність залишитися без ліквідних коштів) є прийнятним для даного банку.

Метод фондового пулу

Сутність методу фондового пулу полягає у зіставленні загальної потреби в ліквідних коштах з наявними джерелами їх надходження, котрі перебувають у розпорядженні банку. Особливістю підходу є те, що всі надходження банку розглядаються як єдиний пул без диференціації за джерелами фінансування. В основу покладено два очевидні твердження [24]:

1) ліквідність зростає зі збільшенням депозитів і зниженням обсягів кредитування;

2) ліквідність знижується зі зменшенням депозитної бази і зростанням потреби у кредитах.

Основні етапи застосування методу фондового пулу:

- визначення планового періоду для оцінювання потреб ліквідності;
- прогнозування обсягів кредитів і депозитів для обраного періоду;
- обчислення очікуваної динаміки зміни обсягів ліквідних коштів протягом планового періоду;
- оцінка нетто-ліквідної позиції банку протягом планового періоду;
- складення плану дій у разі виникнення дефіциту або позитивного сальдо ліквідності.

У процесі оцінювання потреби в ліквідних коштах слід брати до уваги не лише фактичні, а й очікувані грошові потоки. Маючи достовірний прогноз ліквідної позиції банку, менеджмент може оцінити свої можливості,

залучити кошти за прийнятною ціною з доступних джерел та планувати діяльність [11].

Підготовка прогнозу зміни обсягів попиту та пропонування ліквідних коштів базується на вивченні їх динаміки, статистичних даних, досвіді та знаннях фахівців. Дієвість такого прийому особливо висока тоді, коли менеджмент банку має достатньо інформації та багато достовірних позицій, таких як договір про відкриття кредитної лінії, попереднє повідомлення клієнта про намір зняти кошти з рахунка, настання строків платежів до бюджету. Суттєвий вплив на ліквідну позицію банку справляють великі за обсягами угоди, які необхідно враховувати ще на етапі підготовки контракту. Інформація такого характеру дає змогу скласти реалістичний прогноз [5].

На зміни в обсягах, структурі та стабільності ресурсної бази банку впливає комплекс чинників загальноекономічного характеру, які необхідно враховувати у процесі прогнозування. Під впливом цих чинників формуються не лише ресурси, але й активи банку, зокрема попит на кредити. Вплив подібних чинників вивчають, розподіливши їх за наступними групами [11]:

- 1) трендові — показують довгостроковий середній темп росту депозитів, кредитів та виявляють загальні тенденції, які екстраполюються на майбутнє;
- 2) циклічні — відтворюють коливання ділової активності в країні протягом одного економічного циклу;
- 3) структурні — відображають зрушення у структурі ресурсної бази та активів по групі чи системі банків;
- 4) сезонні — визначають зміни у стані депозитів та кредитів протягом певного періоду (тижні, місяці) порівняно із середньорічним;
- 5) випадкові та надзвичайні, пов'язані з особливостями діяльності клієнтів.

Аналіз проводиться за допомогою статистичних методів на базі ретроспективної інформації.

Тренди визначають довгострокову потребу банку у ліквідних засобах. В загальному випадку тренди будуються на базі аналізу інформації за досить тривалі періоди (від кількох десятків до ста років), які включають кілька економічних циклів. Це дозволяє згладити вплив окремих економічних циклів і виявити найбільш узагальнюючі зміни в суспільстві чи на ринках, які обслуговує банк. Для нестабільних економік побудова довгострокових трендів ускладнена, а іноді і втрачає сенс (із-за значного впливу політичних чи економічних катаклізмів).

Циклічні зміни виявляють в процесі аналізу динаміки показників у межах одного ділового циклу. На стадії зростання ділової активності попит на кредити зростає, як правило, вищими темпами, ніж депозитна база. Тому банк може відчувати додаткову потребу в ліквідних коштах. Зазвичай в такі періоди підвищуються і відсоткові ставки. Це означає, що для підтримання ліквідності банк змушений буде кожного разу залучати кошти під вищу ставку. Якщо в період економічного підйому строки розміщення активів банку суттєво перевищують строки залучення зобов'язань, то банк може зазнати збитків унаслідок підвищення відсоткового ризику. Якщо ж в такі періоди банк залучив кошти на довші строки (а отже за нижчою ставкою), а розмістив на коротші, то це дозволить підвищити прибутки та уникнути проблем з ліквідністю.

Під час спаду ділової активності все відбувається навпаки, і тому банку слід відповідним чином підготуватися та заздалегідь реструктуризувати баланс. На цій фазі економічного циклу прибуток банку зростатиме, якщо активи розміщувати на довші строки (це дозволяє фіксувати вищу ставку на триваліший період і отримувати вищі доходи), а ресурси залучати на коротші строки [16].

Такий підхід може призвести до підвищення ризику незбалансованої ліквідності. Але банк має взяти до уваги й те, що в періоди спаду ділової активності попит на кредити значно знижується. Виявлення та врахування впливу циклічних чинників на динаміку кредитів і депозитів дозволяє банку точніше прогнозувати потребу в ліквідних коштах на всіх стадіях ділового циклу.

Структурні чинники відображають зрушення у споживанні, інвестиційному процесі, розвиток науково-технічного прогресу, зміни в чисельності населення та рівні зайнятості. Для виявлення їх впливу структура ресурсної бази та активів по банківській системі в цілому (чи групі банків) аналізується в динаміці. Виявлені структурні зрушення порівнюються з аналогічними даними конкретного банку та враховуються в процесі формування стратегії управління ліквідністю.

Порівняльний аналіз доцільно проводити не лише за даними банківської системи в цілому, але й в розрізі окремих груп банків. Структурні зрушення в активах чи пасивах в різних групах банків можуть відрізнитися. Тому в процесі аналізу доцільно порівнювати структуру показників окремого банку з середніми значеннями аналогічних показників по тій групі банків, до якої він належить.

Аналіз структурних зрушень розпочинають з оцінки стабільності ресурсної бази банків та виявлення загальних тенденцій в банківській системі. Найзагальнішою характеристикою стабільності ресурсної бази є співвідношення власного капіталу та зобов'язань банків, яке аналізується в динаміці. Далі аналізується динаміка структурних зрушень за основними статтями зобов'язань по банківській системі в цілому [5].

Клієнтська база кредитних установ за своїм складом неоднорідна, тому наступним етапом є аналіз її структури з погляду співвідношення мінливих (кошти до запитання) та стабільних (строкові рахунки) зобов'язань. Для аналізу стабільності клієнтської бази визначається питома

вага основних вкладів у загальній сумі зобов'язань. Це дозволяє менеджменту банку оцінити загальні тенденції у банківській системі та врахувати їх у прогнозуванні потреби в ліквідних коштах.

Вплив сезонних чинників на ліквідність виявляється в процесі аналізу депозитної бази та кредитного портфеля кожного окремого банку. Сезонні чинники, а також ті, що пов'язані з особливостями діяльності клієнтів банку, залежать від складу клієнтури, регіональних особливостей та специфіки ринкової ніші конкретного банку. Метою аналізу є з'ясування змін та закономірностей у стані депозитів та кредитів банку протягом певного періоду (тижні, місяці) порівняно із середньорічними показниками.

Сезонні чинники часто суттєво впливають на вилучення депозитів та додаткову потребу в кредитах. Наприклад, банк, що обслуговує сільськогосподарські підприємства, відчуває потребу в ліквідних коштах навесні внаслідок зростання попиту на кредити та значне зниження залишків на рахунках клієнтів. Після продажу урожаю восени обсяг депозитної бази зростає, а попит на кредити навпаки — знижується. Подібні сезонні коливання відчувають і ті банки, які працюють з підприємствами харчової та переробної промисловості, будівельними компаніями, туристичними фірмами. Впливу сезонних чинників на ліквідність можна уникнути через галузеву та портфельну диверсифікацію клієнтської бази. Для банку, який залежить від одного або декількох типів клієнтів, аналіз сезонних потреб в ліквідних коштах дуже важливий.

Здебільшого вплив сезонних чинників на ліквідність банку може бути визначений досить точно за даними ретроспективного аналізу. В процесі аналізу обчислюються показники, що характеризують стабільність ресурсної бази банку та попит на кредити в межах певного часового періоду (як правило, кварталу). Порівняння показників, розрахованих за даними різних періодів протягом року, дозволяє банку виявити інтервали пікової

потреби в ліквідних коштах та завчасно скласти план дій щодо підтримання ліквідності.

Вплив випадкових та надзвичайних чинників, пов'язаних з особливостями діяльності клієнтів, виявити найскладніше. Ці чинники не завжди піддаються прогнозуванню, а виявлені ретроспективні дані можуть не повторюватися в майбутньому. Оскільки в комерційному банку кількість клієнтських рахунків досить значна (як правило, кілька тисяч), то сукупна динаміка результуючих показників за всіма рахунками нівелює будь-які випадкові відхилення за кожним окремим рахунком. Це означає, що на динаміку показників (зокрема коррахунка) банку впливають лише загальноекономічні чинники, які можна досить точно передбачити. Прикладом прогнозування впливу подібних чинників може служити період податкових платежів до бюджету [21].

Результати аналізу структури, динаміки та рівня стабільності ресурсної бази можуть бути екстрапольовані на майбутнє та використані у прогнозуванні потреби банку в ліквідних активах. Метод фондового пулу доцільно застосовувати, коли ресурсна база банку достатньо однорідна, а можливості використання недепозитних джерел поповнення ліквідних коштів обмежені. У вітчизняній практиці розглядуваний метод можна використовувати як допоміжний, оскільки ліквідність регулюється за методом показників.

Метод структурування фондів

Завдання ефективного управління ліквідністю ускладнюється, якщо банк використовує принципово різні джерела залучення коштів. У такій ситуації обґрунтованим стає застосування методу структурування фондів (поділу джерел фінансування).

Сутність методу полягає у встановленні відповідності між конкретними видами джерел та напрямками використання ресурсного потенціалу. Частина ресурсів, сформована за рахунок мінливих джерел,

таких як вклади до запитання, залишки на розрахункових рахунках клієнтів, вкладається в короткострокові кредити та цінні папери. Кошти, одержані з відносно стабільних джерел (строкові вклади, депозити), можуть бути спрямовані на видачу довгострокових кредитів і придбання облігацій.

У разі використання методу структурування фондів необхідно [9]:

- на першому етапі розподілити всі ресурси за джерелами формування залежно від оборотності за рахунками;

- на другому етапі за кожним із джерел установити вимоги збереження фіксованої частки ресурсів у ліквідній формі;

- на третьому етапі розподілити кошти з кожного джерела на фінансування відповідної групи активів.

Потреба банку в ліквідних коштах оцінюється встановленням для кожної категорії джерел фінансування вимоги збереження певної частки коштів у ліквідній формі. Для стабільних джерел ця частка може бути незначною — 10—15 %, для мінливих вкладів і недепозитних зобов'язань — 25—30 %, для зобов'язань за «гарячими грошима» — 80—90 %. Конкретні обсяги резервування ліквідних коштів визначаються суб'єктивно, здебільшого на основі міркувань, припущень та досвіду менеджерів кожного банку.

На першому етапі всі зобов'язання банку розподіляються на групи за ступенем їх стабільності (з урахуванням оборотності та рівня осідання коштів за рахунками).

За ступенем стабільності всі банківські пасиви поділяються на групи.

1. Поточні зобов'язання («гарячі гроші») — кошти, які можуть бути зняті з рахунків без попередження і чутливо реагують на зміни відсоткових ставок на ринку. Це — міжбанківські позики з нефіксованим строком погашення, одержані позики «овернайт» (враховуються за строком «до 1 дня»).

2. Мінливі зобов'язання — це кошти, значна частина яких може бути вилучена з банку в будь-який час, але певна сума залишків перебуває на рахунках. До них належать кошти до запитання юридичних та фізичних осіб, кошти бюджету та позабюджетних фондів, коррахунки інших банків, кредиторська заборгованість та транзитні рахунки (враховуються за строками «до 7 днів»).

3. Стабільні зобов'язання, або основні вклади, — джерела коштів, за якими ймовірність дострокового відпливу грошей мінімальна. До даної групи належать ощадні рахунки, депозитні сертифікати, строкові рахунки, недепозитні джерела коштів з фіксованими строками погашення, кошти від продажу цінних паперів.

4. Безстрокові пасиви — власні кошти банку: статутний капітал, нерозподілений прибуток, резерви.

За потреби кожен банк може застосувати власний підхід до групування пасивів, який точніше відображає специфіку його діяльності. Рівень деталізації в процесі групування залежить від потреб банку і може бути доведений до рахунків аналітичного обліку.

На другому етапі аналізується стабільність ресурсної бази в розрізі виділених груп зобов'язань. Аналіз проводиться для виявлення рівня стабільних залишків на рахунках до запитання та встановлення ймовірності дострокового вилучення коштів за строковими депозитами. На цьому етапі виявляють рівень осідання коштів та обчислюють величину стабільних залишків за кожною групою зобов'язань.

Для оцінювання рівня стабільності ресурсної бази окремого банку використовують такі показники:

- рівень осідання грошових коштів за рахунком (%);
- середня тривалість зберігання коштів на рахунку (днів).

Показник рівня осідання грошових коштів за рахунком обчислюється як відношення різниці між залишками коштів на рахунку на кінець та на

початок періоду до суми загальних надходжень за рахунком за той самий період:

$$P_o = \frac{CF_{i+1} - CF_i}{NF} \cdot 100, \quad (1.2)$$

де P_o — рівень осідання коштів на рахунку (%); CF_i , CF_{i+1} — залишки коштів на рахунку на початок та на кінець періоду відповідно (грн); NF — сума надходжень за рахунком протягом періоду (грн).

Показник середньої тривалості зберігання коштів на рахунку обчислюється як відношення середніх залишків коштів на рахунку до середнього обороту за видачею коштів у розрахунку на кількість днів у періоді:

$$T = \frac{CF \cdot t}{CD}, \quad (1.3)$$

де T — середня тривалість зберігання коштів на рахунку (дні); CF — середній залишок коштів на рахунку за період (грн); CD — середньоденний оборот за видачею коштів з рахунка (грн); t — кількість днів у періоді, який аналізується.

Аналіз цих показників проводиться в динаміці та за кожним рахунком або видом зобов'язань банку (коррахунки інших банків, поточні рахунки, кошти в розрахунках, кошти для розрахунків платіжними картками, цільові кошти до запитання та ін.). Це дозволяє виявити загальні тенденції зміни стабільності ресурсної бази банку та точніше прогнозувати потребу в ліквідних коштах.

Виконувати такий аналіз можна лише за умови існування відповідного оперативно-інформаційного забезпечення, яке містить дані про надходження та платежі за всіма клієнтськими рахунками. Інформацію доцільно надавати у вигляді графіків вхідних та вихідних грошових потоків на відповідний період — декаду, місяць, квартал. За наявності відповідного програмного забезпечення банк може проводити детальніший аналіз. Для

цього до розрахунку наведених показників приймаються не лише залишки коштів на початок та на кінець періоду, а щоденні залишки та надходження за рахунком.

Маючи на меті ефективне використання тимчасово вільних грошових коштів своїх клієнтів та уникнення надлишку ліквідних коштів, банк має з'ясувати рівень їх стабільності. Методику аналізу стабільності депозитної бази банку розглянемо на прикладі.

Показник середньої тривалості зберігання коштів на рахунку підприємства теж демонструє позитивну для банку динаміку, адже його значення щомісяця зростають і в середньому за квартал становлять 15 днів.

На практиці багато банків використовують удосконалений метод структурування фондів, за яким враховується ймовірність настання тих чи інших подій, що призводять до виникнення проблем ліквідності. Менеджер з управління ліквідністю визначає можливу найкращу та найгіршу позиції ліквідності та оцінює ймовірність настання різних сценаріїв. Для кожного зі сценаріїв (або для найбільш імовірних) розробляється план дій. У разі найгіршого для банку сценарію з погляду ліквідності до плану необхідно включити оцінку вартості підтримування ліквідності як щодо активної, так і щодо пасивної частини банківського балансу, а також реалістичний графік конвертації активів в грошові кошти, перелік джерел одержання значних сум та оцінку їх доступності.

Найкраща для банку позиція ліквідності характеризується наявністю надлишку ліквідних засобів, і менеджментові слід мати план інвестування цієї частини коштів для максимізації прибутків [5].

Метод показників ліквідності.

Управління ліквідністю банку може здійснюватися за допомогою розрахунку певних показників, які характеризують рівень забезпеченості банку ліквідними коштами. Значення обчислених коефіцієнтів порівнюються з нормативами, середньогалузевими значеннями показників

або з рівнем, який визначений банками на основі практичного досвіду. Результати порівняльного аналізу дозволяють виявити загальні тенденції зміни ліквідності банку й імовірність виникнення проблемних ситуацій, а також вжити відповідних заходів щодо поповнення ліквідних активів або реструктуризації балансу.

Метод показників ліквідності застосовується менеджментом банку для контролю за її рівнем. Центральні банки ряду країн вдаються до цього методу, щоб підтримати певний рівень ліквідності всієї банківської системи. Органи банківського нагляду встановлюють нормативи ліквідності, додержувати яких зобов'язаний кожен банк. Практика управління ліквідністю за методом показників діє і в Україні (додаток 1). У процесі аналізу ліквідності банк може додатково використовувати й інші коефіцієнти.

Використання перелічених та інших показників допомагає всебічно аналізувати потреби й стан ліквідності, а також точніше оцінювати ризик незбалансованої ліквідності банку. Розробивши внутрішньобанківську систему деталізуючих показників ліквідності, менеджмент матиме змогу контролювати оперативні дані та планувати діяльність з урахуванням специфіки операцій конкретного банку.

Метод показників ліквідності є найпростішим підходом до управління ліквідністю і застосовується в умовах слаборозвиненого банківського сектору. Недолік методу полягає в тому, що за його використання необхідно підтримувати великі обсяги активів у ліквідній формі, а це негативно позначається на доходах. З розвитком та розширенням фінансових ринків у банків з'являються ширші можливості для управління ліквідністю. Але й у цьому разі метод показників може використовуватися банківським менеджментом для виявлення тенденцій зміни ліквідності та для порівняльного аналізу, що дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення.

1.3 Теорія VAR

В сучасних умовах стан української економіки характеризується:

- політичною, економічною та соціальною нестабільністю;
- постійно зростаючою конкуренцією;
- різкими змінами валютних курсів;
- неконтрольованою інфляцією;
- флуктуацією цін акцій, сировинних товарів;
- непостійністю законодавчої бази.

Невід'ємним елементом цієї ситуації є супроводжуючі всі напрямки і сфери діяльності будь-якої компанії невизначеність і ризики, що характеризують неможливість однозначного визначення результату діяльності.

Для забезпечення в таких умовах нормального функціонування і розвитку компанії її вищого керівництва необхідно управляти ризиками на строго науковій основі, використовуючи останні досягнення принципово нового в науковому менеджменті напрямки - ризик-менеджменту [1] .

Однак доводиться констатувати, що в даний час управління ризиками в досить формалізованому вигляді діє тільки у великих українських компаніях і фінансових інститутів [2] В більшості організацій ризик-менеджмент існує лише в фрагментарною формі, коли механізм управління ризиками якщо і розроблений, то, як правило, не включений в систему управління компанією, його місце і роль в системі управління компанією не визначено.

Разом з тим цілком очевидно, що кожній компанії, кожному фінансовому інституту вельми важливо здійснити адекватну оцінку ризиків, визначити вартість ризику, свій рівень чутливості до збитків і фінансових втрат, поріг збитковості - загрози фінансової стійкості, банкрутства.

Оцінка дійсної вартості ризику дозволяє об'єктивно представляти

обсяг можливих збитків, намічати шляхи до їх запобігання, зменшення та відшкодування.

У фінансовому світі існує ціла палітра складних наукових технологій оцінки ризиків, а тому можна виділити можна наступні:

- Value-at-Risk,
- бета-аналіз теорії CAPM; • АРТ;
- Maximum Loss;
- Short Fail;
- Capital-at-Risk і ін.

Одним з найбільш використовуваних і кількісно обґрунтованих в ряду класичних методів оцінки ризиків є метод VaR4.

Метод Value-at-Risk (VaR) - вартість під ризиком, вартість, підвладна ризику. Ця вартісна міра ризику використовується головним чином в банківській структурі, інвестиційній сфері, на фінансових ринках, в страхуванні і пенсійних фондах [2].

Вважається, що ідея методу VaR (і методу Risk Metrics) була запропонована банком J.P. Morgan з метою підвищення ефективності роботи з ризиками, мінімізації втрат банку, підвищення його стійкості.

Для з'ясування суті виконаних досліджень (їх прикладного характеру і новизни) необхідно коротко розглянути сутність методу VaR, його ключові параметри, які використовуються методи розрахунку, проблемні аспекти [1].

Варто позначити VaR відповідно до технічних документів Risk Metrics: Value-at- Risk - це міра максимального потенційного зміни вартості портфеля фінансових інструментів з певною ймовірністю на заданому часовому горизонті [5].

В науковій літературі наводяться й інші визначення, а тому наприклад: VaR - це максимальна величина втрат (банком або інвестором) капіталу в найбільш несприятливих умовах; VaR - це грошова оцінка

величини, яку не перевищать можливі протягом певного періоду часу динамічні втрати з обраної ймовірністю [6].

В загальному випадку сенс визначень може бути зведений до чіткого твердженням при проведенні фінансових операцій: з довірчою ймовірністю статистично оцінені збитки портфеля не перевищать VaR - одним числом оцінює ризику.

Методика VaR застосовується як для оцінки ринкового ризику окремих фінансових інструментів, так і для оцінки портфеля в цілому.

Ключові параметри VaR:

- часовий горизонт;
- довірчий рівень;
- припущення про нормальний розподіл прибутковості фінансових інструментів;
- базова валюта.

Період часу, на який проводиться розрахунок ризику, визначається в межах:

- двох тижнів (Комісія з бірж і цінних паперів США);
- 10 днів (The Bank of International Settlements - оцінка достатності банківського капіталу, базельські документи);
- 1 дня (банк J.P. Morgan, методика Risk Metrics).

Методика VaR дозволяє розраховувати такі види ризиків:

- ціновий ризик;
- валютний ризик;
- кредитний ризик;
- ризик ліквідності.

В методиці VaR за вихідний параметр приймають довірчу ймовірність, а потім визначають параметр VaR - числове значення втрат, відповідне цієї ймовірності, зокрема виділяють три основні методи обчислення VaR:

- найбільш популярний метод варіації-коваріації - параметричний (дельта-нормальний);
- історичне моделювання;
- статистичне моделювання – метод Монте Карло.

В зв'язку з виявленням в методології VaR проблемних питань останнім часом багато фінансових інститутів і спеціалізовані компанії ініціювали початок досліджень в області розвитку методів VaR для оцінки ризиків на фінансових ринках. подібні дослідження виконані і авторами[7].

Розглянемо, наприклад, що визначають методологічні передумови підходу до формування методу розрахунку VaR, що базується на принципах реальної волатильності, що дозволяє здійснити оцінку дійсної вартості ризику.

Фактично, концепція VaR є розвитком класичного методу вимірювання ризику на базі обчислення середньоквадратичного відхилення. Стандартне відхилення - «сигма» - в даний час дійсно є основною мірою абсолютного коливання (мінливості), мірою ризику ринкового фінансового інструменту, статистичною характеристикою волатильності ринку. Однак нами раніше вже було доведено, що в ряді випадків цей досить стандартний підхід не є однозначно оптимальним, чи не проблемним: на основі вивчення існуючих основних підходів до оцінки міри ризику середньо-квадричним відхиленням (реалізована концепція оцінки ризику) здійснено обґрунтування необхідності застосування в певних умовах більш досконалої міри ризику.

В результаті теоретичного обґрунтування моделі оцінки реальної волатильності запропонована міра комплексної, об'єктивної оцінки міри ризику і здійснена спроба її формалізації.

Вже згадана концепція поглибленого підходу до оцінки ризику, що відповідає сучасним вимогам, відкриває можливість і зумовлює

необхідність здійснення процесу розрахунку VaR на базі використання реальної волатильності.

В форматі продовження досліджень методика розрахунку VaR на базі використання реальної волатильності доцільно представити на прикладі оцінки ринкових ризиків окремих фінансових інструментів[10]. Так, значення VaR згідно дельта-нормальному методу і при використанні нової міри ризику - CF-кореляційної функції - міри реальної волатильності - може бути розраховане для цінового ризику за наступним виразом:

Таким чином, можна позначити досить серйозну відмінність розрахункових значень VaR (метод варіації-коваріації) - майбутніх втрат, виражених в частках від вартості портфеля, від реальних змін вартості портфеля в певному інтервалі часу (розрахунковий метод «дає» завищені в порівнянні з реальними значення).

1.4 Метод Empirical Mode Decomposition

Існує велика кількість використовуваних на практиці всіляких методів декомпозиції аналізованої послідовності. Ці методи можуть ґрунтуватися на різних математичних або емпіричних підходах, мати різну ступінь складності і різні сфери застосування.

Наприклад, навіть фундаментальний аналіз ринку можна, хоч і деякою натяжкою, вважати методом декомпозиції. При такому аналізі проводиться спроба аналізувати вплив набору вихідних подій, які безпосередньо впливають на стан ринку. Тобто проводиться неявна декомпозиція аналізованого ринкового процесу на цілий ряд формують його подій.

Далі питань, пов'язаних з фундаментальним аналізом, торкатися не будемо. Будемо вважати, що будь-яка додаткова інформація про аналізованому процесі у нас відсутній, а є лише послідовність, що відображає поведінку даного процесу.

Найпростішим прикладом декомпозиції може служити розкладання послідовності на кілька компонент за допомогою звичних добре відомих прийомів. Наприклад, на графіку будь-якої валютної пари побудуємо МА. Потім з вихідної послідовності віднімемо отриману криву. В результаті матимемо дві компоненти вихідної послідовності - криву МА і залишок. Якщо до отриманого залишку застосувати ту ж процедуру, але з МА більшого періоду, то в результаті отримаємо вже три компоненти - дві криві МА і залишок від перетворення. Як бачимо процес декомпозиції неважко організувати і підручними засобами. Все питання полягає у властивостях результатів такого процесу.

Серед добре відомих методів декомпозиції та спектрального аналізу можна не виділити перетворення Фур'є. Перетворення Фур'є відноситься до класу ортогональних перетворень, в якому використовується фіксований базис гармонійних функцій. Результат перетворення Фур'є можна представити як розкладання вихідного процесу на гармонійні функції, мають фіксовані частоту і амплітуду. Відзначимо два важливих для нас моменти.

По-перше, перетворення завжди проводиться у фіксованому, заданому заздалегідь, базисі ортогональних функцій. Тобто базис перетворення не залежить від характеру перетворюється послідовності.

По-друге, результуючі гармонійні компоненти мають постійні значення амплітуди і частоти. Тобто їх параметри незмінні на всьому протязі вихідної послідовності. Це означає, що якщо характер вихідний послідовності на розглянутому інтервалі часу змінювався, то ці зміни не будуть відображені в результатах перетворення. Отримані в цьому випадку результати будуть відображати лише деякий усереднене стан процесу, так як дане перетворення побудовано виходячи з припущення стаціонарності вихідних даних.

Для того щоб уникнути обмежень, пов'язаних з нестационарністю вихідної послідовності, можна від перетворення Фур'є перейти до використання вейвлет-перетворення. Вейвлет-перетворення, так само як і перетворення Фур'є, виробляє розкладання в фіксованому базисі функцій. На відміну від перетворення Фур'є, цей базис повинен бути попередньо заданий, тобто повинна бути обрана вейвлет-функція, яка використовується в процесі перетворення.

На відміну від перетворення Фур'є, при вейвлет-перетворенні кожна знайдена компонента має параметри, що визначають в часі її масштаб і рівень. За рахунок цього вирішується проблема, пов'язана з можливою нестационарністю аналізованого процесу.

Перетворення Фур'є і вейвлет-перетворення заслужено отримали широку популярність завдяки використанню в них добре обґрунтованих математичних методів і наявності ефективних алгоритмів їх реалізації. Крім того, обидва це перетворення, як показала практика, досить універсальні і можуть з успіхом застосовуватися в різних областях.

Емпірична модова декомпозиція (Empirical Mode Decomposition, EMD) була запропонована як складова частина перетворення Гільберта-Хуанга (Hilbert-Huang transform, ННТ). Перетворення Гільберта-Хуанга проводиться як би в два прийоми. Спочатку за допомогою алгоритму EMD знаходяться емпіричні моди або внутрішні коливання (Intrinsic Mode Functions, IMF).

Потім на другому етапі за допомогою перетворення Гільберта на їх основі визначається миттєвий спектр вихідної послідовності. Перетворення Гільберта-Хуанга дозволяє знаходити миттєвий спектр нелінійних нестационарних послідовностей. Відповідно і емпірична модова декомпозиція призначена для роботи з такими послідовностями.

На відміну від згаданого раніше перетворення Фур'є і вейвлет-перетворення в процесі емпіричної модової декомпозиції проводиться розкладання на емпіричні моди (IMF), які не задані аналітично та визначаються виключно самої аналізованої послідовністю. При цьому базисні функції перетворення формуються адаптивно, безпосередньо з вхідних даних. Виділені в процесі використання методу EMD емпіричні моди повинні задовольняти тільки наступним вимогам:

Кількість екстремумів емпіричної моди (сума максимумів і мінімумів) і кількість перетинів нуля не повинні відрізнятися більш ніж на одиницю;

У будь-якій точці емпіричної моди середнє значення огинають, визначених локальними максимумами і локальними мінімумами, має бути нульовим.

У процесі декомпозиції виходить сімейство IMF функцій, впорядкованих за частотою. Кожна наступна IMF має нижчу частоту, ніж попередня. Використання терміна "частота" по відношенню до IMF не зовсім коректно, хоча, напевно, найкращим чином підходить для визначення її характеру. Справа в тому, що хоча IMF і має коливальний характер, це коливання може бути промодульованною в часі як по частоті, так і по амплітуді.

Уявити результат роботи алгоритму EMD за словесним описом досить складно, тому перейдемо до його програмної реалізації. Це дасть можливість ближче познайомитися з особливостями роботи даного алгоритму.

В основі запропонованого Хуангом алгоритму лежить побудова гладких огинають по максимумах і мінімумах послідовності і подальше віднімання середнього цих огинають з вихідної послідовності. Для цього проводиться пошук максимумів і мінімумів і будуються сплайни, що проходять через ці точки. Ці сплайни і утворюють верхню і нижню огинають.

Процес побудови огинаючих показаний на рис. 1.1.

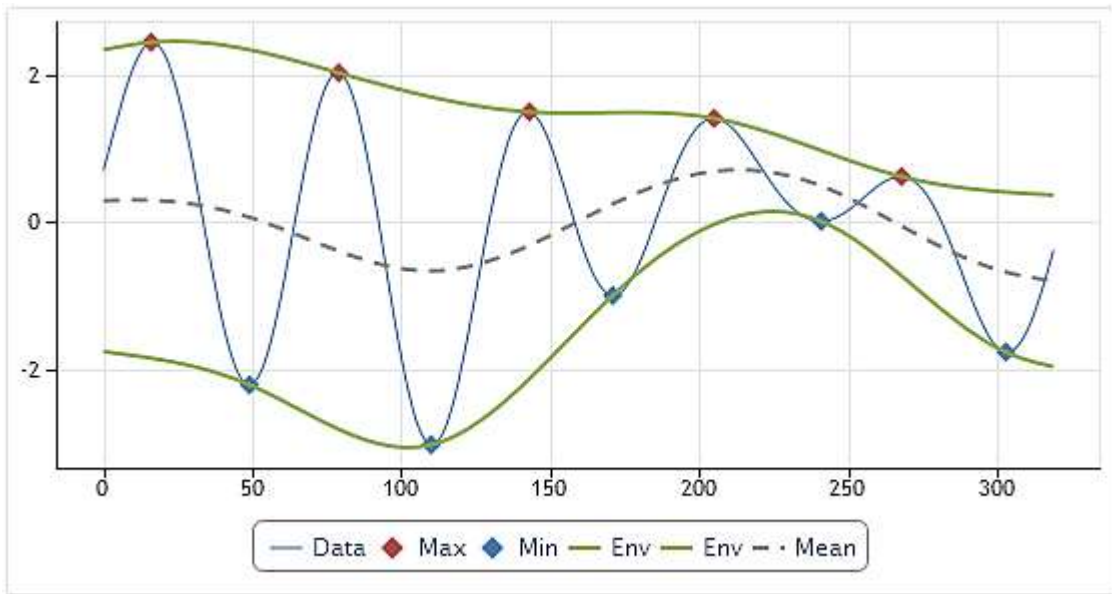


Рисунок. 1.1 – Процес побудови огинаючих

Аналізуєма послідовність представлена на малюнку 1 тонкої синьою лінією. Максимуми і мінімуми цієї послідовності відмічені червоним і синім кольором відповідно. Огинають показані зеленим кольором.

По двох огинають обчислюється середнє значення. Це середнє показано на малюнку 1 штриховий лінією. Знайдене в такий спосіб середнє значення далі віднімається з вихідної послідовності.

В результаті перерахованих кроків в першому наближенні знаходиться шукана емпірична функція. Для повноцінного виділення IMF необхідно знову знайти максимуми і мінімуми у цій оцінки IMF, і повторити викладені раніше дії. Цей повторюваний процес називається просеиванием (sifting). Процес просіювання триває до тих пір, поки не буде досягнутий заданий критерій його зупинки. Вибір критеріїв зупинки просіювання є одним з ключових моментів, що впливають на результат декомпозиції в цілому. До обговорення цього питання повернемося трохи пізніше.

Якщо процес просіювання вдало завершений, то в результаті ми отримуємо першу знайдену емпіричну функцію. Далі, для того щоб знайти

наступну IMF, необхідно з вихідного сигналу відняти вже знайдену IMF і знову повторити описану процедуру. Так триває до тих пір, поки не будуть знайдені всі IMF. Пошук черговий IMF зазвичай припиняється тоді, коли залишок має, наприклад, не більше двох екстремальних точок.

Як бачимо, описана процедура емпіричної модової декомпозиції базується не на строгих математичних викладках, а повністю виправдовуючи свою назву, дійсно є емпіричною. Незважаючи на простоту і ясність запропонованого Хуангом описаного вище алгоритму, він містить ряд моментів, які можна віднести до його недоліків.

У різних публікаціях, присвячених даній темі, можна знайти і докладний розгляд слабких сторін запропонованого Хуангом алгоритму та шляхи його модернізації. У даній статті не будемо загострювати увагу на можливих варіантах модернізації даного методу, а просто спробуємо створити його програмну реалізацію. Особливості цієї реалізації будуть коротко розглянуті далі.

На рис. 1.2 наведено інший приклад декомпозиції, тут показано розкладання котирувань USDJPY, Daily з довжиною послідовності 100 елементів. Як бачимо, в результаті декомпозиції цієї послідовності були знайдені чотири IMF і залишок.

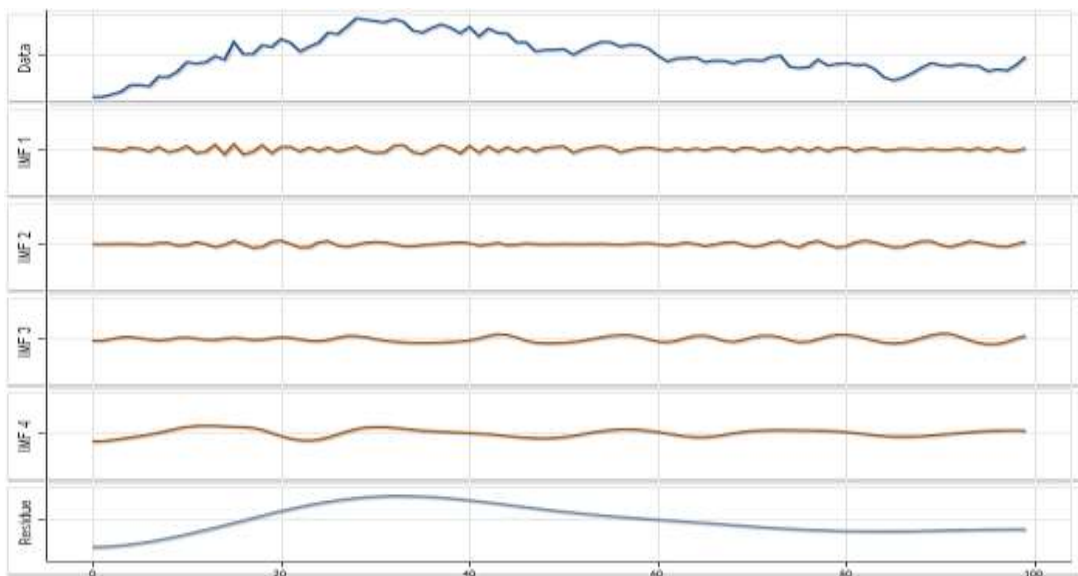


Рисунок.1.2 – Розкладання послідовності USDJPY, Daily, N = 100

На рис. 1.2. всі графіки представлені в єдиному масштабі, що дозволяє оцінити внесок кожної зі знайдених IMF. Але при такій побудові графіків недостатньо ясно видно особливості кожної з IMF. На рис. 2.3. представлені ті ж результати, але при цьому для кожного з графіків використовувався режим автоматичного масштабування.

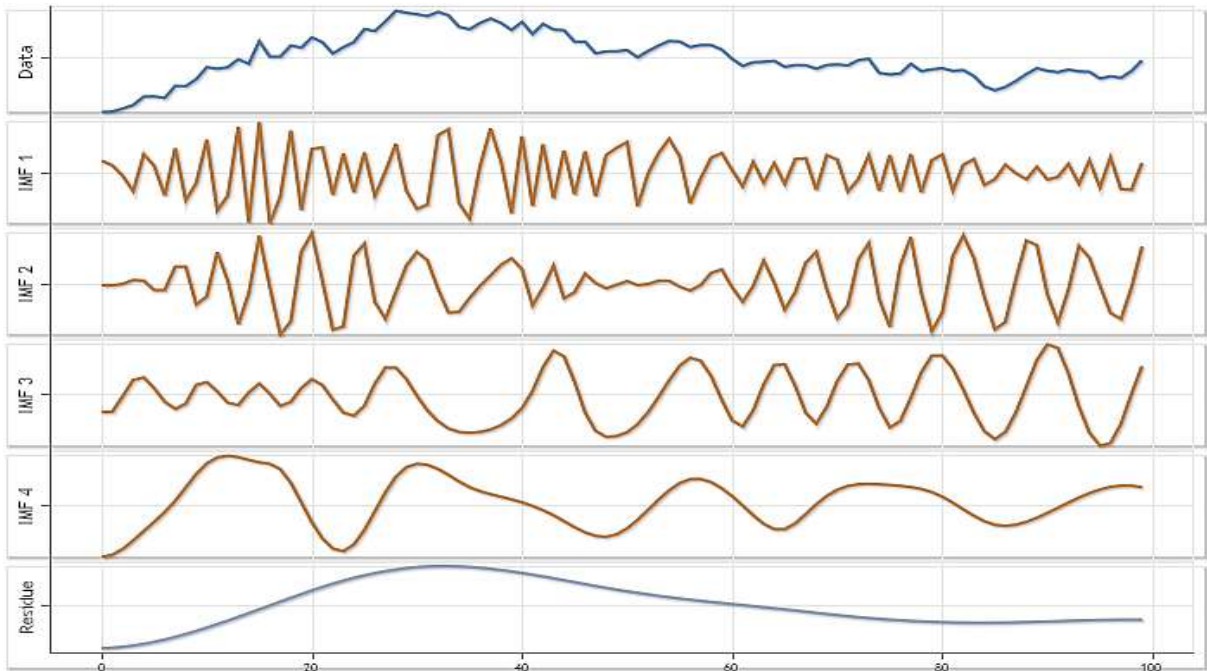


Рисунок 1.3 – Розкладання послідовності USDJPY, Daily, N = 100

Хоча рис. 1.3 і не відображає реального співвідношення амплітуд окремих компонент, який використовується режим автоматичного масштабування дозволяє більш детально уявити кожну з них.

Перше, на що хотілося б звернути увагу, це спосіб визначення максимумів і мінімумів вихідної послідовності. В даному випадку мова йде про два можливі варіанти.

На рис. 2.4 показаний результат роботи алгоритму визначення екстремумів.

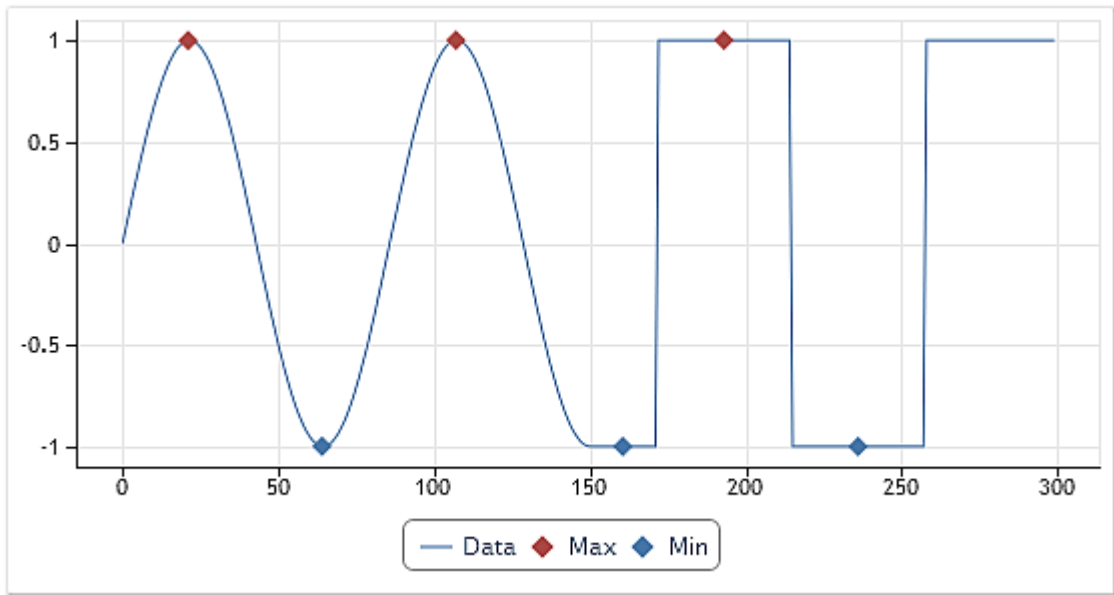


Рисунок. 1.4 – Визначення екстремумів. Перший варіант

Коли мова йде про пошук максимумів або мінімумів функції, то найчастіше мається на увазі використання наступного алгоритму:

Значення поточного елемента послідовності порівнюється з попереднім і наступним значеннями;

Якщо поточне значення більше попереднього і більше подальшого, то фіксується максимум функції;

Якщо поточне значення менше попереднього і менше подальшого, то фіксується мінімум функції;

Для послідовностей, що мають яскраво виражені екстремуми, визначення максимумів і мінімумів не представляє ніякої складності. Наведений алгоритм прекрасно працює. Цей випадок демонструється в першій половині показаного на малюнку 4 графіка. Але такий алгоритм не реагуватиме на плоскі вершини, коли сусідні значення послідовності рівні між собою.

Якщо використовувати наведений алгоритм, то останнього максимуму і двох останніх мінімумів, показаних на малюнку 4, не було б. З одного боку, це був би очікуваний і коректний результат. Але з іншого боку,

якщо слідувати аналогії з коливальними процесами, то ми при наявності перетинів нульової лінії явно пропустили б екстремуми. Не зовсім ясно, чи можна плоскі вершини послідовності прямокутної форми або ділянки з однаковими значеннями послідовності вважати екстремумами?

Проте, при реалізації класу `EMDecomp` використовувався дещо модернізований, в порівнянні з наведеним, алгоритм пошуку екстремумів. Результат роботи саме цього модернізованого алгоритму і показаний на рис. 1.4. Цей алгоритм приймає за екстремуми та інтервали з рівними значеннями послідовності, розміщуючи екстремальні точки на середині таких інтервалів.

Алгоритм пошуку максимумів і мінімумів, результат роботи якого показаний на рис. 1.4, використовується в класі `CEMDecomp` для підрахунку кількості екстремумів при визначенні моменту припинення циклу декомпозиції. Наприклад, якщо отримана IMF, яка не має жодного екстремуму, то процес декомпозиції припиняється, а така IMF відкидається.

Якщо такий же алгоритм пошуку екстремумів використовувати і при побудові огинають, то у випадках, коли вхідна послідовність, наприклад, має таку форму як на рис. 2.4, будуть виходити огинають у вигляді двох прямих паралельних ліній. Далі, процедура просіювання жодним чином не зможе перетворити вихідну послідовність і ця послідовність не зможе бути розкладена на складові.

Виходом з такої ситуації може служити використання дещо іншого алгоритму пошуку екстремумів, призначених для побудови огинають.

На рис. 1.5 показаний результат роботи іншого алгоритму визначення екстремумів.

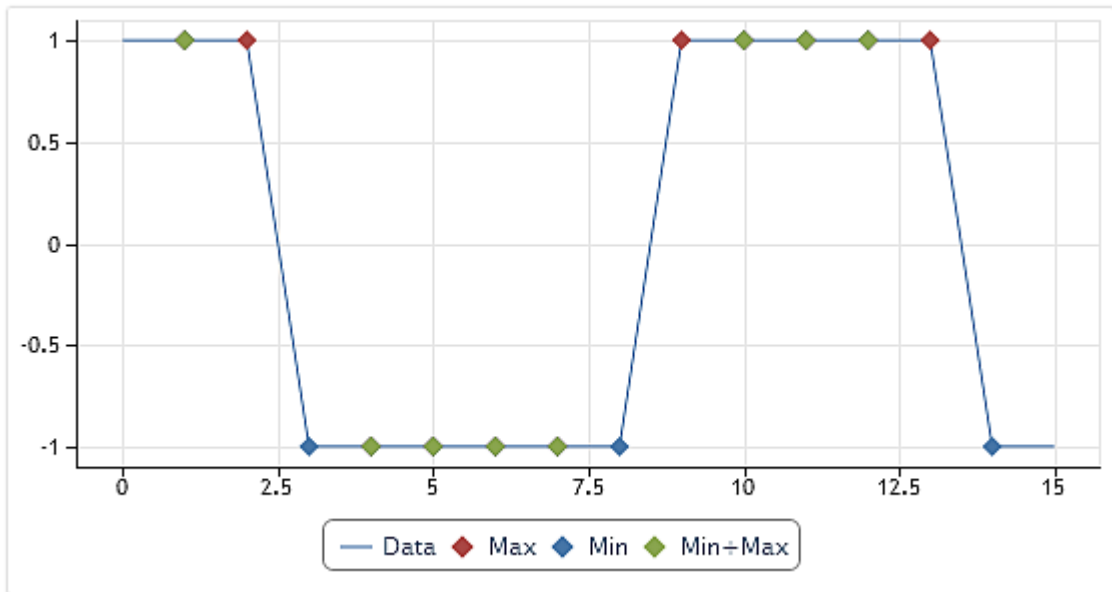


Рисунок 1.5 – Визначення екстремумів. Другий варіант

Звернемося до рис. 1.5. На ньому на відміну від малюнка 4 зеленим кольором позначені точки, які одночасно є і максимумом і мінімумом. Якщо за такими екстремумам побудувати огинають, то вони вже не будуть прямими паралельними лініями, і далі, в процесі просіювання, зможуть бути виділені приховані компоненти послідовності прямокутної форми. Доброю ілюстрацією цього є тестовий приклад, розміщений в кінці статті в архіві [CEMDecomposition.zip](#).

Необхідно відзначити, що при побудові прогнозу одна або кілька самих високочастотних компонент можуть бути відкинуті. Таким чином, може бути знижено вплив на прогноз високочастотного шуму. На рис. 1.6. представлений результат прогнозу, що не враховує найпершу IMF. Прогнозуюча здатність такого методу в даному разі неможливо оцінювалася.

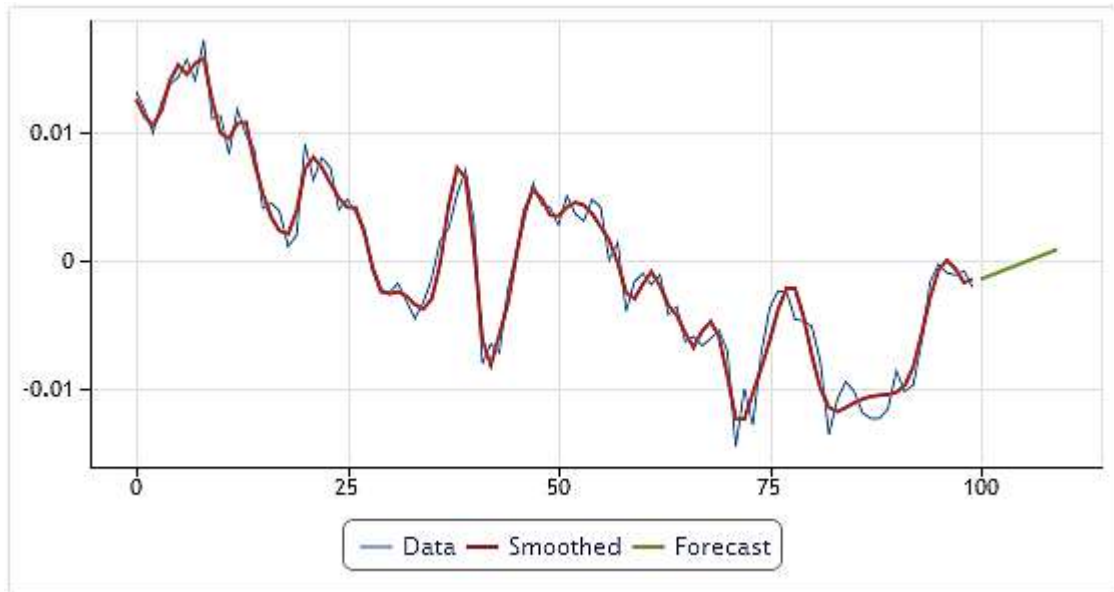


Рисунок 1.6 – Прогнозування котирувань USDCHF, H4

Не можна не згадати і про процедурах зняття тренда. Після того як за допомогою EMD отримані окремі компоненти послідовності, можна організувати досить гнучкий алгоритм зняття тренда. За тренд можна прийняти залишок від декомпозиції або залишок, підсумований з однією або декількома останніми IMF. Кількість IMF, що беруть участь спільно з залишком у формуванні трендової лінії, може варіюватися в залежності від того, скільки низькочастотних складових необхідно зберегти в послідовності після зняття тренда.

Таким чином, для зняття тренда досить підсумувати всі знайдені в процесі декомпозиції IMF, за винятком однієї або декількох останніх. Цю процедуру дуже легко поєднати з згладжуванням отриманого результату, якщо з процесу підсумовування виключити і саму високочастотну IMF. На рис. 1.7. показаний приклад зняття тренда, який використовує описаний прийом.

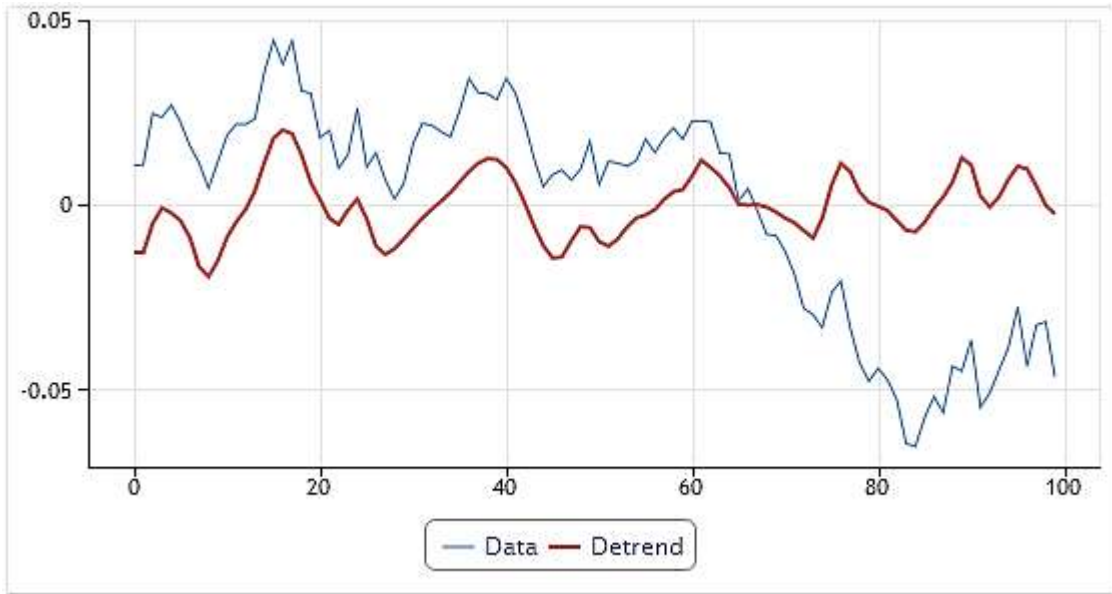


Рисунок 2.7 – Зняття тренда і згладжування

В якості вихідних даних була взята послідовність котирувань EURUSD, Daily. Після декомпозиції були підсумовані всі отримані компоненти, виключаючи залишок декомпозиції, найостаннішу і найпершу IMF. При цьому відбулося не тільки зняття тренда, але і деяке згладжування результуючої кривої.

1.5 Міжнародний досвід прогнозування поведінки остач на рахунках для задачі ліквідності

Якщо розглянути політику підтримки стабільності курсу різноманітних країн світу, то на окремих стадіях цього розвитку відбувалися негативні прояви на макро- і мікрорівні, що стали причиною надлишкової ліквідності, а це, своєю чергою, призвело до накопичення валютних запасів. Так, наприклад, у Польщі, Хорватії чи Словаччині за окремі періоди дані надлишки становили майже 30% ВВП країни в цілому. Але поступово більшість країн створили більш гнучку систему курсоутворення, що відобразило зменшення надлишкової ліквідності.

Принциповим для управління ліквідністю є розмежування дослідження ліквідності, що відображається у вітчизняній та зарубіжній практиці, а саме на два рівні [22]:

- мікрорівень (ліквідність банку, складовими елементами якої є ліквідність активів та балансу банку);
- макрорівень (ліквідність банківської системи).

На мікрорівні ліквідність є спроможністю окремого банку своєчасно й у повному обсязі виконувати всі свої грошові зобов'язання та забезпечити розвиток банку на основі нарощення обсягів його операцій. На макрорівні ліквідність -- це динамічний стан банківської системи, який забезпечує своєчасність, повноту і безперервність виконання всіх її грошових зобов'язань та наявності достатньої кількості коштів відповідно до потреб розвитку економіки.

Мікрорівень (ліквідність банку). В Інструкції про порядок регулювання діяльності банків в Україні від 28 серпня 2001 р. № 368 ліквідність банку визначається як здатність банку забезпечити своєчасне виконання своїх грошових зобов'язань, яка визначається збалансованістю між строками і сумами погашення розміщених активів та строками і сумами виконання зобов'язань банку, а також строками і сумами інших джерел і напрямів використання коштів [7]. Із цього визначення виходить, що банківська ліквідність -- це безперервний потік грошових коштів, де необхідністю для кожного банку є наявність запасів ліквідних активів, що слугують для погашення свої поточних зобов'язань [17].

В управлінні ліквідністю окремого банку значення має саме своєчасне виконання своїх зобов'язань із мінімальними затратами на підтримку ліквідності, а для цього необхідно врахування строків, обсягів погашення, урегулювання рівноваги між активами і пасивами, визначення співвідношення між власними і залученими коштами.

Крім того, слід задовольнити кредитоспроможність клієнтів на кредити, сприяти розвитку дієвих операцій відповідно до складу банківської системи в країні.

Макрорівень (ліквідність банківської системи). Під ліквідністю банківської системи розуміють її спроможність забезпечити своєчасне виконання всіх боргових зобов'язань перед вкладниками, кредиторами і засновниками банківських установ, можливість залучати в повному обсязі вільні кошти юридичних і фізичних осіб та надавати кредити й інвестувати розвиток економіки країни [6].

У вузькому розумінні ліквідність банківської системи визначається як сума розрахункових і квазірозрахункових коштів, сконцентрованих у банківській системі. Таке визначення базується на кількісному аспекті ліквідності, видимим проявом якої є такі складові елементи, як готівка в касі, кошти на коррахунках, депозиту в центральному банку тощо. У широкому розумінні ліквідність банківської системи визначається як форма організації розрахунково-платіжного обороту через банківську систему відповідно до потреб фінансового капіталу. У цьому визначенні акцентується увага на ролі ліквідності в організації розрахунків і платежів в економіці, проте ліквідність банківської системи не є формою організації розрахунково-платіжного обороту, а є якісним станом банківської системи.

Отже, ліквідність банківської системи представляє собою динаміку, що забезпечує своєчасне виконання всіх своїх поточних зобов'язань та формує достатню кількість коштів для нормального розвитку економіки. Дана динаміка характеризується постійними змінами у банківській системі, на яку впливають зовнішні ознаки (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Зовнішні ознаки змін у ліквідності банківської системи

Ознаки зменшення банківської ліквідності	Ознаки зростання банківської ліквідності
Зменшення обсягів коштів банків на кореспондентському рахунку; зростаючий (великий) попит на кредити рефінансування НБУ; підвищення залежності ресурсної бази від обсягів міжбанківського кредитування; зниження залишків готівки в касах банків; зростання відсоткових ставок на грошово-кредитному ринку	Збільшення обсягів коштів банків на кореспондентському рахунку; зростання попиту банків на стерилізаційні операції центрального банку та зменшення попиту на операції з рефінансування; зниження залежності ресурсної бази від обсягів міжбанківського кредитування; зниження відсоткових ставок на грошово-кредитному ринку

Найбільш сприятливий стан ліквідності банку, залежить від:

- врегулювання структури активів і пасивів;
- достатньої величини капіталу;
- стабільності депозитної бази;
- ефективної стратегії управління ліквідності;
- попиту на кредити, довіри споживачів тощо.

А на ліквідність банківської системи впливає багато різноманітних зовнішніх чинників:

- інтервенція НБУ;
- рухливість готівки в банківських касах та за її межами;
- результат використання методів, прийомів та інструментів у грошово-кредитній політиці та ін.

За своєю діяльністю центральний банк регулює і підтримує рівновагу на грошово-кредитному ринку, що відображає суттєвий вплив на ліквідність банку. Дана підтримка йде за рахунок використання інструментів, методів, важелів та механізмів, що приймаються законодавчо залежно від ситуації на грошово-кредитному ринку. Найголовнішим чинником у регулюванні ліквідності банку на мікрорівні є нормативи, які розглядалися у попередньому розділі. На сучасному етапі розвитку

банківської системи України йде позитивна тенденція використання зазначених вище нормативів. Саме вони полягають у приведенні методології розрахунку до міжнародної практики показників контролю ліквідності.

Що стосується зарубіжної практики застосування нормативів ліквідності на мікрорівні, то вона має свої відмінності (табл. 2). Вони полягають у кількості та назві показників, що використовуються для аналізу ліквідності, методології їх розрахунку, граничних значеннях нормативних показників, підходах у їх застосуванні (диференційованості, обов'язковості), періодичності розрахунку тощо.

Так, у багатьох зарубіжних країнах, як і в Україні, показники ліквідності банків розраховуються за співвідношенням активних і пасивних статей балансу, згрупованих за строками, і є обов'язковими для виконання всіма банками (Японія, Франція, Великобританія, Росія, Німеччина). Проте в окремих країнах немає законодавчо визначених нормативів ліквідності. Так, у США банки розраховують для внутрішнього використання показники ліквідності, основними з яких є співвідношення: ліквідних активів і депозитів; ліквідних активів і всіх активів; строкових депозитів і загальної суми депозитів; зобов'язань за виданими кредитами і депозитами [3].

Таким чином, зарубіжна і вітчизняна практика показує, що необхідною умовою стабільності ліквідності для кожного банку є нормативи. Саме нормативи слугують необхідним чинником для ефективного управління банківської ліквідності.

У регулюванні ліквідності банківської системи на макрорівні головним фактором, як показує зарубіжна практика, виступають обов'язкові резервні вимоги центрального банку. У вузькому значенні під обов'язковими резервами розуміють активи, які використовуються для забезпечення гарантованої ліквідності банків. Дія цього інструмента полягає

в установленні центральним банком нормативу резервування, у межах якого банки зобов'язані частину залучених коштів зберігати на рахунках у центральному банку [4]. грошовий кредитний ліквідність банківський

Існує обернений взаємозв'язок між обов'язковими резервними вимогами та грошовою масою і ліквідністю банків. Якщо йде зниження норми обов'язкових резервних вимог, то тоді відбувається збільшення вільних резервів, що свідчить про зростання вільної ліквідності, і навпаки, якщо зменшуються обсяг грошової маси та пропозиція грошей, то відбувається збільшення обов'язкових резервних вимог.

Уперше обов'язкові резервні вимоги були застосовані в США в 1913 р. із метою формування страхового фонду для гарантованої виплати депозитів. Згодом цей інструмент почали використовувати в інших країнах, зокрема в Німеччині (1948 р.), Франції (1979 р.), Великій Британії (1961 р.) [2].

Таблиця 1.2

Нормативи ліквідності банків, що застосовуються в окремих країнах світу

Країна	Показник	Розрахунок показника	Нормативне значення, %
Росія	Норматив миттєвої ліквідності	Співвідношення суми високоліквідних активів до суми зобов'язань по рахунках до запитання	Щоденно >15
	Норматив поточної ліквідності	Співвідношення суми ліквідних активів до суми зобов'язань по рахунках до запитання і на термін до 30 днів	Щомісячно > 50
	Норматив довгострокової ліквідності	Співвідношення кредитних вимог банку із терміном погашення понад 366 днів до власного капіталу банку та зобов'язань банку з терміном до дати погашення понад 366 днів	Щомісячно <120
Франція	Норматив ліквідності	Співвідношення активів, розміщених терміном до трьох місяців, до депозитів	Щоквартально >60

		до запитання, строкових депозитів та інших коштів, залучених на три місяці	
Велико британія	Норматив ліквідності	Співвідношення готівкових коштів, залишків на рахунку Ностро, депозитів до запитання і терміном на один день, цінних паперів та придатних до переобліку векселів до залучених коштів	Щомісячно > 12,5
Німеччи на	Норматив короткострокової ліквідності	Співвідношення короткострокових і середньострокових вкладень (до чотирьох років) до залучених ресурсів до чотирьох років та ощадних вкладів	Щомісячно 100
	Норматив довгострокової ліквідності	Співвідношення довгострокових активів терміном розміщення понад чотири роки до залучених коштів терміном понад чотири роки	Щомісячно 100

Нині мінімальні обов'язкові резерви використовуються в багатьох розвинених країнах. Слід зазначити, що застосування цього інструменту грошово-кредитної політики в різних країнах має деякі відмінності, які полягають у:

— розмірі обов'язкових резервів. Він значно коливається в різних країнах: найбільший розмір встановлено в Італії, Іспанії, найменший -- в Японії. Норма обов'язкового резервування в зарубіжних країнах за загальної тенденції до зниження може встановлюватися до залучених коштів узагальнено (Італія) або диференційовано (більшість інших країн). Основними критеріями диференціації є вид та термін залучення коштів, їх розмір, термін залучення коштів, валюта, громадянство вкладника (резидент чи нерезидент), категорія вкладника (юридична чи фізична особа). У минулому норми резервування різнилися за географічним критерієм та спеціалізацією банків. Наприклад, у США до 80-х років XIX ст. банки аграрної спеціалізації та банки, розташовані у великих містах, зобов'язані були формувати резерви в більшому розмірі, ніж інші банки [5];

— рівні використання та ролі, яку відіграє обов'язкове резервування у грошово-кредитній політиці зарубіжних країн. Більш широкого

застосування обов'язкове резервування набуває під час проведення антициклічної політики, а також у країнах зі значними інфляційними процесами та з перехідною економікою. Центральні банки розвинутих країн віддають перевагу більш гнучким інструментам, які впливають на грошову пропозицію не прямо, а через формування певних умов на ринку. У таких країнах резервні вимоги змінюються набагато рідше, ніж зміни в політиці операцій на відкритому ринку чи облікової ставки. Зокрема, Федеральна резервна система США протягом 1950-1980 рр. коригувала резервну норму приблизно раз на рік, подальші зміни відбулися у 1980, 1990, 1992 і 2001 рр. У використанні цього інструмента спостерігається загальносвітова тенденція зменшення розміру резервних вимог, а окремі країни, наприклад Канада, Великобританія, Нова Зеландія, Австралія, Швейцарія, взагалі відмовилися від установлення для банків обов'язкових резервних вимог. Причиною було визнання обов'язкових резервів своєрідним податком, який збільшує вартість банківських ресурсів, зменшуючи, таким чином, конкурентоспроможність банків на глобальних фінансових ринках [5];

— платності вимог виконання обов'язкових резервів банками. У Польщі, Угорщині, Туреччині, Словаччині та в багатьох інших країнах на обсяг сформованих банками обов'язкових резервів нараховуються та сплачуються центральним банком проценти. Дотримання принципу платності у використанні зазначеного інструмента є ринковим підходом, зумовленим усвідомленням того, що в разі, якщо за сформованими банками резервами не сплачується процент, цей інструмент діє як податок на банківську систему та її позичальників, на яких переноситься тягар підвищених процентів за кредит за непрацюючі резервні кошти [9];

— розрахунковому періоді для виконання резервних вимог. Він, як правило, становить один місяць, проте може коливатися від 10 днів (в Іспанії) до шести місяців (у Великій Британії) [9].

Проте, як показує практика центральних банків зарубіжних країн, більш гнучкими та оперативними є не нормативні, а корегуючі індикативні інструменти регулювання банківської ліквідності. Такими інструментами є операції рефінансування, депозитні операції, операції на відкритому ринку з державними цінними паперами та стабілізаційні кредити. Із метою вдосконалення механізмів та інструментів регулювання грошово-кредитним ринком було прийнято нове Положення про регулювання Національним банком України ліквідності банків України від 26 вересня 2006 р. № 378.

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ

2.1 Види моделей ARIMA

ARIMA модель - одна з популярних екстраполяційних моделей. У назві моделі AR відповідає за авторегресійну складову, I - за інтегровану складову, MA - за ковзне середнє. Кожної складової моделі відповідає свій параметр: p , d , q . Дана модель застосовується для побудови прогнозів, якщо можна спиратися тільки на наявні фактичні дані [13].

Завдання з трьома змінними.

Для початку давайте розглянемо три складові моделі більш детально. Авторегресія - модель часових рядів, в якій значення часового ряду в даний момент часу може бути виражено у вигляді лінійної комбінації попередніх значень цього ж ряду і випадкової помилки, володіє властивістю «білого шуму».

Процес змінного середнього - поточне значення випадкового процесу представляється у вигляді лінійної комбінації поточного і минулих значень помилки, за своїми властивостями відповідної «білого шуму» [13].

Інтегрована складова відповідає за порядок диференціації ряду при необхідності привести ряд до стаціонарного. Зазвичай розраховують різницю до 2-го порядку.

Головним завданням аналітика є визначення значень даних параметрів. Пропонуємо розглянути на прикладі визначення значень параметрів p , d , q . Для застосування моделі ARIMA необхідно мати дані в розрізі часу будь-якого рівня динаміки (роки, місяці, дні і т.д.). Це можуть бути продажі будь-якого товару, кількість замовлень, клієнтів і т.д.

Після побудови моделі вийде прогноз за обраним показником. Побудований прогноз в подальшому може бути використаний для прийняття будь-яких управлінських рішень або може стати вхідною

інформацією для формування автоматичного замовлення на закупівлю товару [14].

Будуємо прогноз за допомогою Prognoz Platform.

Розглянемо дані по ARIMA моделі. Динаміка досліджуваного ряду приведена на малюнку нижче.

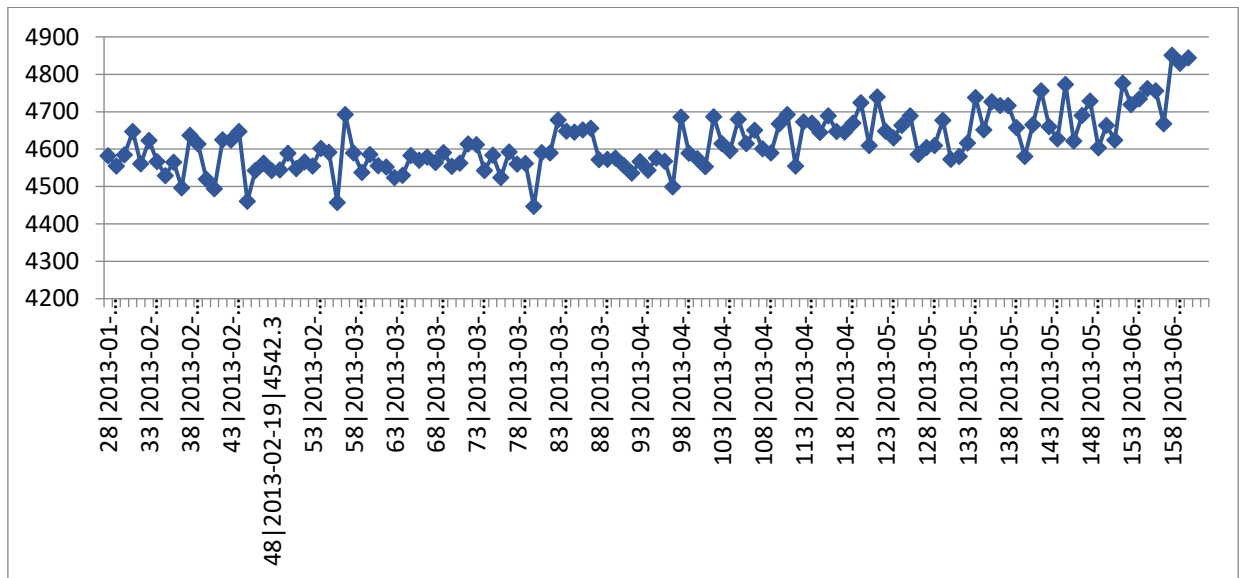


Рисунок. 2.1 – Аналіз ряду і побудови ARIMA моделі

Для аналізу ряду і побудови ARIMA моделі скористаємося інструментом моделювання Prognoz Platform, який називається «Контейнер моделювання». Даний інструмент зручний тим, що одночасно дозволяє побачити всі необхідні характеристики для побудови ARIMA моделі в одному вікні, автоматично перебудовує модель.

Також варто відзначити можливість застосовувати перетворення до досліджуваного ряду. Контейнер моделювання має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і дозволяє будувати моделі без написання будь-якого коду.

Першим параметром для оцінки є параметр d . Для того щоб визначити, яке значення має приймати цей параметр, необхідно провести для ряду тест Дікі-Фулера. Даний тест можна знайти в меню «Аналіз» Prognoz Platform, пункт «Описові статистики» [13].

У даного тесту є два параметри:

- Тип моделі
- Диференціювання ряду

Тип моделі необхідно встановити той, який буде будуватися для ряду.

Ми будемо будувати моделі з константою, тому вибираємо пункт «З константою».



	ADF-статистика	Вероятность	1% значимости	5% значимости	10% значимости	Стационарность	Ошибка
X1	-0.97	0.75	-3.61	-2.9	-2.59	нет	

Рисунок 2.2 – Результаты тесту Prognoz Platform «З константою»

Так як в стовпці «Стационарность» коштує індикатор «Ні», ми можемо ослабити параметр «Тип моделі», вибираємо «З константою і трендом», але дану модель ми розглядати не будемо, тому відразу встановимо параметр «Диференціювання ряду» - «Диференційований ряд» [13].



	ADF-статистика	Вероятность	1% значимости	5% значимости	10% значимости	Стационарность	Ошибка
X1	-3.67	0.01	-3.61	-2.9	-2.59	есть	

Рисунок 2.3 – Результаты тесту Prognoz Platform «Диференційований ряд»

Бачимо, що в стовпці «Стационарность» коштує індикатор «Є», тому параметр d прийме значення 1, так як «Диференційований ряд» - це різниця першого порядку [14].

Для того щоб вибрати параметри p , q , можна скористатися автокорреляційною функцією і приватної автокорреляційної функцією.

Під стаціонарним рядом розуміється часовий ряд, який стабільний в часі (його середнє і інші характеристики з часом не змінюються).

Таким чином, інфляція в часі виявилася нестабільна (у неї змінюються середнє і інші характеристики), а це означає, що її досить складно прогнозувати, і обраний спосіб ARIMA може не спрацювати. Для цього необхідно привести ряд до стабільного стану, наприклад, розрахувавши різниці ряду. Різниця ряду розраховується наступним чином: з поточного року віднімаємо попередній рік.

А чи є тренд?

Автокореляційна функція (АКФ) - це залежність коефіцієнтів автокореляції від лага.

Приватна автокореляційна функція (ЧАКФ) - це залежність приватних коефіцієнтів автокореляції від лага.

Розглянемо графіки АКФ і ЧАКФ для обраного ряду. У «контейнер моделювання» подивитися графіки даних функцій можна в двох місцях:

- При виборі моделі ARIMA автоматично будуються дані функції.
- На вкладці «Аналіз» - «Описові статистики» - «Набір тестів». У «Наборі тестів» необхідно вибрати АКФ і ЧАКФ.

Аналізуючи графіки функцій, можна зробити висновок про наявність тренда, сезонності в ряді, а також виділити порядок авторегрессора і змінного середнього.

Якщо графік АКФ сходиться до нуля досить повільно, значить, в ряду присутній тренд. Приклад розташований нижче.

ЧАКФ відрізняється від АКФ тим, що не враховує вплив проміжних лагов при розрахунку приватних коефіцієнтів кореляцій. Тому ЧАКФ дає більш «чисту картину» залежно ряду від лага.

На лагу 1 обидві функції будуть мати однакові значення. ЧАКФ дозволяє визначити порядок авторегрессора, який виявиться значущим в моделі.

Так, для досліджуваного ряду буде значущий лаг 1-го, 2-го, 10-го, 11-го, 12-го порядку.

Іншими словами, можна сказати, що інфляція залежить від самої себе 1 період, 2 періоду і т.д. назад.

Обидві функції залежать від довжини ряду. Чим більше довжина ряду, тим чіткіше вираженими вони виявляться.

Таким чином, для нашого ряду можна виділити 1, 2, 10, 11, 12 лаги. Також можна сказати, що відсутня тренд і присутній сезонність.

Для дослідження наявності процесів змінного середнього аналіз АКФ і ЧАКФ відбувається в зворотному порядку. Спочатку досліджується функція ЧАКФ на спадання, а потім АКФ на рівень порядку змінного середнього.

Для нашого ряду можна буде досліджувати ковзне середнє 1-го порядку.

Таким чином, для досліджуваного ряду необхідно побудувати моделі з наведеними нижче параметрами.

Тепер можна звернути увагу на критерії якості моделі і графік прогнозу.

Аналіз адекватності моделі можна розділити на два етапи:

1. Етап оцінки критеріїв якості моделі.

Коефіцієнт детермінації моделі може приймати значення від 0 до 1. Чим ближче до 1, тим краще якість моделі. Даний коефіцієнт говорить про відсоток мінливості ряду, яка вловила модель. Так, наша модель описала 69% мінливості ряду, що говорить про прийнятному результаті.

Імовірність статистики Фішера говорить про ймовірності помилкового значення коефіцієнта детермінації. Для того щоб прийняти результат, вона повинна складати не більше 0,05.

2. Аналіз адекватності прогнозу.

Далі необхідно подивитися, чи відповідає прогноз ряду чи ні. У нашому випадку критичних помилок, таких як експоненціальне зростання або дивна динаміка ряду, не спостерігається.

Якщо прогноз або критерії якості не задовольняють вимогам, то необхідно скоригувати модель, додавши інші лаги або ще одне ковзне середнє.

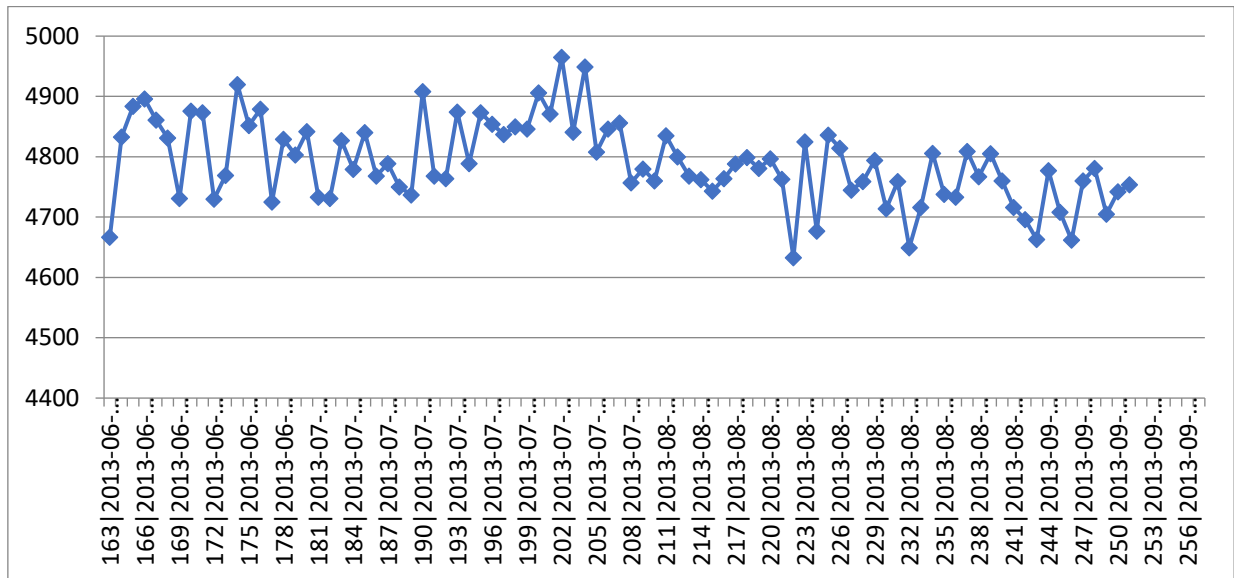


Рисунок 2.4 – Прогноз, отриманий після першої ітерації

А що в результаті?

В результаті, на виході моделі ми отримали прогноз по досліджуваного ряду. Видно, що прогноз інфляції зростає до кінця 2025 року і знижується до кінця 2026 го. Даний результат в подальшому може використовуватися при прийнятті будь-яких управлінських рішень. Наприклад, знаючи, що буде зростання інфляції до кінця року, можна закупити зараз довго зберігаються товар (малий бізнес) або оформити форвард за поточною ціною (великий бізнес) [14].

Так, наприклад, якщо б ми взяли замість інфляції ряд продажів по товару, то на основі прогнозу продажів ми могли порахувати можливий прибуток від цього товару, рентабельність, а також з урахуванням даних складу сформуванню замовлення на закупівлю товару.

2.2 Особливості функціонування

Модель ARIMA певною мірою є розширеною версією моделі ARMA. Символ I (Integrated) відповідає за порядок оператора послідовної різниці. Справа в тому, що далеко не всі ряди є стаціонарними, але деякі з них можуть бути приведені до стаціонарних шляхом взяття послідовної різниці. Якщо, наприклад, часовий ряд y_t став стаціонарним після взяття послідовної різниці порядку s і для опису вже стаціонарного ряду може бути використана модель ARMA (p, q), то процесу, називається інтегрованим процесом авторегресії і ковзної середньої (ARIMA (p, s, q)).

При цьому для оцінки моделі можна користуватися кілька модифікованим підходом Боксу - Дженкінса. Безпосередньо перед першим етапом необхідно буде привести досліджуваній ряд до стаціонарного шляхом взяття послідовних різниць. Решта етапи підходу не зміняться, після цього стаціонарний ряд потрібно буде ідентифікувати, оцінити, діагностувати і використовувати [13].

Приклади взяття послідовної різниці

Розглянемо приклади найпростіших нестаціонарних часових рядів, які можуть бути приведені до стаціонарних шляхом взяття послідовної різниці [14].

1. Рівняння з трендом.

Часовий ряд з трендом має вигляд

$$Y_t = \alpha + \beta t + u_t \quad (2.1)$$

де $\alpha + \beta t$ - тимчасової тренд; u_t - білий шум.

Таким чином, часовий тренд складається з детермінованою складової лінійного тренда і випадкової складової білого шуму (рис. 3.4). Знайдемо математичне сподівання тимчасового тренда: $E(y_t) = E(\alpha + \beta t + u_t) = \alpha + \beta E(t)$.

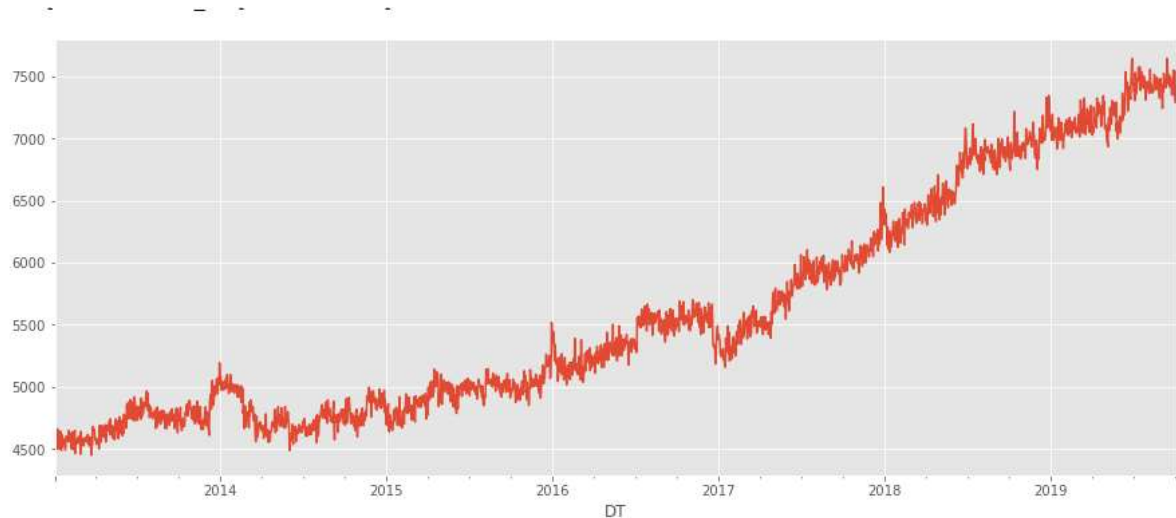


Рисунок 2.5 – Графік надання послуг за допомогою ARIMA

Нехай весь минулий рік обсяг продукції кожен день або зростає на 3%, або зменшується -1%. При цьому ці дві події були незалежні і рівновірогідні. Якщо наші вкладення становлять 100 грн., то ми можемо з високою ймовірністю сказати, що завтра тенденція збережеться і ми або отримаємо 3 грн., або втратимо -1 грн. з однаковою ймовірністю. Іншими словами ймовірність отримати + 3 грн. дорівнює 50% і ймовірність втратити -1 грн. теж дорівнює 50%. Ми навіть можемо сказати, що очікуваний прибуток кожен день дорівнює 1 грн. ($3 \text{ грн.} \cdot 50\% - 1 \text{ грн.} \cdot 50\%$). Але як ми побачимо пізніше, очікуваний прибуток це не те що нас цікавить при управлінні ризиками. Для нас важливі саме збитки, і з можливими збитками тут все ясно - з імовірністю 50% ми можемо втратити затра грн 1.

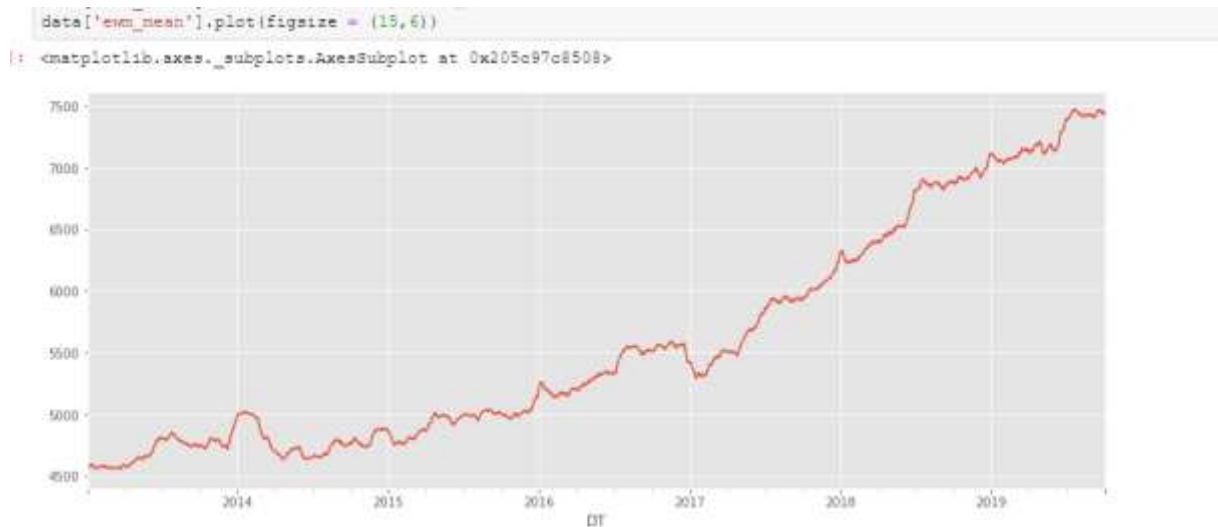


Рисунок. 2.6 – Графіки часового ряду, його оцінок та залишків

Як очевидно, математичне очікування залежить від часу, отже, ряд не є стаціонарним.



Рисунок 2.7 – Графіки часового ряду, його оцінок та залишків

Для того щоб привести ряд з лінійний трендом до стаціонарного, потрібно взяти першу різницю:

$$\Delta Y_t = \beta + e_t \quad (2.2)$$

$$e_t = u_t \quad (2.3)$$

Можливий тимчасовий ряд з квадратичним тимчасовим трендом і тимчасовими трендами вищих порядків. Для приведення їх до стаціонарного ряду необхідно взяття послідовної різниці тих же порядків. Так, наприклад, щоб привести до стаціонарного тимчасовий квадратичний тренд, потрібно двічі взяти послідовну різницю:

$$Y_t = \alpha + \beta_t + u_t + \vartheta^2 \quad (2.4)$$

$$\Delta^2 Y_t = \Delta(\Delta y_t) = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-1} - y_{t-2}) \quad (2.5)$$

де друга послідовна різниця $\Delta^2 y_t$ - стаціонарний ряд.

```
data['detrrend_ewm'] = data['AMT'] - data['ewm_mean']
data['detrrend_ewm'].plot(figsize=(15,6))
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x205ca07bf88>
```

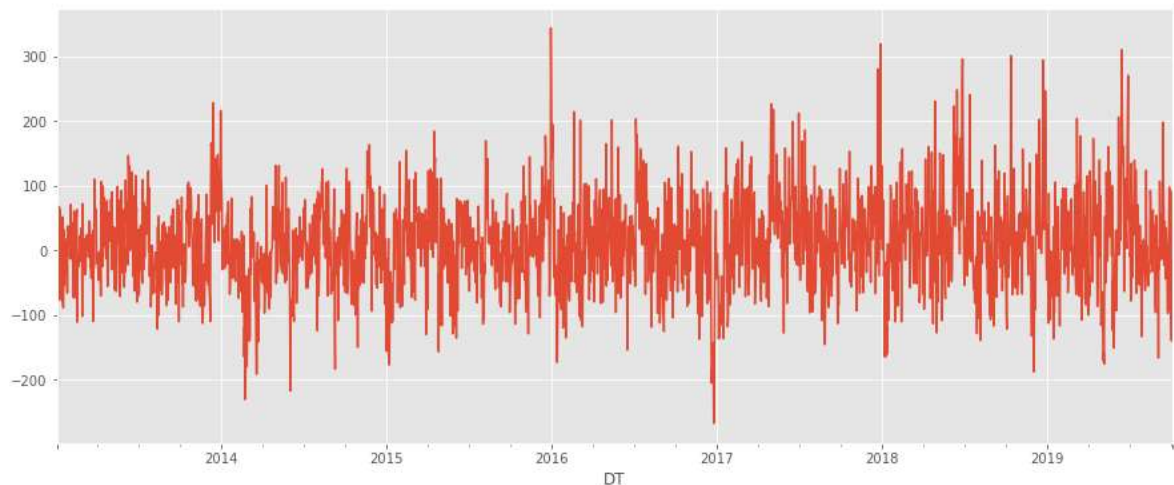


Рисунок 2.8 – Значення прогнозу після першої інтерпретації

Модель випадкового блукання вже описувалася раніше. Рівняння моделі має вигляд

$$(y_t = y_{t-1}) \quad (2.6)$$

де i t - білий шум.

Випадкове блукання - класичний приклад нестационарного ряду. Однак, щоб привести його до стаціонарного, потрібно просто взяти першу різницю.

Перша різниця випадкового блукання дорівнює білого шуму, отже, стаціонарне за визначенням.

Сезонність часто зустрічається в статистичних даних.

У різних процесах сезонна складова може зустрічатися практично з будь-якою частотою: місячна сезонна компонента, квартальна сезонна компонента, піврічна сезонна компонента.

```
count    2466.000000
mean      11.576685
std       70.637667
min      -267.882949
25%      -32.125976
50%       10.492568
75%       53.070010
max       343.551266
Name: detrend_ewm, dtype: float64
```

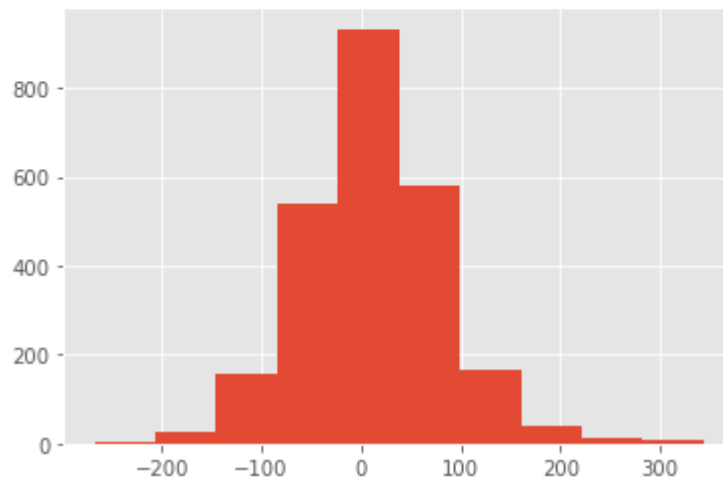


Рисунок 2.9 – Гістограма залишків

Для того щоб привести з сезонність до стаціонарного ряду, необхідно взяти сезонну послідовну різницю. Так, наприклад, для квартальної сезонної компоненти

При цьому сезонна послідовна різниця Δ_4 у, буде стаціонарним тимчасовим поруч (рис. 2.9).

Приклад побудови моделі ARIMA.

Як ілюструє приклад використовуємо модель ARIMA для ряду значень індексу DAX з 2 січня 2013 р по 10 березня 2019 р (рис. 2.10).

Першим кроком необхідно визначити, чи є даний ряд стаціонарним. Візуально аналіз графіка ряду не говорить про стаціонарності ряду. Необхідно провести додатковий аналіз.

Другим кроком має бути побудова діаграми вибірових автокорреляційної і приватної автокорреляційної функцій.

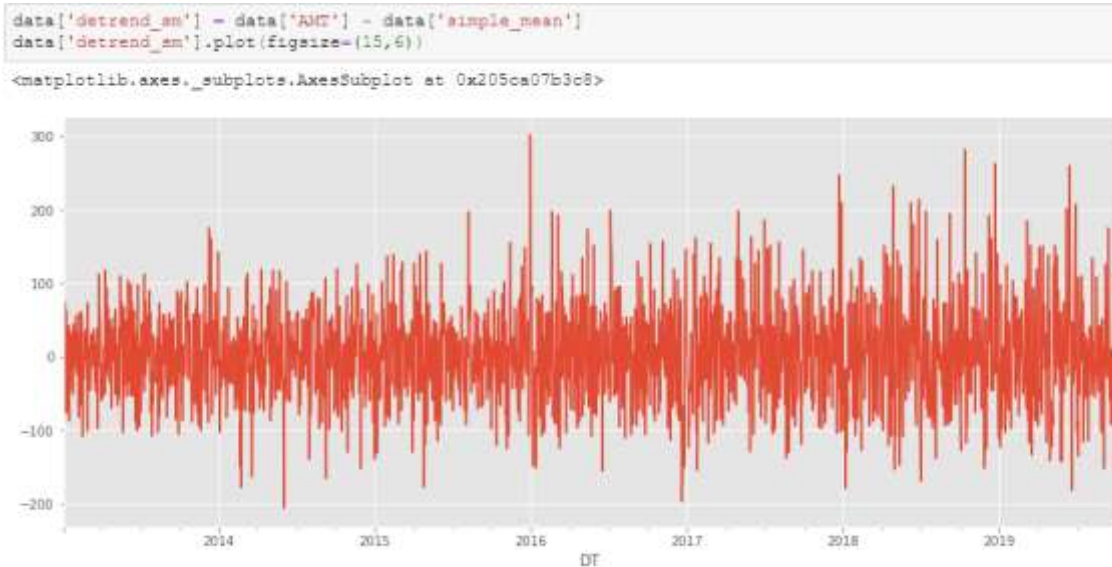


Рисунок 2.10 – Значення прогнозу після другої інтерпретації

У разі стаціонарного ряду коррелограмм повинна досить швидко спадати в міру збільшення лагов. Якщо ж вона убиває досить повільно, є підстави вважати, що ряд нестационарен. Ця ж логіка застосовна і для приватної автокорреляційної функції.

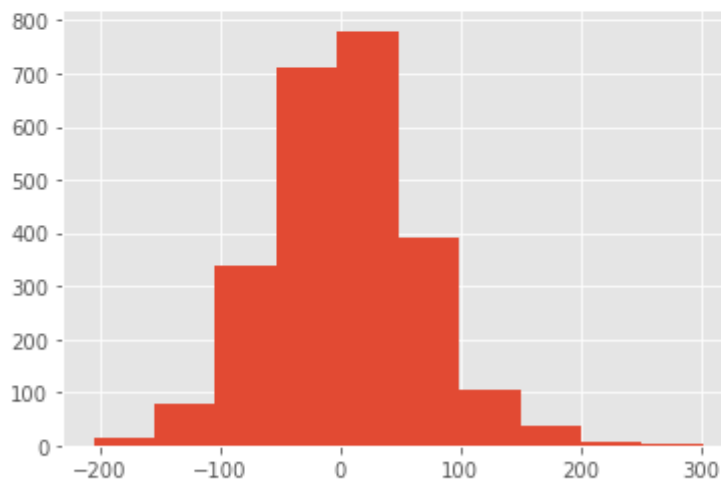
Як очевидно з коррелограмми, значення вибіркової автокорреляційної функції практично не зменшується в міру зростання лагов, що дає ще більші підстави припустити, що ряд нестационарен (рис. 2.10). Більш того, коррелограмм ряду схожа на коррелограмм моделі випадкових блукань.

Для того щоб переконатися в нестационарності ряду, проведемо розширений тест Дікі - Фуллера (ADF).

Виходячи зі специфіки роботи біржі (п'ятиденний робочий тиждень), в модель включається п'ять лагов.

```
itog = data['detrend_sm'].describe()|
data['detrend_sm'].hist()
itog
```

```
count    2466.000000
mean      3.439784
std       63.481719
min      -205.380000
25%      -37.844643
50%       3.762857
75%      41.405000
max       301.814286
Name: detrend_sm, dtype: float64
```



```
sm.tsa.stattools.adfuller(data['detrend_sm'].values)[1]
```

```
3.827635473278758e-22
```

Рисунок 2.11 – Гістограма залишків

Як можна побачити з статистики Дарбіна - Уотсона, проблеми з автокореляцією немає. Частина коефіцієнтів при лагах виявилися незначними. Проте, є підстави вважати, що одиничний корінь є.

Як очевидно з коррелограмми, не спостерігається статистично значущою кореляції ні з одним з лагов. Більш того, діаграма автокореляційної функції дуже схожа на модельний приклад коррелограмми білого шуму.

Мабуть, найбільш адекватною моделлю значень ряду є ARIMA (0, 1, 0).

В цьому випадку не має сенсу користуватися інформаційними критеріями, оскільки додавання до процесу навіть одного параметра якісним чином змінює суть моделі.

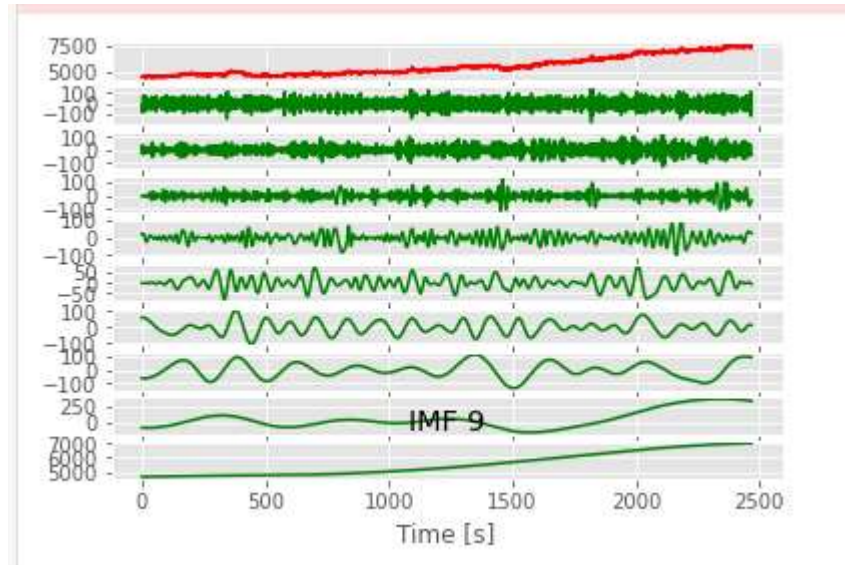


Рисунок 2.12 – Графік одноденних збільшень

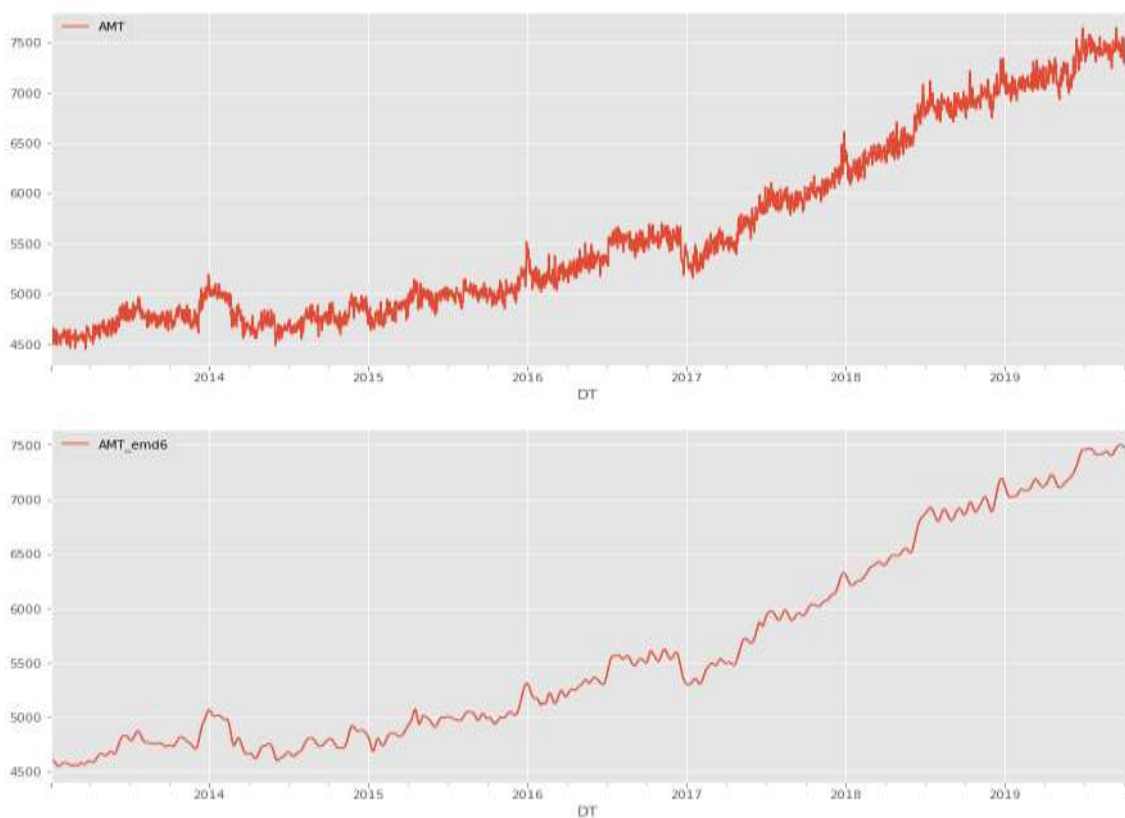
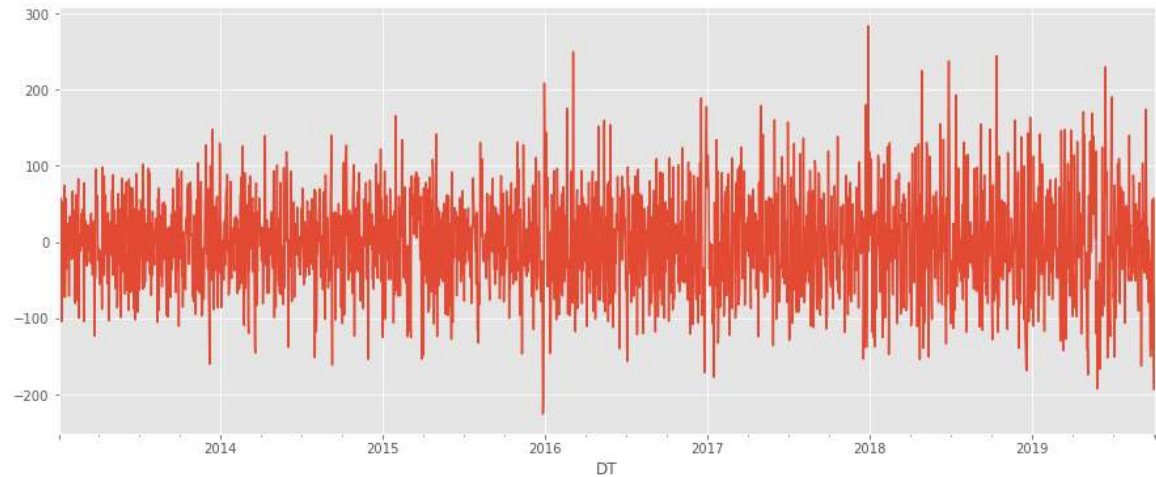


Рисунок 2.13 – Графіки часового ряду, його оцінок та залишків

```
data['res_emd6'].describe()
```

```
count    2466.000000
mean     -1.032439
std       63.556610
min      -225.608630
25%      -42.983203
50%      -1.456998
75%       39.680602
max       283.935954
Name: res_emd6, dtype: float64
```



```
sm.tsa.stattools.adfuller(data['res_emd6'].values)[1]
```

```
3.0882808076600476e-24
```

Рисунок 2.14 – Значення прогнозу після третьої інтерпретації

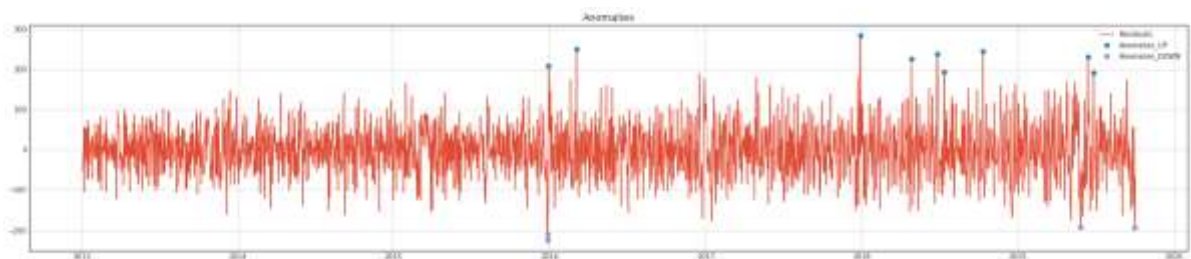


Рисунок 2.15 – Значення прогнозу

```
Fig. 1. acf_ensemble_00a_g1d_wf1kxk211n1b0n_2_00000117y2_resData.resData.acf_ensemble_00a_kxk11
```

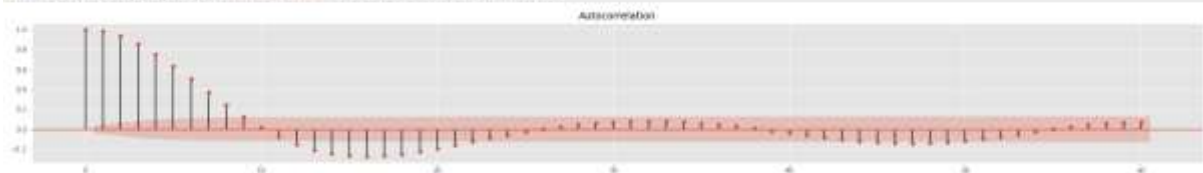


Рисунок 2.16 – Автокореляційна функція



Рисунок 2.17 – Корелограма першого порядку тестування ADF - тесту при $n = 1$, $I = 0$

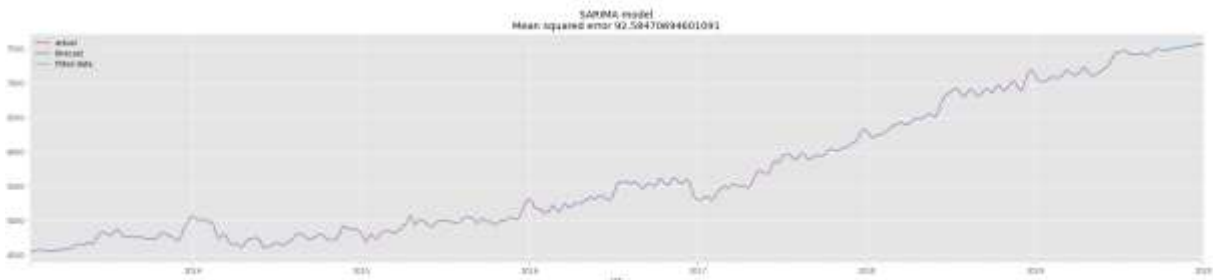


Рисунок 2.18 – Графік отриманого прогнозу

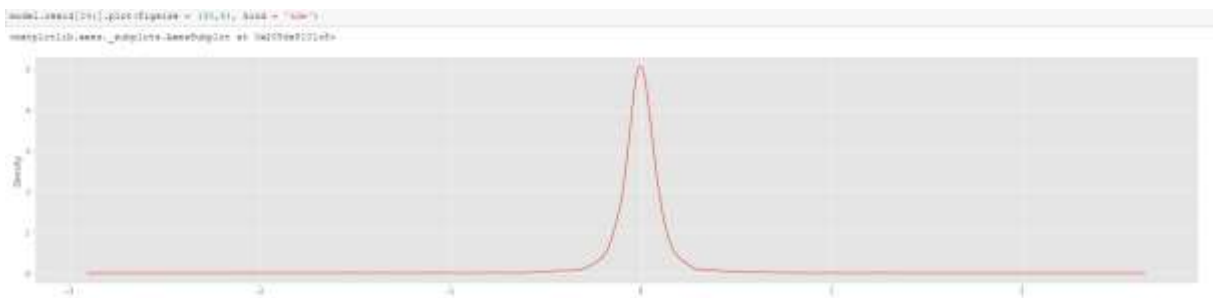


Рисунок 2.19 – Заключна корелограма першого порядку тестування ADF - тесту при $n = 1$, $I = 0$

На 2-му етапі, виходячи з розбору автокореляційних параметрів трансформованого ряду, потрібно обрати кілька ARIMA-специфікацій з метою визначення кращого.

Не існує правила для знаходження ідеального порядку (p) авторегресійного процесу. Та навіть за відсутністю теоретично обґрунтованого універсального правила для знаходження ідеальної кількості лагів у моделі застосовуються певні процедури, які з достатньою точністю дозволяють знаходити порядок авторегресійного процесу,

наприклад, процедура Хеннона та Ріссанена для визначення порядку p та q ARIMA (p, q - процесу).

Беручи до уваги усі факти, можна зауважити, що оптимальний порядок AR-складової дорівнює трьом.

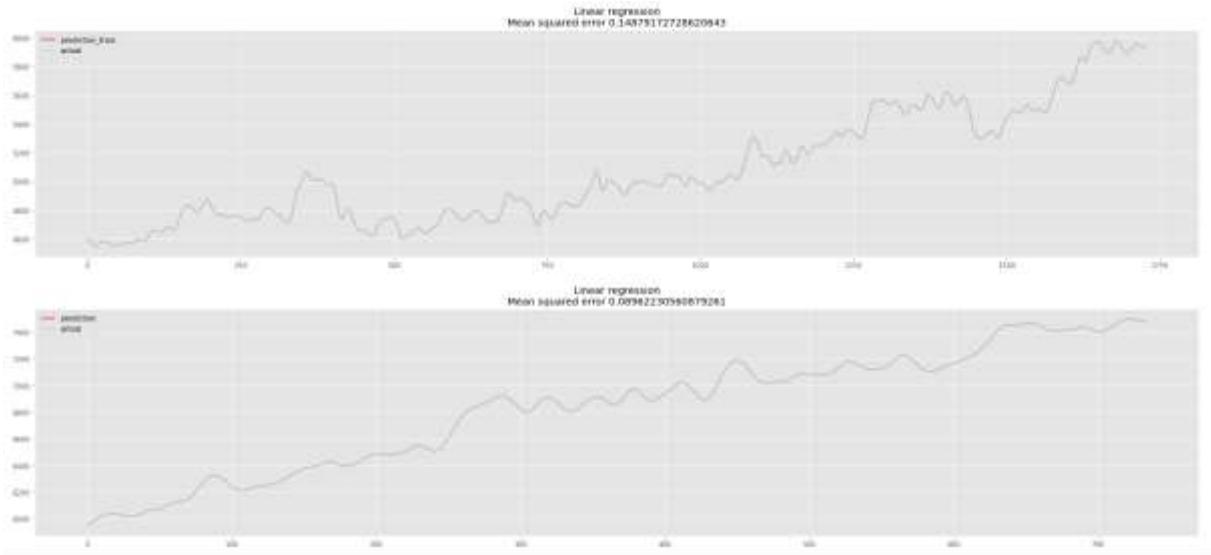


Рисунок 2.20 – Графік отриманого прогнозу



Рисунок 2.21 – заключний графік отриманого прогнозу

Адекватність отриманої моделі можна перевірити по залишкам. Адже, як ми вже говорили раніше, залишки моделі є білим шумом. Отже, залишки регресії теж повинні бути білим шумом. Тобто залишки повинні мати нульову автокореляції.

Побудовані в даній роботі ARIMA-моделі для прогнозування обсягів надання послуг є адекватно ідентифікованими, отримані прогнози –

надійними. Таким чином використання ARIMAмоделей дає змогу отримати оперативні короткострокові прогнози.

Тренд є довготривалою тенденцією зміни аналізованого часового ряду. Його нерідко називають тимчасовим трендом. Тренди можуть характеризуватися різноманітними рівняннями: лінійними, логарифмічними, статечними і іншими. Вид тимчасового тренда визначають залежно від функціональної моделі статистичними способами або згладжуванням початкового ряду.

Якщо говорити про тренд конкретно в аналізі показників компанії, то цей напрям переважного руху різних значень. Як правило, їх розглядають при технічному дослідженні, яке передбачає спрямування цін або індексів. Тренди бувають підвищувальний і знижувальними. Неважко здогадатися, що перший тип має на увазі зростання ринку, другий - падіння. Також виділяють флет, коли тенденції не спостерігається взагалі.

Методологія ARIMA відмінно справляється з виявленням трендів і розрахунку прогнозів на їх основі. Якщо амплітуда змін спостерігається незначні, через що методу Бокса-Дженкінса легко визначити тренд.

Сезонність має на увазі проміжки часу, у яких попит споживачів на певну продукцію підвищується або знижується. Наприклад, в один час року попит може бути 5%, в інше він зростає на 75%. Саме поняття характеризується по-різному. У виробництві сезонністю називають нерівномірність випуску товарів, пов'язаний з часом року, тобто сезоном. У маркетингу поняття визначається фактором, який впливає на збут, рекламу і діяльність компаній в залежності від сезону. Але все це відноситься до економіки, а значить, все визначення підходять.

Сезонні дані передбачають сувору структуру, повторювану щорічно. У місячній статистиці з річною сезонною структурою показники для однакових місяців в різні роки повинні бути взаємопов'язані між собою.

ВИСНОВКИ

У практичній діяльності застосовуються кілька методів аналізу потреб в ліквідних коштах:

- метод фондового пулу (аналіз надходжень і платежів);
- метод структурування фондів (поділу джерел фінансування);
- метод аналізу показників ліквідності.

Кожний з методів базується на певних припущеннях і дає лише наближену оцінку суми ліквідних коштів, необхідних банку в певний момент часу. Виконувати таку роботу можна лише за умови існування відповідного оперативно-інформаційного забезпечення, яке містить дані про наявні ліквідні кошти, очікувані надходження та майбутні платежі. Інформацію доцільно надавати у вигляді графіків вхідних та вихідних грошових потоків на відповідний період — декаду, місяць, квартал.

У процесі оцінювання потреби в ліквідних коштах слід брати до уваги не лише фактичні, а й очікувані грошові потоки. Маючи достовірний прогноз ліквідної позиції банку, менеджмент може оцінити свої можливості, залучити кошти за прийнятною ціною з доступних джерел та планувати діяльність.

Підготовка прогнозу зміни обсягів попиту та пропонування ліквідних коштів базується на вивченні їх динаміки, статистичних даних, досвіді та знаннях фахівців. Дієвість такого прийому особливо висока тоді, коли менеджмент банку має достатньо інформації та багато достовірних позицій, таких як договір про відкриття кредитної лінії, попереднє повідомлення клієнта про намір зняти кошти з рахунка, настання строків платежів до бюджету. Суттєвий вплив на ліквідну позицію банку справляють великі за обсягами угоди, які необхідно враховувати ще на етапі підготовки контракту. Інформація такого характеру дає змогу скласти реалістичний прогноз.

На зміни в обсягах, структурі та стабільності ресурсної бази банку впливає комплекс чинників загальноекономічного характеру, які необхідно враховувати у процесі прогнозування. Під впливом цих чинників формуються не лише ресурси, але й активи банку, зокрема попит на кредити.

Якщо розглянути політику підтримки стабільності курсу різноманітних країн світу, то на окремих стадіях цього розвитку відбувалися негативні прояви на макро- і мікрорівні, що стали причиною надлишкової ліквідності, а це, своєю чергою, призвело до накопичення валютних запасів. Так, наприклад, у Польщі, Хорватії чи Словаччині за окремі періоди дані надлишки становили майже 30% ВВП країни в цілому. Але поступово більшість країн створили більш гнучку систему курсоутворення, що відобразило зменшення надлишкової ліквідності.

Принциповим для управління ліквідністю є розмежування дослідження ліквідності, що відображається у вітчизняній та зарубіжній практиці.

ARIMA модель - одна з популярних екстраполяційних моделей. У назві моделі AR відповідає за авторегресійну складову, I - за інтегровану складову, MA - за ковзне середнє. Кожної складової моделі відповідає свій параметр: p , d , q . Дана модель застосовується для побудови прогнозів, якщо можна спиратися тільки на наявні фактичні дані.

Завдання з трьома змінними.

Для початку давайте розглянемо три складові моделі більш детально. Авторегресія - модель часових рядів, в якій значення часового ряду в даний момент часу може бути виражено у вигляді лінійної комбінації попередніх значень цього ж ряду і випадкової помилки, володіє властивістю «білого шуму».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т. А. Желдак, Т. В. Хом'як, А. В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 32 с. url: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/170863>
2. Азаренкова Г. М. Аналіз моделювання і управління ризиком (в схемах та прикладах) : навч. посіб. Львів: Новий світ-2000, 2011. 240 с.
2. Андрєєва Т. Є. Ризик у ринковій економіці : навч. посіб. Х. : Бурун Книга, 2005. 128 с.
3. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання : [навч. посіб.]. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 312 с.
8. Головач А.В., Єріна А.М., Козирєв О.В. Статистика: Підручник. К.: Вища школа, 2013. 623 с.
11. Красильников А.Е. Измерение рисков в крупных компаниях: методологические вопросы. *Проблемы теории и практики управления*. 2010. № 2. С. 6–44.
13. Кулинич О.І. Економічна статистика. Хмельницький: Поділля, 2003. 286 с.
14. Novytskyi I., & Shevchenko Y. (2024). Justification of the criterion for optimal control of the self-grinding process of ores in drum mills. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, № 4. P. 61-66. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-4/061>
14. Клименко С. М. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. метод. посіб. для сам. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2006. 188 с.

15. Кондрашихін А. Б. Теорія та практика підприємницького ризику (Авторизований доступ) : навч. пос. К. : ЦУЛ, 2009. 224 с.
16. Кузьмін О. Є. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків : навч. посіб. Львів: Нац. ун-т «Лівівська політехніка», 2008. 212 с.
18. Мороз О. Оптимальне управління економічними системами в умовах невизначеності та ризику: монографія. К.: Академвидав, 2007. 99 с.
19. Матвійчук, А. Мороз. –Вінниця : Універсум, 2003. 177 с.
20. Останкова Л. А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками: навч. посіб. К. : ЦУЛ, 2011. 256 с.
22. Струченкова Т.В. Использование методики VaR для оценки банковских рисков. *Банковское дело*. 2000. № 5. С. 2–7.
23. Султанова Л.В. Возможности использования алгоритма VaR в риск-менеджменте коммерческого банка. *Финансы Казахстана*. 2005. № 1. С. 30–33.
24. Уманець Т.В. Статистика. К.: Вікар, 2003. 623 с.
25. Ambartsumian, S., Shevchenko, Y. Time-series categorical data clustering. Інформаційні технології: теорія і практика: Тези VIII (II) Міжнародної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2-4 квітня 2025 р.), [Електронний ресурс] Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.107-110. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/172323>
27. Старостіна А. О. Ризик-менеджмент: теорія та практика: навч. посіб. К. : Політехніка, 2004. 200 с.
28. Коряшкіна, Л., Малієнко, А., Станіна, О., Шевченко, Ю., Кодола, Я. (2025). Системний аналіз та оптимальний вибір комплексу заходів для підвищення безпеки на підприємстві. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 72–80, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-2-7>

29. Управління підприємницьким ризиком. Тернопіль: Економічна думка, 2009. 224 с.

30. Чорноморченко Н. В. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків: навч.-метод. посібник для сам. вивчення дисц. Львів : Магнолія-2006, 2010. 260 с.

31. Шегда А. В. Ризики в підприємництві: оцінювання та управління : навч. Посіб. К.: Знання, 2008. 271 с.

33. Andersson F., Mausser H., Resen D., Uryasev S. Credit risk optimization with conditional Value-at-risk criterion. *Mathematical Programming. Ser. B.* 2001. № 89. P. 273–291.

34. Jabr R.A. Robust self-scheduling under price uncertainty using conditional value-at-risk. *IEEE Transactions on Power Systems.* 2005. № 20. P. 1852–1858.

35. Krokmal P., Palmquist J., Uryasev S. Portfolio optimization with conditional Value-at-risk objective and constraints. *The Journal of Risk.* 2002. Vol. 4. № 2. P. 11–27.

36. Rockafellar, Uryasev S. Optimization of conditional Value-at-Risk. *The Journal of Risk.* 2000. Vol. 2. № 3. P. 21–41.

37. Системи та методи прогнозування [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.В. Хом'як, О.Б. Владико, К.С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 56 с.
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/172379>

Молоканова, В. М., & Шевченко, Ю. О. (2024). Управління проектною командою. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167646>