

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
Комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Аналітична система підтримки прийняття рішень для
обґрунтування операцій на фондовій біржі**

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи САМ-61
спеціальності _____

124 «Системний аналіз»

(шифр і назва спеціальності)

	_____	<u>Яремчук О. І.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Марценко С.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Мацюк О. В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	<u>Боднарчук І. О.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	<u>Коноваленко І.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

АНОТАЦІЯ

Аналітична система підтримки прийняття рішень для обґрунтування операцій на фондовій біржі // Кваліфікаційна робота «Магістр» // Яремчук Олег Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група САМ-61 // Тернопіль, 2020 // 92с., рис. – 21, табл. – 3, бібліогр. – 56, додат. –4.

Ключові слова: ФОНДОВА БІРЖА, ТРЕЙДЕРИ, МОДЕЛІ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ, ТОРГОВІ ІНДИКАТОРИ.

У першого розділу розглянуті торгові індикатори, які використовуються трейдерами, брокерами та дилерами у своїй діяльності. Велика частина з них має ряд недоліків - використовуючи в своїй основі згладжування, генерують сигнали на купівлю/продаж із запізненням.

В другому розділі представлені моделі цифрових фільтрів, що дозволяють виділяти коливання великої тривалості і пригнічувати високочастотні випадкові коливання. В результаті аналізу стандартних індикаторів технічного аналізу виявлено, що вони представляються собою найпростіші цифрові фільтри.

В третьому розділі роботи наведено опис розробленого програмного забезпечення, що дозволяє проводити технічний аналіз за допомогою стандартних торгових індикаторів, а також ряд додаткових операцій, які не реалізуються найбільш поширеними системами «MetaStock», «Omega».

А саме: оптимізувати параметри їх налаштування, визначати сигнали на купівлю-продаж цінних паперів, розраховувати прибутковість від використання того чи іншого торгового індикатора, проводити асинхронний гармонійний аналіз котирувань цінних паперів з виявленням гармонійних складових і спектральний аналіз з побудовою спектральної щільності потужності, виявляти довгі і середні коливання котирувань на основі цифрової фільтрації.

ANNOTATION

Analytical decision support system for substantiation of operations on the stock exchange // Qualification work "Master" // Yaremchuk Oleg Ivanovich // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, group SAM-61 // Ternopil, 2020 // 92 p., fig. - 21, table. - 3, bibliogr. - 56, appendix. -4.

Key words: STOCK EXCHANGE, TRADERS, DIGITAL FILTER MODELS, TRADING INDICATORS.

The first section discusses the trading indicators used by traders, brokers and dealers in their activities. Most of them have a number of disadvantages - using at their core smoothing, generate signals to buy / sell with a delay.

The second section presents models of digital filters that allow to select oscillations of long duration and to suppress high-frequency random oscillations. The analysis of standard indicators of technical analysis revealed that they are the simplest digital filters.

The third section describes the developed software that allows technical analysis using standard trading indicators, as well as a number of additional operations that are not implemented by the most common systems "MetaStock", "Omega".

Namely: to optimize the parameters of their settings, to determine signals for the purchase and sale of securities, to calculate the profitability from the use of a trading indicator, to conduct asynchronous harmonic analysis of securities quotes with harmonic components and spectral analysis to construct spectral density and power density average fluctuations of quotations on the basis of digital filtering.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Дослідження та аналіз українського фондового ринку.....	8
1.1. Особливості функціонування українського фондового ринку.....	8
1.2. Аналіз функціонування учасників фондового ринку.....	10
1.3. Аналіз методів та моделей торгівельних індикаторів та моделей портфелів цінних паперів.....	14
Висновки до розділу 1.....	20
2 Економіко-математичне забезпечення системи підтримки прийняття рішень при виконанні торгівельних операцій на фондовій біржі.....	21
2.1. Алгоритм асинхронного аналізу циклічних коливань котирувань цінних паперів.....	21
2.2. Алгоритм спектрального аналізу та модель цифрової фільтрації виявлення довгих та середніх циклічних коливань котирувань цінних паперів.....	30
2.3. Оптимізаційна модель прийняття управлінських рішень при виконанні торгівельних операцій на фондовій біржі.....	42
Висновки до розділу 2.....	48
3 Система підтримки прийняття рішень при виконанні торгівельних операцій на фондовій біржі.....	50
3.1. Реалізація моделей та алгоритмів у виді програмних засобів підтримки прийняття рішень.....	50
3.2. Реалізація моделей торгівельних індикаторів на базі спектрального аналізу, асинхронного гармонічного аналізу та цифрової фільтрації.....	58
3.3. Обґрунтування економічної ефективності розробленої системи.....	62
Висновки до розділу 3.....	66
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	67
4.1. Режим роботи що забезпечують високу працездатність в галузі інформаційних технологій.....	67
4.2. Інженерний захист персоналу об'єкту та населення. Правила застосування	69
Висновки.....	71

Список використаних джерел.....	73
Додатки.....	79

ВСТУП

В останні десятиліття завдяки глибоким інституціональним реформам економіки України, відбулися значні зміни в багатьох сферах і галузях. Одним з таких змін є формування і динамічний розвиток українського фінансового ринку і його складової - фондового ринку, який надає додаткові або альтернативні джерела фінансування економіки на мікро- і макрорівні. Особливості формування, трансформування та розвитку фондового ринку не дозволяють повністю копіювати методи і моделі, що склалися за кордоном.

Теоретичною основою, що забезпечує ефективність управління портфелем цінних паперів і своєчасність укладення торгових угод, є портфельний, технічний і фундаментальний аналіз.

Розробкою і вдосконаленням методів та інструментів технічного аналізу займалися Ч. Доу, Р. Шабакер, Р. Рей, Р. Елліотт, Р.Д. Вайкоффа, У. Ганн, Р.Д. Едвардс, Дж. Маги, Р. Дончіана, Дж. М. Херст, Т. Демарк та ін. Більшість технічних індикаторів, популярних на сьогоднішній день, є незначними модифікаціями ковзаючих середніх - вони використовують згладжування за допомогою усереднення з метою виділення основної тенденції. Унаслідок усереднення ці індикатори мають загальний недолік - подають сигнали про здійснення торгівельної операції із запізненням. У зв'язку з цим широке поширення набула ідея про прогнозування цінових тенденцій на основі циклічних коливань.

Теоретичною основою ефективного управління набором цінних паперів стали економіко-математичні моделі портфелів. Вчені У. Шарп, Г. Марковіц, М. Міллер, Н. Блек, М. Шоуз займалися розробкою моделей управління інвестиційними портфелями. Однак моделі зазначених авторів неефективні при нестабільному стані українського фондового ринку і не адаптовані під специфіку різних фінансових установ.

Крім того, основними учасниками фінансового ринку є брокерські і дилерські компанії. Брокерська компанія здійснює біржові угоди від імені і за

рахунок своїх клієнтів, в той час як дилерська компанія також здійснює операції і від власного імені з метою максимізації прибутку від управління інвестиційним портфелем цінних паперів. Отже, важливим і актуальним завданням є розробка економіко-математичних моделей управління процесом виконання торгівельних операцій на фондовій біржі та реалізація відповідної системи підтримки прийняття рішень.

Об'єкт дослідження. Компанії, які здійснюють діяльність на фондовій біржі.

Предмет дослідження. Економіко-математичні інструменти та моделі управління інвестиційним портфелем брокерської компанії.

Область дослідження. Розробка і дослідження моделей і математичних методів аналізу мікроекономічних процесів і систем: галузей народного господарства, фірм і підприємств, домашніх господарств, ринків, механізмів формування попиту і споживання, способів кількісної оцінки підприємницьких ризиків і обґрунтування інвестиційних рішень.

Мета роботи. Підвищення ефективності функціонування брокерських компаній, що працюють в умовах українського ринку цінних паперів за рахунок розробки та впровадження оптимізаційної моделі, алгоритмів та системи підтримки прийняття рішень.

При вирішенні поставлених завдань в роботі були використані методи спектрального аналізу, цифрової обробки сигналів, асинхронного гармонійного аналізу, екстраполяції, оптимізації, технічного аналізу та портфельного моделювання.

Наукова новизна. Запропоновано алгоритм спектрального аналізу і цифрової фільтрації, який дозволяє оцінити спектральний склад коливань котирувань цінних паперів, виявити серед них найбільш значущі гармоніки, спроектувати цифровий фільтр, який пропускає тільки значущі циклічні складові, а інші не розглядає.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ УКРАЇНСЬКОГО ФОНДОВОГО РИНКУ

1.1. Особливості функціонування українського фондового ринку

Як відомо, ринок цінних паперів - це дзеркальне відображення тих процесів, які відбуваються в політичному та економічному житті країни. Саме тому необхідно докласти зусилля і створити всі необхідні умови для нормального функціонування фондового ринку України. Різні етапи перехідного процесу вимагають рішень певних завдань, характерних для даного етапу. Головна складність полягає в тому, що сам фондовий ринок знаходиться на етапі розвитку і становлення. Після проголошення незалежності в Україні почався процес приватизації, який повинен був привести до організованої торгівлі цінними паперами за рахунок передачі населенню акцій колишніх держпідприємств.

На сьогоднішній день фондовий ринок України перебуває на етапі розвитку. З 2005 по 2007 рр. - український фондовий ринок демонстрував стабільність, далі період падіння у час світової фінансової кризи в 2008 р. У 2010 р. фондовий ринок України відновився, але після 2011 р. спостерігається нове падіння. Сьогодні всім українським біржам далеко до бірж в розвинених країнах: річні обсяги торгів на біржі ПФТС досягаються на Лондонській біржі за 2 години. Наприклад, річний обсяг торгів на біржі ПФТС за 2019 р - 89,5 млрд. грн., а на Лондонській біржі за 24 травня 2019 було укладено угод на суму 48,6 млрд. грн. На даний момент основні учасники ринку пройшли стадію формування і досить успішно працюють. Динаміка професійних учасників ринку цінних паперів вказана в таблиці 1.1.

На сучасному етапі розвитку біржової торгівлі в Україні існує ще багато невирішених проблемних питань, в тому числі:

- недостатня пропозиція інструментів фондового ринку з прийнятними для інвесторів характеристиками щодо дохідності, ризикованості, ліквідності і захищеності, а також відносно незначним обсягом інвестиційного капіталу;

Таблиця 1.1-Динаміка професійних учасників ринку цінних паперів в Україні

Професійні учасники	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Продавці цінних паперів	795	805	779	815	737	673	737	709	650
Хранителі	161	180	214	256	297	372	381	393	360
Регістратори	361	354	372	380	367	297	224	256	230
Компанії по управління активами	159	224	326	411	389	361	355	350	362
Депозитарії	1	2	2	2	3	2	2	2	2
Фондові біржі	10	10	9	11	10	10	10	10	10

- низький рівень капіталізації фондового ринку;
- відсутність ефективного механізму захисту прав інвесторів, складність процедур реструктуризації і, як наслідок, обмеженість вторинного ринку;
- вельми низький рівень прозорості фондового ринку: інформація про діяльність, яка доступна учасникам ринку, не завжди достатня, актуальна і об'єктивна;
- недостатня розвиненість ринків базових інструментів і недосконале законодавче регулювання в цій сфері, які зумовили фактичну відсутність повноцінного ринку;
- складність організації і проведення первинних публічних розміщень фінансових інструментів на українському фондовому ринку;
- відсутність охоплення сегментом ринку похідних фінансових інструментів валютного та товарного ринків, при тому, що формування справедливих цін на важливі для економіки країни товари, такі, як енергоносії, зерно, метали, продукція хімічної промисловості, дерево і т. д., неможливо без використання термінових інструментів.

Подальший розвиток фондового ринку залежить від конкретних заходів держави в сфері розвитку фінансової системи. Таким чином, розвиток фондового ринку неможливий без реформування багатьох складових ринку і усунення перешкод, які заважають цьому розвитку. Держава повинна вжити таких заходів щодо:

1) збільшення капіталізації, ліквідності та прозорості фондового ринку шляхом:

- розширення пропозиції цінних паперів з високими інвестиційними характеристиками;
- поліпшення інформаційної прозорості фондового ринку України;
- удосконалення принципів функціонування фондового ринку та впровадження нових видів інструментів;
- сприяння розвитку і становленню потужних інвесторів;

2) удосконалення ринкової інфраструктури та забезпечення її надійного функціонування шляхом:

- модернізації депозитарної системи;
- консолідації інформаційної та технологічної біржової системи фондового ринку;
- підвищення вимог до професійних учасників фондового ринку;

3) податкового та валютного стимулювання фондового ринку України шляхом:

- удосконалення та оптимізації режиму валютного регулювання операцій з цінними паперами в Україні;
- формування сприятливого податкового клімату для учасників ринку.

1.2. Аналіз функціонування учасників фондового ринку

У літературі під терміном «учасники фондового ринку» (суб'єкти ринку) розуміють фізичні та юридичні особи, які здійснюють купівлю-продаж цінних

паперів або обслуговування їх обороту і розрахунки за ними, вступаючи між собою в певні економічні відносини, пов'язані з обігом цінних паперів [6].

Основних учасників ринку цінних паперів за функціональним призначенням можна розділити на емітентів, інвесторів, фондових посередників, органи регулювання і організації, що обслуговують ринок (рисунок 1.1).

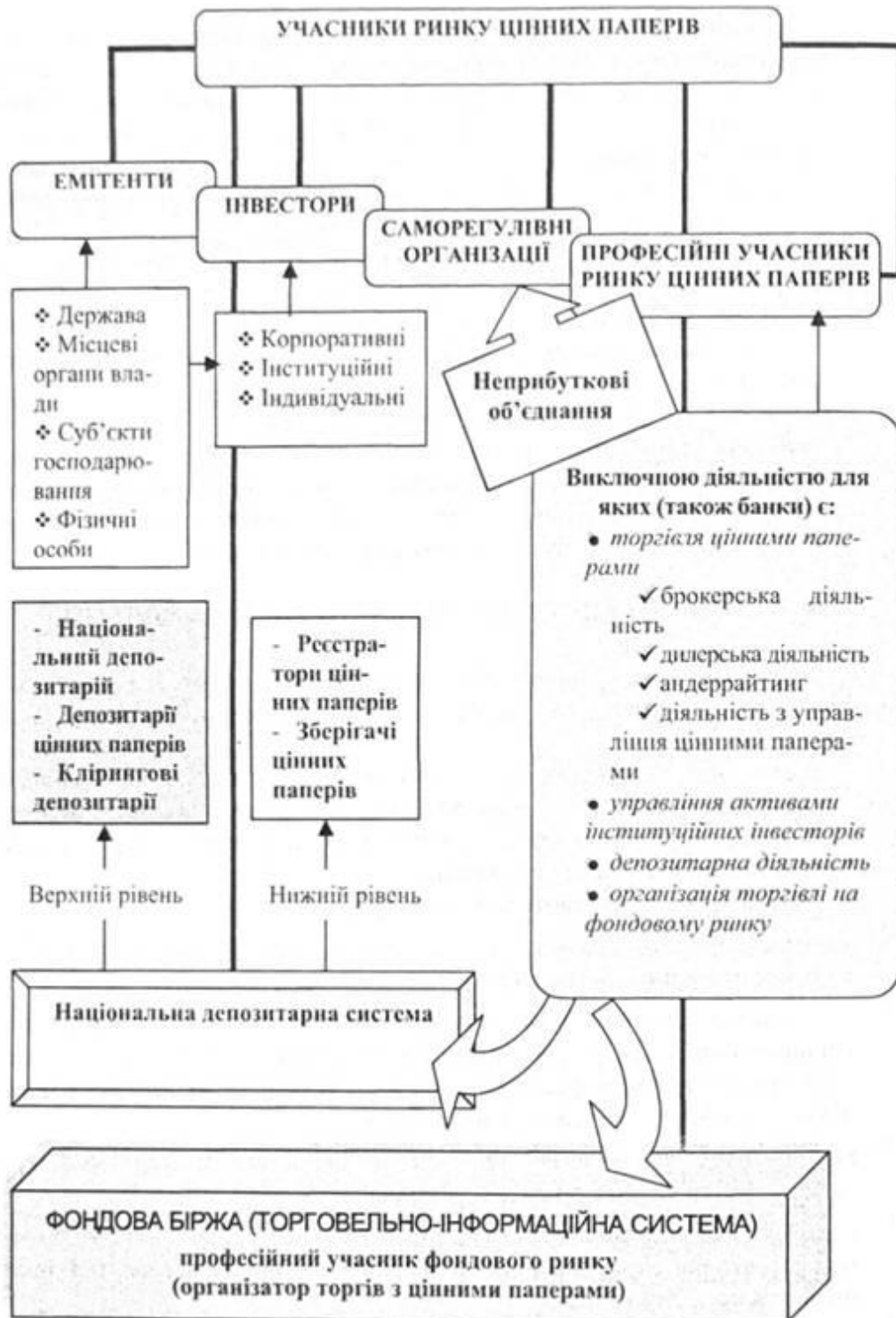


Рис.унок 1.1- Учасники ринку цінних паперів

Емітенти цінних паперів - господарюючі суб'єкти, які прагнуть отримати додаткові джерела фінансування, а також органи державної влади, що випускають позики для покриття частини державних витрат [7]. Емітент - завжди продавець, який поставляє на ринок цінний папір, якість якого визначається його статусом, господарсько-фінансовими результатами його діяльності. Емітентами можуть бути:

- держава (центральний уряд, регіональні органи влади);
- акціонерні товариства (корпорації виробничого сектора, кредитної сфери, біржі, фінансові структури і ін.), приватні підприємства.

Інвестори - фізичні та юридичні особи, які мають тимчасово вільні кошти і бажають вкласти їх для отримання додаткових доходів в довгостроковій перспективі (понад три місяці). Інвестори купують цінні папери від свого імені і за свій рахунок [10]. Існують наступні види інвесторів:

- інституційні (колективні) - держава, корпоративні інвестори (акціонерні товариства), спеціалізовані інститути (спеціалізовані фонди і компанії: банки, страхові компанії, пенсійні фонди, інвестиційні інститути: інвестиційні компанії, інвестиційні фонди);
- професіонали ринку - фондові посередники (брокери, дилери);
- індивідуальні інвестори - фізичні особи, які використовують свої заощадження для придбання цінних паперів;
- інші інвестори - організації.

Депозитарії - професійні учасники ринку цінних паперів, які здійснюють депозитарну діяльність, тобто діяльність, пов'язану з наданням послуг із зберігання цінних паперів, випущених у документарній і без документарній формах, і урахуванням переходу права на них. Депозитарієм може бути тільки господарюючий суб'єкт [5].

В даний час, коли переважна частина фондових бірж стали електронними, брокери і дилери пропонують своїм клієнтам використовувати системи інтернет-трейдингу, що дозволяють здійснювати покупку і продаж цінних паперів за

допомогою мережі Інтернет. Існує велика кількість систем інтернет-трейдингу: частина з них створені незалежними розробниками. Хоча всі системи інтернет-трейдингу виконують одні й ті ж завдання (виставлення заявок, передача торгових даних та ін.), все ж вони розрізняються по наявності додаткових функцій і налаштувань, швидкості виконання заявок, зручності інтерфейсу та інших параметрах. Загальна схема роботи системи інтернет-трейдингу представлена на рисунку 1.2.

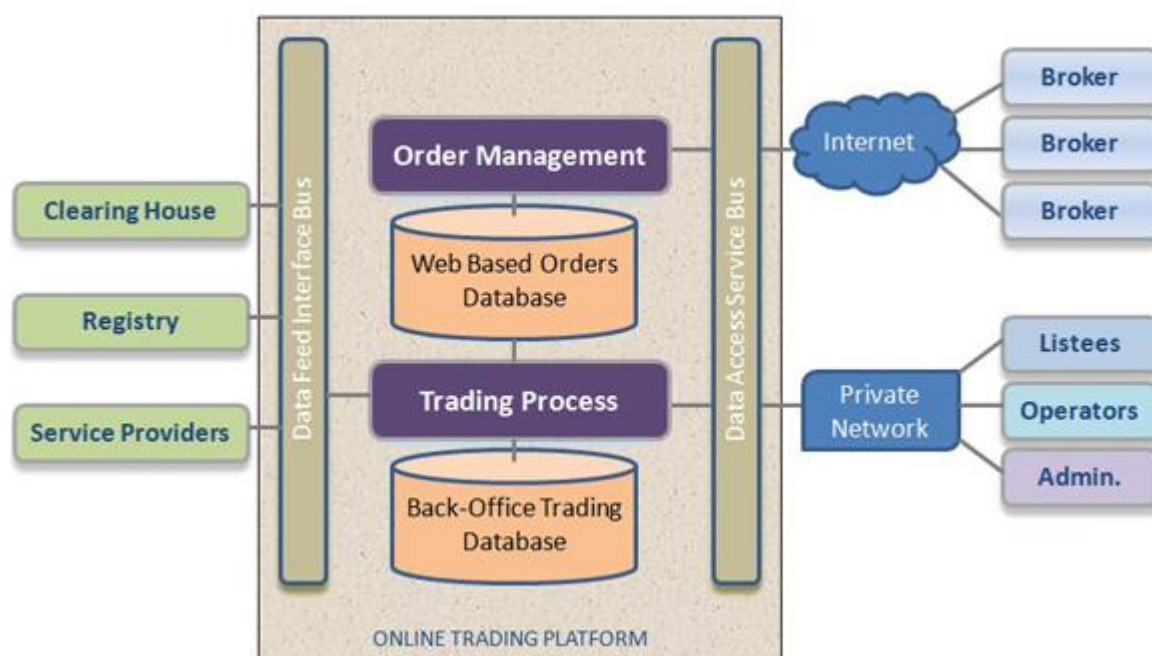


Рисунок 1.2- Архітектура системи Інтернет-трейдингу

На сьогодні брокери та дилери є незамінними учасниками ринку цінних паперів, виступаючи сполучною ланкою між фондовими біржами та інвесторами. Електронні біржі, яких в даний час переважна кількість, не здатні функціонувати без брокерів і дилерів, тому що пропускна здатність шлюзів зв'язку з біржами безмежна і її недостатньо для роботи з мільйонами трейдерів. Таким чином, від успішності функціонування брокерських і дилерських компаній залежить добробут, як самої компанії, так і її клієнтів, внаслідок чого, необхідно розробляти методи і моделі вдосконалення їх діяльності.

1.3. Аналіз методів та моделей торгівельних індикаторів та моделей портфелів цінних паперів

Аналіз інвестиційних якостей цінних паперів можна здійснювати з двох сторін: аналізуючи їх ринкову вартість і аналізуючи їх внутрішню вартість. У першому випадку досліджують ринкову кон'юнктуру цінних паперів, динаміку їх курсів. У другому випадку вивчається фінансово-економічний стан емітента, галузі, до якої належить цінний папір, а також суспільний настрій. Тому історично сформувалося два основних методологічних підходи аналізу ринку цінних паперів - технічний метод і фундаментальний метод [7].

У своїй діяльності брокери і дилери найчастіше використовують технічний аналіз. Оскільки брокери і дилери виступають в якості посередників, то технічний аналіз застосовується ними для вироблення рекомендацій своїм клієнтам, тобто при консультаційному обслуговуванні. Дилер, крім того, розміщує власні фінансові ресурси на ринку, тому технічний аналіз використовується ним також для ефективного управління портфелем власних коштів. Отже, недосконалість і недоліки технічних індикаторів можуть мати негативний вплив на результат діяльності брокерських і дилерських компаній.

Технічний аналіз - це дослідження динаміки ринку, найчастіше за допомогою графіків, з метою прогнозування майбутнього напрямку руху цін [14]. Якщо ціна акції в найближчому майбутньому зміниться, то цього передуватимуть характерні ознаки, виявити які можна за допомогою аналізу історії зміни цін. Технічний аналіз базується на наступних принципах:

1. Принцип відображення. Передбачається, що в біржових курсах вже відображені всі ті відомості, які лише згодом публікуються в звітах фірм. Ціна враховує все економічні, політичні, соціальні та інші фактори.

2. Принцип тренду. На ринку цінних паперів існують тренди, тобто стійкий рух цін в одному напрямку, які зберігаються незалежно від випадкових коливань, що виникають з тих чи інших особливих причин.

3. Принцип повторюваності. Події, які відбуваються на ринку цінних паперів, повторюються. Для формування вказівок на покупку / продаж цінних паперів використовуються так звані торгові індикатори, які є результатом математичних розрахунків на основі показників ціни і/або обсягу [2]. Існує безліч індикаторів в технічному аналізі, кожен з яких містить деяке число параметрів (довжина аналізованого історичного періоду, припустиме відхилення курсу від середньої тенденції, що свідчить про настання змін на ринку та ін.).

В якості основних індикаторів, часто використовуваних трейдерами і брокерами, можна розглянути наступні: експоненціальне ковзне середнє, сходження-розбіжність ковзних середніх, смуги Болінджера.

Експоненціальне ковзне середнє (Exponential Moving Average - EМА). Ковзне середнє - це середня ціна паперу за певний період, який вибирається на розсуд аналітика. Експоненціальне ковзне середнє (рисунок 1.3) виражає ту обставину, що більш давні значення спостережень роблять менший вплив на поточні і майбутні значення [12]. При експоненційному згладжуванні реалізується співвідношення:

$$EMA_i = EMA_{i-1} + \alpha(P_i - EMA_{i-1}). \quad (1.1)$$

де P_i - значення ціни в поточному періоді, EMA_i - значення EMA поточного періоду, EMA_{i-1} - значення EMA попереднього періоду, α - константа згладжування (деякий параметр, що змінюється від 0 до 1, який може

бути розрахований за формулою $\alpha = \frac{2}{l + 1}$.

Чим більше порядок EMA обраний для побудови, тим сильніше вигинається крива, і тим вона сильніше згладжена і віддалена від графіка котирувань. Отже, вибір параметра згладжування змінного середнього залежить від горизонту прогнозування, що обирається трейдером: чим більше горизонт, тим більше порядок ковзного, і навпаки. Але EMA маленького порядку дає багато хибних сигналів, а великого порядку має слабку чутливість, тобто дає

занадто мало сигналів. Для боротьби з цим можна в кожному конкретному випадку підбирати потрібний порядок згладженого середнього або використовувати одночасно кілька ковзних середніх.



Рисунок 1.3- Графік індикатора *ЕМА*

Існують списки рекомендованих параметрів змінних середніх і їх типів для використання на різних ринках. У загальному випадку застосовуються періоди, що характеризуються числами Фібоначчі або близькими до них значеннями - 5, 8, 14, 21 ...

Загальний принцип роботи даного індикатора формулюється так: якщо лінія *ЕМА* знаходиться нижче цінового графіка, то ціновий тренд є висхідним, і генерується сигнал до покупки, а якщо вище, то тренд падаючий, і генерується сигнал до продажу.

Перевага системи торгівлі за допомогою згладженого середнього полягає в тому, що воно дозволяє інвестувати в напрямку поточної тенденції. Недолік - в деякому запізнюванні сигналів.

Сходження-розбіжність ковзних середніх (Moving Average Convergence-Divergence - *MACD*). Для індикатора *MACD* розраховуються ковзаючі середні ціни паперу з двома різними періодами (як правило, 12 і 26 днів), для виявлення довгострокової і проміжної тенденції. З *ЕМА* з меншим періодом віднімається

EMA з великим періодом [5]. Графічна інтерпретація індикатора *MACD* показана на рисунку 1.4.

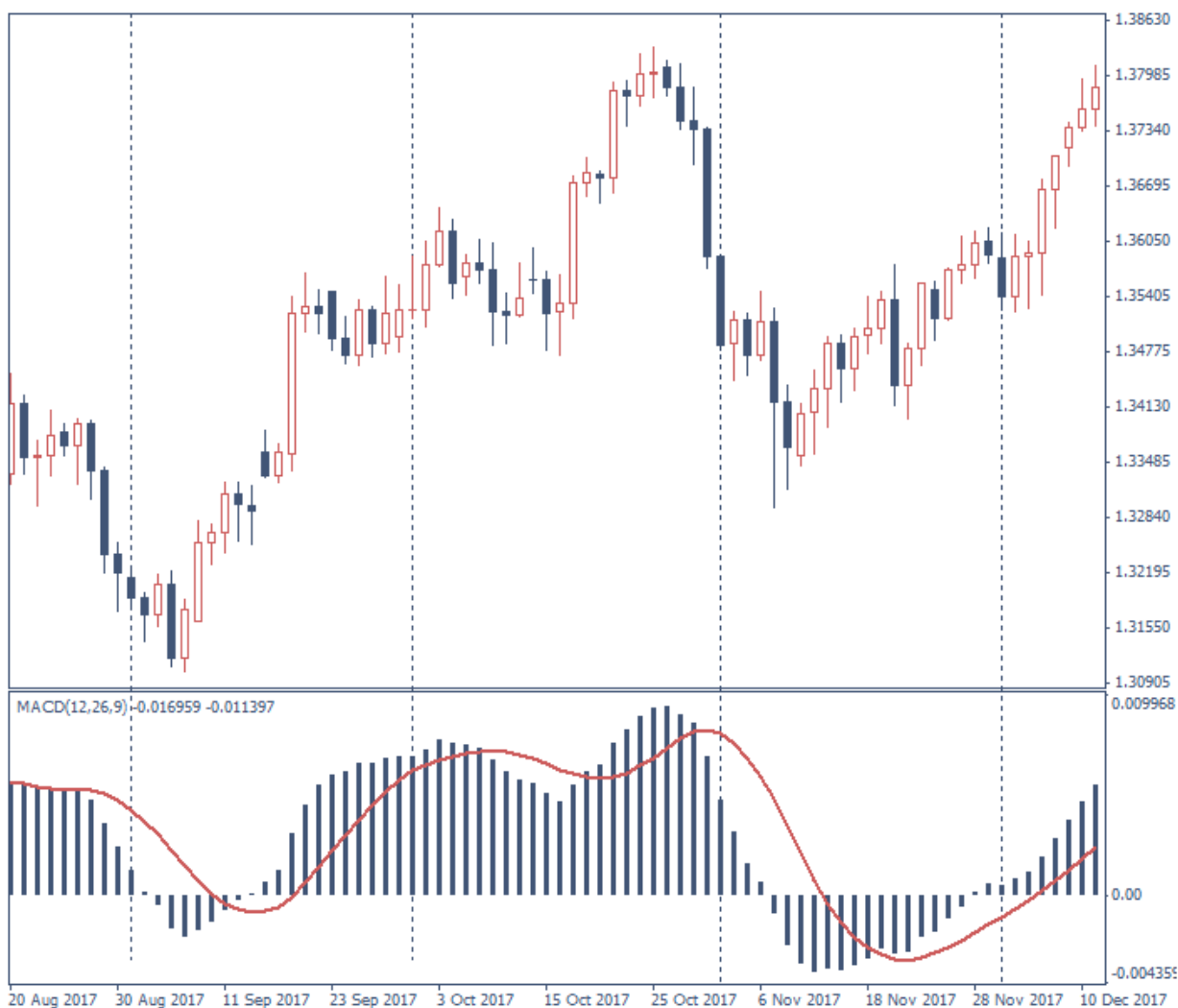


Рисунок 1.4- Графік індикатора *MACD*

Обчислення індикатора *MACD* проводиться таким чином:

$$MACD = MAC(P, S_2) - MAC(P, S_1), \quad (1.2)$$

де $MAC(P, S_1)$ - середнє ковзне ціни P за S_1 періодів (S_1 , звичайно дорівнює 26), $MAC(P, S_2)$ - середнє ковзне ціни P за S_2 періодів (S_2 зазвичай дорівнює 12), $MAC(MACD, N)$ - середнє ковзне від $MACD$ за N періодів (N зазвичай рівне 9).

Крива $MACD$ зазвичай згладжується за допомогою девятидневного змінного середнього, яке береться не від ціни, а від самого індикатора $MACD$. Згладжена лінія називається «сигнальною», і вона передбачає сходження двох ковзних середніх (тобто наближення $MACD$ до нульової лінії):

$$MACDSignal = MA(MACD, N_{\text{сглад}}). \quad (1.3)$$

Сигнали до купівлі та продажу генерується в разі, коли величина $MACD$ перевищує встановлену частку періодичного середнього S : сигнал до покупки, коли $MACDSignal > S * MA(P, S_1)$, сигнал до продажу, коли $MACDSignal < -S * MA(P, S_1)$.

Особливості індикатора $MACD$ полягають в наступному:

1. Якщо $MACD$ вище нуля, значить дванадцятиденне ковзне середнє більше двадцяти шестиденного. Це сигнал (тенденція зростання), який вказує на те, що поточні очікування мають більш яскраво виражений характер (підвищувальний характер) в порівнянні з попередніми очікуваннями. Це говорить про тенденцію підвищення ліній попиту / пропозиції.

2. Якщо $MACD$ падає нижче нуля - значить дванадцятиденне ковзне середнє поступається двадцяти шестиденному, і має місце тенденція падіння ліній попиту / пропозиції.

3. Коли ринкові тенденції поліпшуються, короткострокові середні будуть рости швидше довгострокових середніх. Графіки $MACD$ будуть підніматися вгору.

4. Якщо ринкові тренди втрачають свою силу, більш короткострокові середні демонструватимуть тенденцію до стабілізації, в кінцевому підсумку падаючи нижче більш довгострокових середніх в разі продовження спаду на ринку. Графіки $MACD$ впадуть нижче 0.

5. Спадаючі тренди відбиваються в змінах напрямку значень *MACD* , але ясні повороти трендів зазвичай не вважаються підтвердженими, поки не з'являться інші ознаки.

6. У процесі зміни цін короткострокові ковзні середні будуть рухатися окремо (розходитися) або разом з довгостроковими легкими середніми (сходитися) - тому даний індикатор і називається сходженням-розбіжністю (конвергенцією-дивергенцією) ковзних середніх [3].

Модель портфеля Марковіца заснована на тому, що показники прибутковості різних цінних паперів взаємопов'язані: із зростанням прибутковості одних паперів спостерігається одночасне зростання по іншим паперам, треті залишаються без зміни, а по четвертих прибутковість, навпаки, знижується. Така залежність не є детермінованою, тобто однозначно визначеною, а є стохастичною і називається кореляцією.

Модель Марковіца має наступні основні припущення:

1) в якості прибутковості цінного паперу приймається математичне сподівання доходності;

2) в якості ризику цінного папера приймається середньоквадратичне відхилення прибутковості;

3) приймається, що дані минулих періодів, які беруться при розрахунку доходності та ризику, в повній мірі відображають майбутні значення доходності;

4) ступінь і характер взаємозв'язку між цінними паперами виражається коефіцієнтом лінійної кореляції.

Основний недолік моделі Марковіца полягає в тому, що очікувана прибутковість цінних паперів приймається рівною середній прибутковості за даними минулих періодів. Тому модель Марковіца раціонально використовувати при стабільному стані фондового ринку, коли бажано сформувати портфель з цінних паперів різного характеру, що мають тривалий термін життя на фондовому ринку.

Висновки до розділу 1

У даному розділі розглянуті учасники фондового ринку. Особливу увагу приділено діяльності брокерів і дилерів, які в своїй роботі використовують технічний аналіз для консультування клієнтів. Крім того, дилер використовує технічний аналіз для ефективного управління портфелем власних фінансових ресурсів. Отже, недосконалість і недоліки технічних індикаторів можуть мати негативний вплив на результати діяльності брокерських і дилерських компаній.

У першого розділу розглянуті торгові індикатори, які використовуються трейдерами, брокерами та дилерами у своїй діяльності. Велика частина з них має ряд недоліків - використовуючи в своїй основі згладжування, генерують сигнали на покупку/продаж із запізненням. Причому, чим параметр згладжування більше, тим більше запізнювання, і, навпаки, при зменшенні періоду згладжування підвищується ймовірність появи хибних сигналів на покупку / продаж. Також розглянуті широко відомі моделі оптимізації портфеля цінних паперів - Шарпа, Марковіца, які неефективні при нестабільному стані українського фондового ринку і не адаптовані під специфіку різних фінансових установ.

Можна зробити висновок про те, що економіко-математичне моделювання прогнозних значень котирувань українських цінних паперів, портфелів цінних паперів, торгових індикаторів необхідно здійснювати з урахуванням виявлених особливостей фондового ринку.

2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ТОРГІВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ФОНДОВІЙ БІРЖІ

2.1. Алгоритм асинхронного аналізу циклічних коливань котирувань цінних паперів

З плином часу в економічних системах змінюються як якісні характеристики, що відображають відносини між людьми в ході виробництва, розподілу і обміну благ, так і кількісні - обсяги виробництва і зайнятості, завантаження виробничих потужностей, рівень цін, прибуток, процентна ставка, грошова маса і швидкість обігу грошей. Причому в міру накопичення цих змін сили, що надавали їм імпульс розвитку, зменшуються, і економічна система починає рух в зворотному напрямку. Тому розвиток економічних процесів носить циклічний характер: зростання обов'язково супроводжується спадом, за яким слідує відновлення і нове зростання.

Причинами економічних циклів можуть служити не тільки внутрішні (оновлення основних виробничих фондів, коливання сукупних витрат, споживання та інвестиції, державна економічна політика), а й зовнішні чинники (війни, революції, великі відкриття і винаходи, демографічні процеси). Вплив цих факторів на економічну систему залежить від її внутрішньої структури, від здатності пристосовуватися до змін. Таким чином, економічний цикл - результат взаємодії внутрішніх процесів саморозвитку, властивих економічній системі, і зовнішніх імпульсів, що лежать за її межами [17].

Дане положення відноситься і до ринку цінних паперів, ціни на якому роблять коливання в залежності від відносної сили продавців і покупців цінних паперів, фази макроекономічного циклу та інших факторів. Проблема циклічності завжди привертала увагу вчених і досі є однією з найбільш суперечливих і маловивчених проблем.

Головними характеристиками циклу вважаються амплітуда, період і фаза (рисунок 2.1). У циклічному аналізі прийнято вимірювати довжину циклів між нижніми точками. Можна вимірювати відстань між вершинами, однак параметри, отримані таким способом, вважаються нестабільними і, відповідно, не такими надійними [14]. Амплітуда вимірює висоту хвилі і виражається в грошових одиницях або пунктах. Період хвилі вимірює час, що проходить між нижніми точками. Фазою прийнято називати тимчасове положення точки хвилі. Оскільки завжди в один і той же час розвиваються кілька циклів одночасно, фазовий аналіз дозволяє виявляти відносини між циклами різної протяжності, а також визначати час проходження циклу через нижню точку.

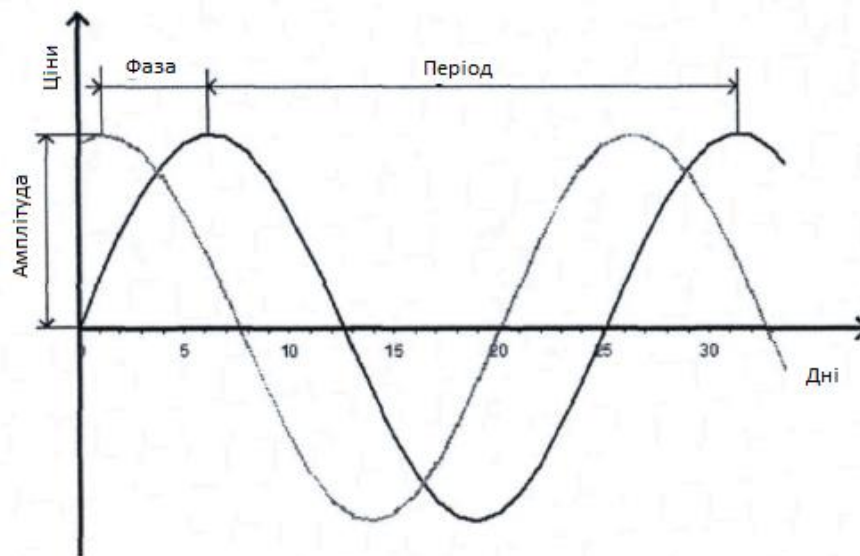


Рисунок 2.1- Основні характеристики циклу

Як тільки визначені амплітуда, період і фаза циклу, то теоретично можна екстраполювати цикл в майбутнє. Якщо можна допустити, що характеристики циклу залишаться більш-менш незмінними, то можна визначити майбутні нижні і верхні точки його розвитку.

Існують чотири принципи, які дозволяють розглядати модель ціноутворення як циклічну закономірність: принцип підсумовування, гармонійності, синхронності та пропорційності.

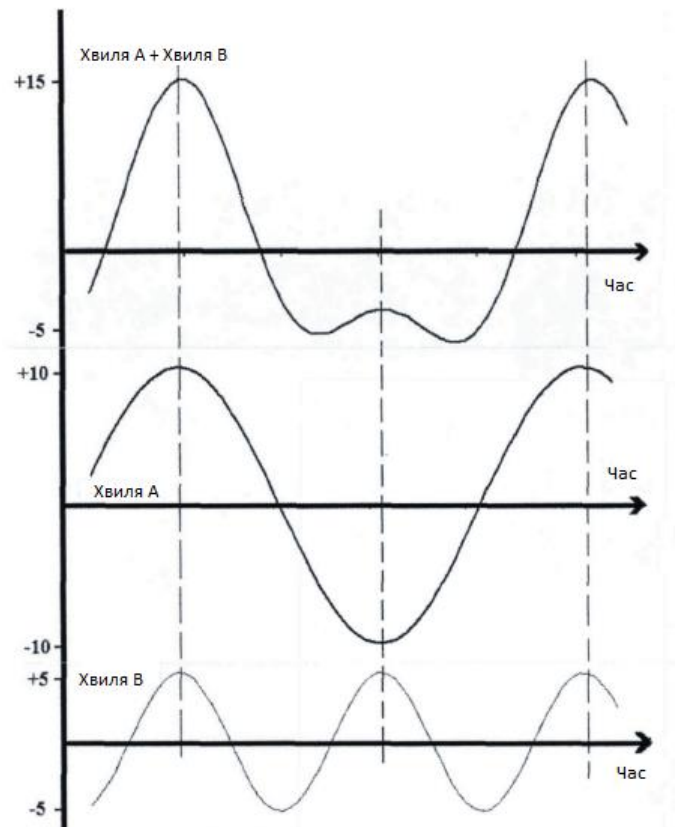


Рисунок 2.2- Принцип сумування хвиль

Згідно з принципом підсумовування (рисунок 2.2) будь-який ціновий рух можна представити у вигляді суми циклів різного періоду. Таким чином, якщо їх виділити із загальної динаміки цін, а потім знову скласти, можна визначити подальшу динаміку розвитку тренда, а також час виникнення подальшого цінового максимуму і мінімуму.

Принципи гармонійності і синхронності (рисунок 2.3) засновані на поєднанні двох циклів. Гармонійність полягає в пропорційності періодів, а синхронність - в відповідному виникненні максимумів і мінімумів різних гармонік. У циклічному аналізі надається перевага вимірюванню протяжності періодів між двома нижніми точками. Принцип пропорційності полягає в тому, що амплітуди коливань циклів прямо пропорційні їх періодам.

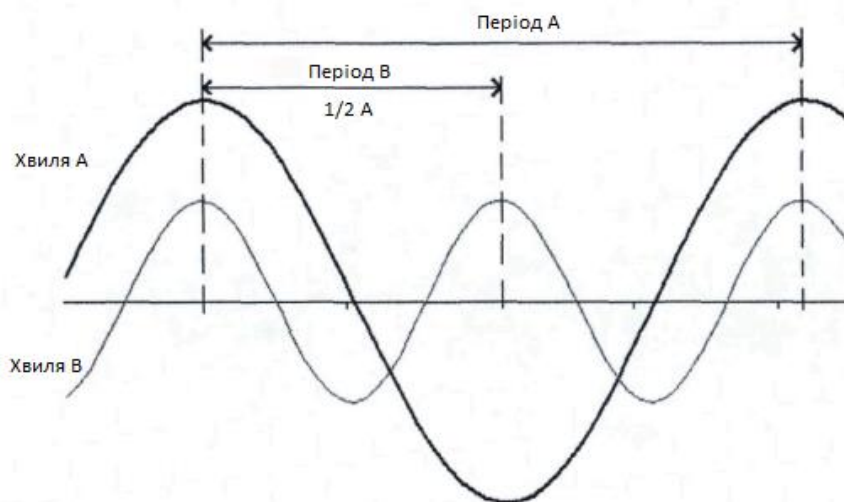


Рисунок 2.3- Гармонійні, синхронні та пропорційні хвилі

Таким чином, будь-яку динаміку цін можна представити у вигляді суми деяких пропорційних, гармонійних і синхронних гармонійних складових.

Таким чином, актуальною є проблема виділення циклів з урахуванням складної кон'юнктури фінансових ринків.

Пропонується алгоритм реалізації асинхронного гармонійного аналізу, що дозволяє виділяти циклічні коливання з використанням вищенаведеного підходу. Згідно з викладеними принципом будь-який часовий ряд динаміки (наприклад, зміна котирувань акцій) може бути представлений як сума довгострокового тренду, гармонік (рисунок 2.4) і випадкової компоненти:

$$\tilde{Y} = Y^{tr} + \sum_{k=1}^K Y_k^{garm} + \varepsilon, \quad (2.1)$$

де Y^{tr} - тренд або довгострокова компонента, що відображає основну тенденцію; Y_k^{garm} - гармоніка; ε - випадкова компонента.

При виявленні подібних циклів в часі ряду $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$, що складається з N спостережень, зроблених через рівні проміжки часу (годину, день, місяць, рік і т.д.) $t \in [0; N - 1]$, можна використовувати асинхронний

гармонійний аналіз, згідно з яким гармоніка ряду представляється в такий спосіб:

$$Y_k^{garm} = (Y_{k,0}^{garm}, \dots, Y_{k,t}^{garm}, \dots, Y_{k,N-1}^{garm}), \quad (2.2)$$

$$Y_{k,t}^{garm} = A_k \sin(\omega_k t + \phi_{0k}), \quad (2.3)$$

де A_k - амплітуда коливань, що визначається за формулою:

$$A_k = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} Y_t \sin(\omega_k t + \phi_{0k})}{\sum_{t=0}^{N-1} Y_t \sin^2(\omega_k t + \phi_{0k})}, \quad (2.4)$$

ω_k - частота коливань; $\omega_k = \frac{2\pi}{T_k}$ - період коливань гармоніки, тобто час, за який здійснюється один повний цикл коливань; ϕ_{0k} - початкова фаза коливань, фаза коливань в початковий момент часу $t = 0$, визначається за формулою $\phi_{0k} = \frac{(T_k - 2\tau_k)\pi}{T_k}$; виражається в умовних одиницях; τ_k - початкова фаза коливання, виміряна в одиницях часу; належить інтервалу $[0; T_k)$.

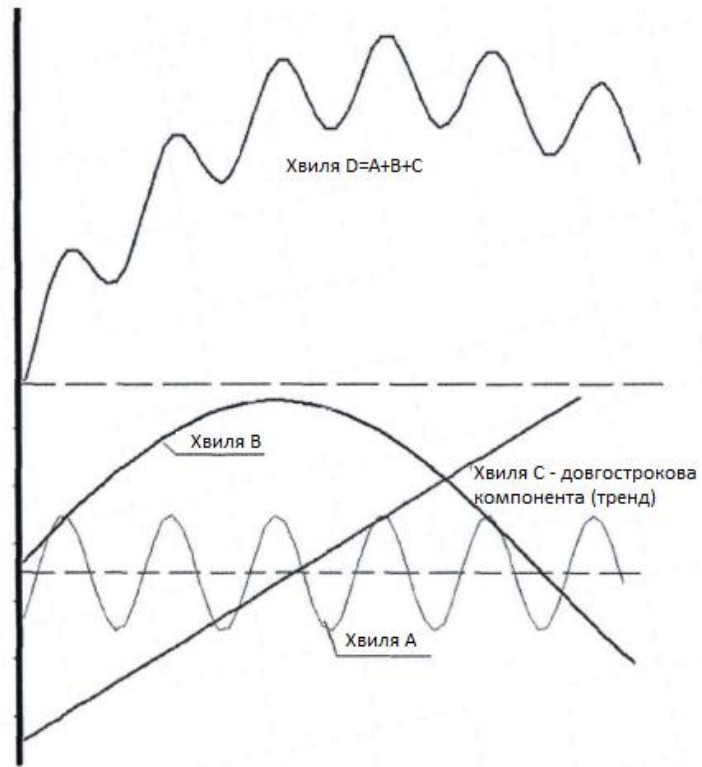


Рисунок 2.4- Ряд динаміки як сума основних хвиль різних періодів

Етапи алгоритму представлені на рисунку 2.5.

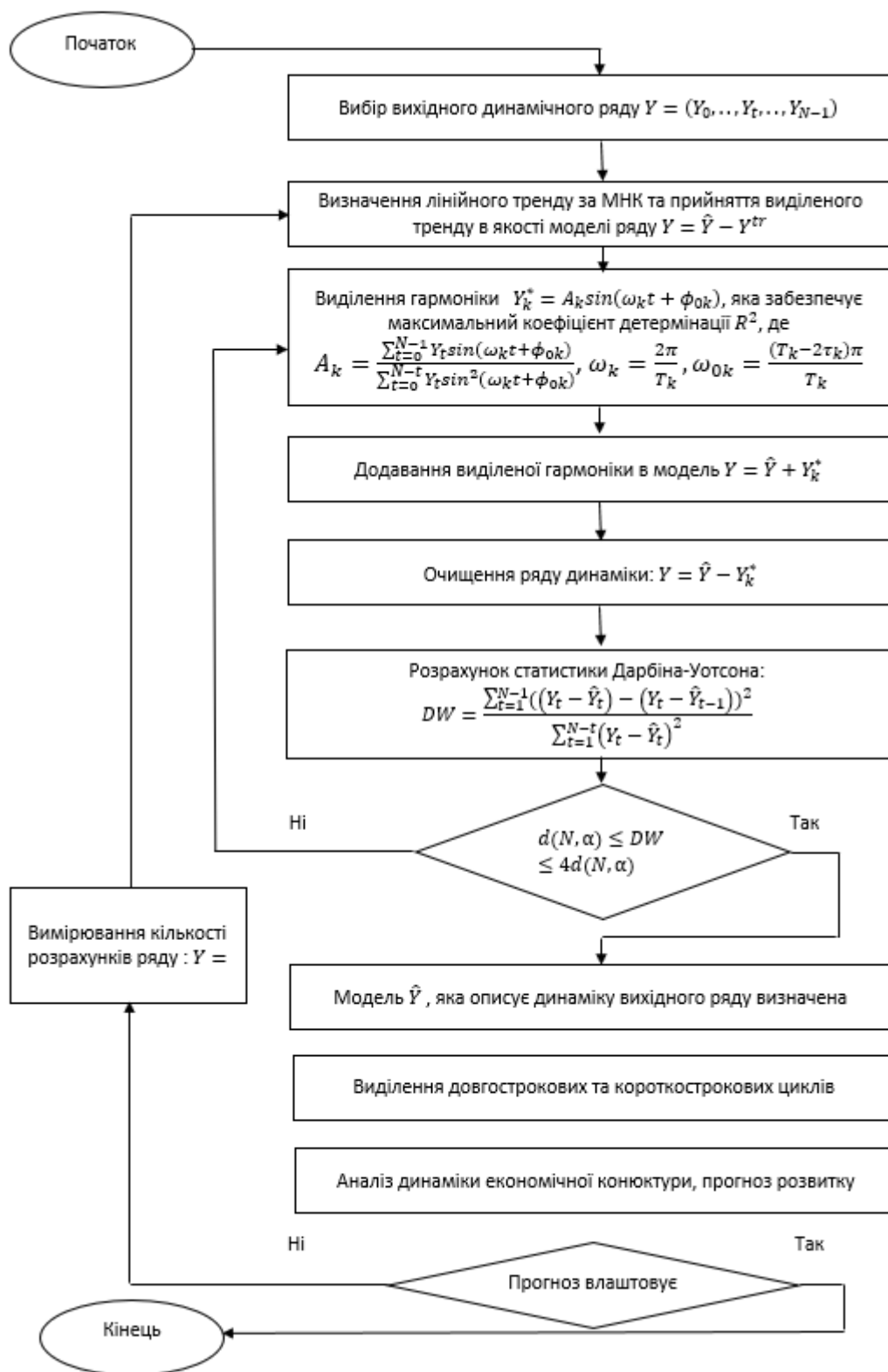


Рисунок 2.5- Алгоритм реалізації асинхронного гармонічного аналізу

На першому етапі вибирається вихідний динамічний ряд даних $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$ довжиною N (тобто за N тимчасових періодів), в якому необхідно виявити цикли.

Другим етапом є визначення початкової моделі опису вихідних даних. Для цього необхідно виявити тренд. Відповідно до методу найменших квадратів (МНК) коефіцієнти a і b лінійної регресії $y_i = a + bx_i$ можуть бути знайдені в такий спосіб:

$$\begin{cases} b = \frac{\overline{y\bar{x}} - \bar{y}\bar{x}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \\ a = \bar{y} - b\bar{x} \end{cases}$$

Використовуючи вихідний ряд $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$, розраховується рівняння лінії тренда на основі МНК:

$$Y^{tr} = (Y_0^{tr}, \dots, Y_t^{tr}, \dots, Y_{N-1}^{tr}).$$

$$Y_t^{tr} = \bar{Y} + \left(\frac{\bar{Y}_t - \bar{Y}\bar{t}}{\bar{t}^2 - \bar{t}^2} \right) (t - \bar{t})$$

де \bar{t} - середнє арифметичне значення часу ряду, що визначається за формулою $\bar{t} = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} t}{N}$, \bar{Y} - середнє арифметичне значення часового ряду $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$, що визначається за формулою $\bar{Y} = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} Y_t}{N}$;

визначається за формулою $\bar{Y}_t = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} Y_t t}{N}$; \bar{t}^2 визначається за

формулою $\bar{t}^2 = \frac{\sum_{t=0}^{N-1} t^2}{N}$.

Таким чином, початковою моделлю, яка описує ряд динаміки $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$, приймається тренд:

$$\tilde{Y} = Y^{tr}$$

Третій етап алгоритму полягає в детрендуванні вихідних даних. Для зняття направленості тимчасового ряду отриманий лінійний тренд Y^{tr} віднімається з

вихідного ряду $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$. Центрований відносно осі абсцис часовий ряд прийме вигляд:

$$\dot{Y} = \check{Y} - Y^{tr}$$

На четвертому етапі, на базі тимчасового ряду \dot{Y} виділяється гармоніка Y_k^{garm} з параметрами $T_k \in [2; N)$ та $\tau_k \in [0; \frac{T_k}{2})$, яка забезпечує найбільший коефіцієнт детермінації R^2 , величину, що характеризує частку дисперсії залежної змінної, описаної знайденим рівнянням, в загальній дисперсії.

Так, для гармоніки Y_k^{garm} коефіцієнт детермінації R^2 визначається за формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=0}^{N-1} (Y_t - Y_{tk}^{garm})^2}{\sum_{t=0}^{N-1} (Y_t - \check{Y}_t)^2}$$

На п'ятому етапі найкраща з точки зору R^2 виявлена в кожному циклі гармоніка $Y_k^* = Y_k^{garm}$ додається в модель, що описує ряд динаміки $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$:

$$\check{Y} = \check{Y} + Y_k^*$$

На шостому етапі гармоніка Y_k^* віднімається з центрованого ряду, утворюючи новий «очищений» ряд $\dot{Y} = \dot{Y} - Y_k^*$

Сьомим етапом є розрахунок статистики Дарбіна-Уотсона на базі ряду \dot{Y} , отриманого на етапі 6:

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} [(Y_t - \check{Y}_t) - (Y_{t-1} - \check{Y}_{t-1})]^2}{\sum_{t=1}^{N-1} (Y_t - \check{Y}_t)^2}$$

На восьмому етапі проводиться порівняння отриманого значення DW з табличним, в результаті чого, можна сказати про наявність (відсутність)

автокореляції залишків першого порядку з певною ймовірністю (рівнем значущості). При виконанні умови:

$$d(N, \alpha) \leq DW \leq 4 - d(N, \alpha)$$

алгоритм закінчується. У вищенаведеній умові $d(N, \alpha)$ – табличне значення статистики Дарбіна-Уотсона (для рівня значущості α , довжини ряду N і однієї пояснювальної змінної).

Невиконання умови говорить про наявність залежностей у знову очищеному ряді \hat{Y} , для виявлення яких знову проводиться процедура виявлення гармоніки, (етап 4-етап 8).

Якщо умова виконується, то залишки «очищеного» ряду \hat{Y} носять випадковий характер, тобто всі залежності, властиві ряду $Y = (Y_0, \dots, Y_t, \dots, Y_{N-1})$ вже виявлені, і остаточна модель, що описує вихідний ряд динаміки, представляється у вигляді \tilde{Y} .

Знаючи залежність \tilde{Y} на часовому відрізку $t \in [0; N - 1]$, можна порахувати значення \tilde{Y} на наступному часовому відрізку $t \in [N; N + m]$. Тут m - період прогнозування, тобто період часу, на який робиться прогноз. Чим більше період прогнозування, тим нижча точність прогнозу.

2.2. Алгоритм спектрального аналізу та модель цифрової фільтрації виявлення довгих та середніх циклічних коливань котирувань цінних паперів.

Крім асинхронного гармонійного аналізу існує інший спосіб виявлення циклічних складових в ряді динаміки, заснований на спектральному аналізі, який являє собою сукупність методів якісного і кількісного визначення складу об'єкта. У даній роботі пропонується алгоритм виявлення циклічних складових

на основі спектрального аналізу, його графічне представлення наведено на рисунку 2.6.

Графік, що описує динаміку зміни біржових котирувань або цін реальних угод, може мати довільну форму, а саме: гладку, негладку, ламану або навіть розривну. У математиці такі функції називають неаналітичними. Але навіть така неаналітична функція може бути розкладена на кінцевому інтервалі часу на ряд простих гармонійних коливань і, в кінцевому рахунку, представлена тригонометричним рядом виду

$$y = f(t) = A_0 + A_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi_1\right) + A_2 \sin\left(2\frac{2\pi}{T}t + \phi_2\right) + \dots, \quad (2.5)$$

Кожне складова представляє тут синусоїду - формулу простого гармонійного коливання (гармоніку).

Наведене твердження є змістом теореми Фур'є. Будь-які часові функції (сигнали) можуть бути однозначно представлені функціями частоти, які називаються їх частотними спектрами. Ці функції описують частотний склад сигналу, тобто опис даної часової функції в частотній області. Так синусоїдальна послідовність в частотній області представляється єдиною точкою, координати якої характеризують частоту і амплітуду коливання. Оскільки будь-яка функція може бути представлена кінцевою сумою синусів, то і в частотній області ця функція буде описуватися кінцевим числом точок, що відображають амплітуду і частоту коливання кожної гармонійної складової.

Перехід від часового опису сигналу до частотного опису, тобто обчислення частотного спектра, для детермінованих (невипадкових) сигналів здійснюється за допомогою перетворення Фур'є.

У більшості існуючих програмних продуктів (Microsoft Excel, MathCad і ін.) використовується швидке перетворення Фур'є через значно менше число здійснюваних операцій. Але довжина вхідної послідовності може бути рівною

α

тільки (- натуральне число) - тобто 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, і т.д. У тому випадку, якщо довжина аналізованого часового ряду (наприклад, ряду котирувань цінних паперів) не дорівнює , необхідно, або зменшити часовий ряд, що призведе до втрати частини інформації про склад сигналу, або провести екстраполяцію ряду до потрібної довжини, внівши, таким чином, штучні дані у вхідній сигнал, що також може негативно позначитися на результатах.

Оскільки ряд дискретний, то можна використовувати відповідне перетворення Фур'є

$$Y(m) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{-\frac{j2\pi km}{N}}$$

де $X(k)$ - k -й елемент центрованого динамічного ряду; k - індекс динамічного ряду в часовій області $k \in [0; N - 1]$; N - довжина динамічного ряду значень досліджуваного економічного показника; $Y(m)$ - m -й компонент; m - індекс в частотній області $k \in [0; N - 1]$; j - змінна одиниця.

Використовуючи формулу Ейлера:

$$e^{-j\varphi} = \cos(\varphi) - j\sin(\varphi)$$

можна записати еквівалентне рівняння в тригонометричному вигляді, розділивши комплексну експоненту на дійсну і уявну частини:

$$Y(m) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{-\frac{j2\pi km}{N}} = \sum_{k=0}^{N-1} \left[X(k) \cos\left(\frac{2\pi km}{N}\right) - j X(k) \sin\left(\frac{2\pi km}{N}\right) \right]$$

Перехід від часового опису сигналу до частотного опису найкраще здійснювати для динамічного ряду, очищеного від спрямованості. Один із

способів детрендування, заснований на виділенні лінійного тренду за методом найменших квадратів, був описаний раніше в цьому розділі.

Тому першим етапом алгоритму виявлення циклічних складових на основі спектрального аналізу є вибір вихідного ряду.

На другому етапі проводиться «очищення» вихідного динамічного ряду даних (котирування цінного паперу) від спрямованості.

На третьому етапі здійснюється переклад «очищених» даних з часової області в частотну за допомогою дискретного перетворення Фур'є.

На четвертому етапі дослідження оцінюється спектральний склад коливань.

Зазвичай випадкові процеси представляються спектральною щільністю потужності. У літературі оцінку спектральної щільності потужності авторегресійного процесу часто називають спектральним аналізом. Сучасні методи спектрального аналізу включають в себе два основні класи або категорії, а саме: параметричні і непараметричні методи.

До категорії параметричних методів спектрального аналізу належать ті, в яких задається деяка модель спектральної щільності і ставиться завдання оцінки параметрів оцінки на підставі результатів спостереження відповідного процесу на обмеженому проміжку часу. Непараметричні методи спектрального оцінювання відрізняються відсутністю будь-яких заздалегідь заданих моделей в постановці завдання спектрального оцінювання.

У зв'язку з тим, що в даному дослідженні аналізуються обмежені часові ряди котирувань цінних паперів, а не безперервна нескінченна функція, як передбачається в теорії цифрової обробки сигналів, то ряд методів дає неспроможні оцінки спектру. Неможливо отримати якісну оцінку коливань котирувань цінних паперів, використовуючи класичні непараметричні методи спектрального оцінювання, що базуються на обчисленні дискретного перетворення Фур'є часових рядів. Причина цього криється в нестационарності коливань котирувань акцій, ковзаючи середні значення яких майже завжди залежать від часу їх обчислення. Для поставленої задачі кращим чином

підходить використання параметричних методів спектрального аналізу, які здатні отримати оцінку по відносно короткій дискретній часовій вибірці, на якій процес або є стаціонарним, або його можна зробити стаціонарним, видаливши лінійний тренд, наприклад, за допомогою МНК. В рамках даного дослідження застосовувався метод максимальної ентропії.

Під ентропією розуміється деяка міра «невизначеності», пов'язана з появою деякого події. Чим вища ентропія, тим вище невизначеність появи даної події. Основна ідея полягає у виборі такого спектру, який відповідає найбільш випадковому (найменш передбачуваному) часового ряду, чия кореляційна функція збігається із заданою послідовністю оцінених величин. Ця умова еквівалентна виду кореляційної функції спостережуваного часового ряду шляхом максимізації ентропії процесу в теоретико-інформаційному сенсі. Саме тому такий аналіз забезпечує значне підвищення роздільної здатності спектральної оцінки. Оцінка спектральної щільності потужності має таку ж аналітичну форму, як і оцінка, що отримується за допомогою авто регресійної моделі порядку ρ виду:

$$\left[S(e)^{-\frac{j2\pi}{n}} \right] = \left| \frac{b_0}{1 + \alpha_1 e^{-\frac{j2\pi}{n}} + \alpha_2 e^{-\frac{j4\pi}{n}} + \dots + \alpha_\rho e^{-\frac{j2\rho\pi}{n}}} \right|^2$$

Ідентифікація параметрів $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_\rho, b_0$ виконується шляхом розв'язку $\rho + 1$ рівнянь Юла-Уокера.

На основі вищесказаного далі для аналізу циклічних коливань економічних явищ і процесів пропонується алгоритм (рисунок 2.6), що включає в себе адаптацію даного методу.

Якщо обраний порядок ρ моделі занадто малий, то спектральні оцінки виходять сильно згладженими, якщо занадто великий - збільшується розширення, але в оцінці з'являються неправдиві спектральні піки. Таким чином, відносно до авторегресійного спектрального оцінювання вибір порядку моделі

еквівалентний компромісу між величиною дисперсії для класичних методів спектрального оцінювання.

Слід збільшувати порядок моделі до тих пір, поки помилка прогнозу не досягне максимуму. Але, як правило, дисперсія помилки монотонно спадає зі збільшенням порядку ρ моделі. Тому для визначення порядку моделі використовується статистично значимий критерій, свого роду цільова функція, - критерій довжини мінімального опису :

$$DMO[\rho] = N \ln |b_0|^2 + \rho \ln N,$$

де ρ - порядок моделі; $|b_0|^2$ – оцінювальне значення дисперсії білого шуму, яка використовується в якості помилки лінійного прогнозу і знаходиться в процесі реалізації ітеративної процедури Левінсона- Дарбіна.

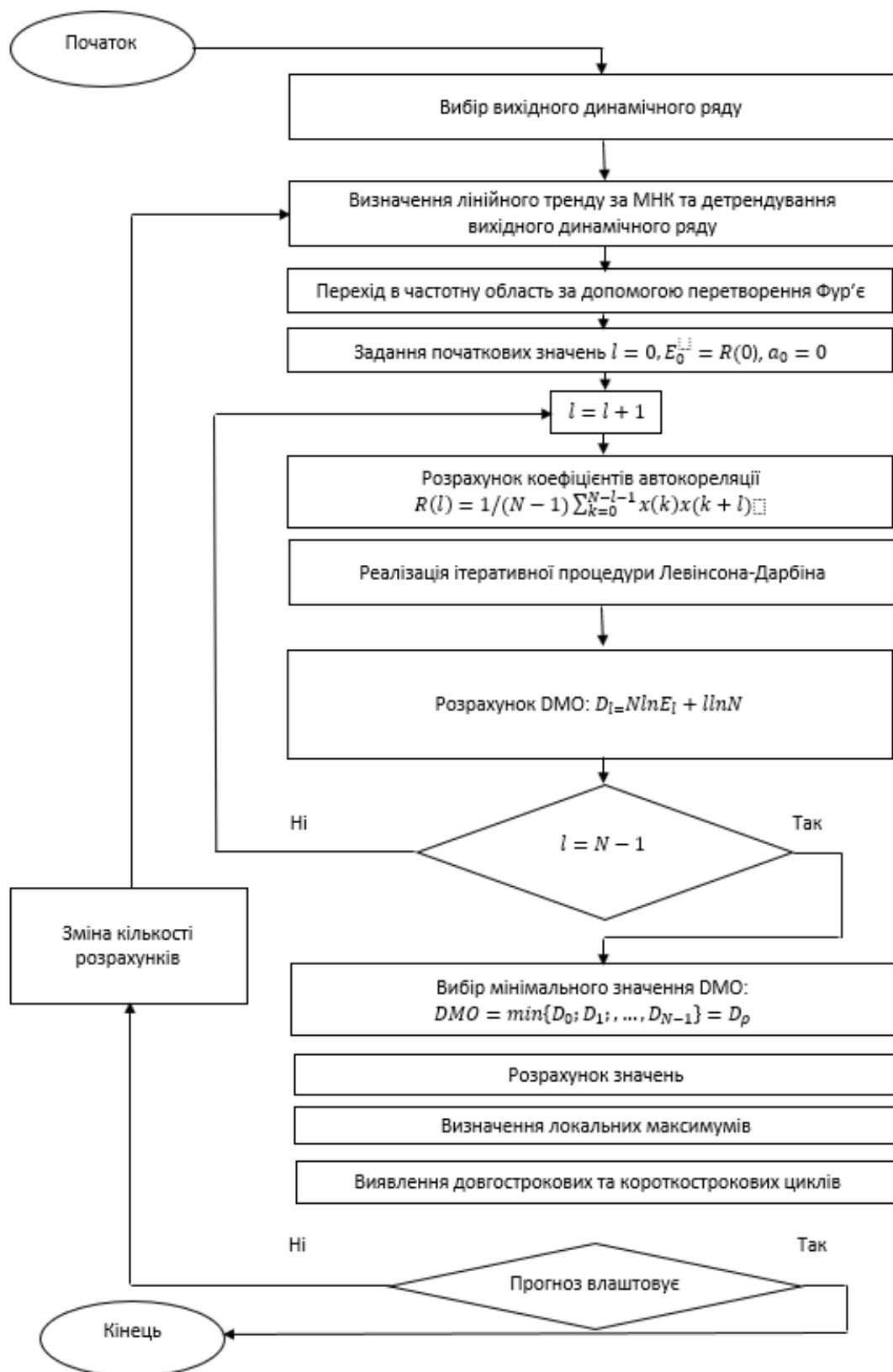


Рисунок 2.6- Алгоритм виділення циклів на основі спектрального аналізу

Особливий інтерес представляє оцінка отриманої спектральної щільності потужності. Приклад такої оцінки наведено на рисунку 2.7 для динаміки котирувань акцій ВАТ «Ніагара» за 2019 рік (120 торгових днів). При аналізі

графіків, особлива увага приділяється локальним максимумам. Для наведеного прикладу можна сказати, що найбільшу значимість в динаміці котирувань акцій ВАТ «Ніагара» мають циклічні складові з періодами 84, 54, 38, 30, 25, 20, 17, 14, 10, 8 і т.д. торгових днів.

Аналіз графіку оцінок спектральної щільності потужності є четвертим етапом алгоритму виділення гармонік на основі спектрального аналізу.

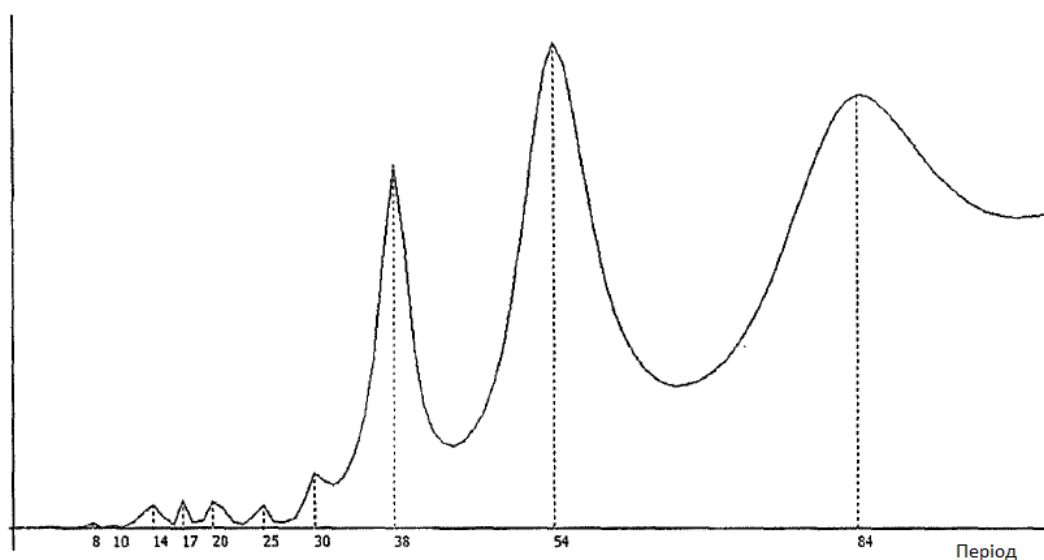


Рисунок 2.7- Спектральна щільність потужності акцій ВАТ «Ніагара»

Проаналізувавши оцінки, необхідно провести цифрову фільтрацію, яка представляє собою процес зміни частотного спектра сигналу в деякому бажаному напрямку. Цей процес може привести до посилення або ослаблення частотних складових в деякому діапазоні частот, до придушення або виділення будь-якої конкретної частотної складової.

Термін «цифровий» характеризує обробку послідовності дискретних відліків. Крім цифрових фільтрів в теорії обробки сигналів відомі аналогові фільтри, які використовуються для обробки безперервних сигналів. В рамках даної роботи розглядаються тільки цифрові фільтри, оскільки досліджуються дискретні кінцеві ряди котирувань цінних паперів.

Цифровий фільтр зводиться до суми (кінцевої або нескінченної) членів вхідного ряду, взятих з деякими вагами, або до кінцевої суми кількох останніх членів вхідного ряду і можливо кількох членів вихідного ряду, взятих з деякими

вагами. Набір ваг і визначає властивості фільтру. Узагальнена формула лінійного цифрового фільтра записується в такий спосіб:

$$Y(i) = B_0 X(i) + B_1 X(i-1) + \dots - A_1 Y(i-1) - A_2 Y(i-2) - \dots,$$

де $X(i)$ - i -ий елемент вхідної послідовності; $Y(i)$ - i -ий елемент вихідної послідовності; A_m - m -ий ваговий коефіцієнт; B_k - k -ий ваговий коефіцієнт.

Коефіцієнти A_m і B_k є константами. Таким чином, цифровий фільтр є лінійна комбінація рівновіддалених відліків $X(i)$ деякої функції $X(t)$, а також обчислених значень на виході $Y(i)$. Для кожного наступного один за іншим i формула зрушує поточну відлікову точку вздовж потоку відліків $X(i)$.

Однією з ознак класифікації цифрових фільтрів є імпульсна характеристика, що представляє собою вихідну послідовність фільтра в часовій області при подачі на вхід фільтра єдиного відліку, рівного одиниці (одичного імпульсу), якому передують і за яким слідує нульові відліки. По виду імпульсної характеристики цифрові фільтри прийнято ділити на фільтри з кінцевою імпульсною характеристикою і з нескінченною імпульсною характеристикою.

Фільтром з кінцевою імпульсною характеристикою або нерекурсивним фільтром називають цифровий фільтр, у якого імпульсна характеристика має кінцеву довжину, тобто тільки обмежене число членів вхідного ряду вносить свій внесок у формування вихідного сигналу. Це може бути тільки в тому випадку, якщо всі коефіцієнти A_m дорівнюють нулю, тобто фільтри не можуть мати рекурсивних членів:

$$Y(i) = B_0 X(i) + B_1 X(i-1) + \dots = \sum_{n=0}^N B_n X(i-n)$$

Для фільтрів поняття «імпульсна характеристика» збігається з поняттям «коефіцієнти фільтра».

Щоденні ціни закриття або відкриття будь-яких акцій ($X(k); k = 1, \dots, N$) утворюють послідовність точок даних, наступних один за одним у часі. У часовому ряду вибірка з декількох послідовних точок даних може бути названа часовим вікном. Якщо точки даних (наприклад, ціни закриття) в подібному часовому вікні скласти і суму розділити на кількість цих точок даних, то вийде середнє значення. Один з найпростіших торгових індикаторів, на основі якого будується велика кількість інших індикаторів - це просте ковзне середнє (Simple Moving Average - *SMA*). Він розраховується за допомогою зміщення часового вікна по ряду даних точка за точкою. Середні значення, отримані таким чином, утворюють новий часовий ряд $Y(i)$, тобто новий набір упорядкованих у часі значень. Таким чином, *SMA* являє собою цифровий фільтр: тільки T елементів беруть участь в розрахунку одного значення *SMA*, тобто пропускаються фільтром (мають вагу $\frac{1}{T}$, а інші елементи подавляються (мають вагу, рівну 0).

$$Y(i) = \sum_{k=i-T+1}^i \frac{X(k)}{T}$$

де $Y(i)$ - елемент вихідної послідовності фільтра; $i = T, \dots, N$ - ширина часового вікна; N - довжина вхідної послідовності; $X(k)$ - k -ий елемент вхідної послідовності фільтра; $k = 1, \dots, N$,

Трикутне і зважене середні обчислюються аналогічно простому середньому, але члени часового ряду беруться з різними вагами. Для трикутної середньої ваги утворюють трикутник, тобто найбільшу вагу мають середні елементи, а найменший - крайні. Для зваженого середнього найбільшу вагу мають останні елементи ряду, найменший - найстаріші. Зазначені індикатори також є прикладами фільтрів, але з іншими імпульсними характеристиками. Відмінності між видами змінних середніх пояснюються різними підходами до проблеми зниження запізнювання і збільшення чутливості.

Якщо хоча б один коефіцієнт A_m не дорівнює нулю, то виходить рекурсивна формула для фільтра, коли будь-яке значення вхідного ряду, навіть дуже віддалене від поточного моменту часу, впливає на результат. При цьому імпульсна характеристика буде мати нескінченне число нехай і малих, але ненульових значень. Подібним чином формується рекурсивний фільтр. Кількість ненульових коефіцієнтів A_m прийнято називати порядком фільтра. Чим більше порядок фільтра, тим більш ефективний фільтр можна побудувати. Наприклад, торговий індикатор експоненціальне середнє (EMA), розглянутий в першому розділі, є фільтром першого порядку і обчислюється за формулою:

$$Y(i) = Y(i - 1) + \alpha(X(i) - Y(i - 1)),$$

де X - це дані на вході фільтра, Y - дані на виході фільтра, α - коефіцієнт в діапазоні від 0 до 1, що визначає ступінь згладжування, чим він менший, тим сильніше будуть згладжені дані.

Цифрові фільтри також прийнято ділити по виду амплітудо частотної характеристики (АЧХ), яка може мати самий різний вигляд. АЧХ показує залежність відношення амплітуди вихідного сигналу від частоти сигналу, що подається на вхід фільтра. Залежно від виду АЧХ прийнято виділяти фільтри низьких частот (ФНЧ), фільтри високих частот (ФВЧ), смугові фільтри (СФ) і деякі інші. При проведенні брокерами і трейдерами технічного аналізу котирувань цінних паперів в основному використовуються наступні фільтри: ФНЧ - це все ковзаючі середні; диференціюють фільтри в комбінації з ФНЧ - це більшість осциляторів, що відображають швидкість зміни цін; приклад СФ - індикатор MACD, розглянутий в першому розділі.

Повертаючись до дослідження торгового індикатора SMA, можна сказати, що вихідна послідовність в результаті усереднення (фільтрації) виявляється набагато більш гладкою, ніж вхідні (рисунок 2.8). Оскільки швидкі зміни послідовності обумовлені високочастотними компонентами, даний пристрій усереднення поводить як фільтр нижніх частот, тобто пропускає

низькочастотну активність, фільтруючи високочастотні процеси. На графіку високочастотні процеси виглядають як швидкі вертикальні коливання цін, тобто як шум, а низькочастотні - як більш плавні тренди або хвилі.

Узагальнюючи принципи побудови цифрових фільтрів, можна розробити модель нового торгового індикатора, який би був позбавлений виявлених і раніше зазначених недоліків. Проектований фільтр повинен являти собою фільтр нижніх частот, тобто добре пригнічувати високочастотні шуми (дрібні і випадкові коливання), а також фільтр, такий щоб він був простіший в розробці і розрахунку.



Рисунок 2.8- Просте усереднення ціни акцій

Таким чином, використання спектрального аналізу і цифрової фільтрації дозволяє отримати послідовність, що описує зміну значень котирувань цінних паперів, що враховує значимі цикли ринку і виключає випадкові коливання, а також високочастотні дрібні биття цін. Використання комп'ютерів і знань в області цифрової обробки сигналів може дозволити істотно поліпшити класичні торговельні індикатори.

2.3. Оптимізаційна модель прийняття управлінських рішень при виконанні торговельних операцій на фондовій біржі

З метою підвищення ефективності діяльності на фондовій біржі при здійсненні торговельних операцій в роботі розроблена модель прийняття управлінських рішень. Модель повинна враховувати особливості українського ринку цінних паперів, виявлені в першому розділі і включати в себе ряд обмежень:

1) кількість цінних паперів може бути тільки натуральною величиною, і кількість продаваних цінних паперів не може перевищувати кількість раніше куплених;

2) сальдо грошових коштів не повинно бути нижче заданого мінімального залишку;

3) обмеження, що накладаються на величину ризику портфеля цінних паперів з метою його диверсифікації, в разі якщо компанія має ліцензію на здійснення дилерської діяльності.

При побудові моделі висувається гіпотеза про циклову повторюваність кон'юнктурних коливань цінних паперів, тому модель прийняття управлінських рішень компанією для майбутнього (планового) періоду використовує історичні дані попередніх часових періодів в якості вихідних.

Мінімальним часовим періодом моделі є день. Дисконтування в даній моделі не використовується, так як за часовий крок приймається один день,

тобто аналізується діяльність компанії, і складаються прогнози для кожного робочого дня. На часовій осі (рисунок 2.9) точкою 0 позначений поточний день. Відповідно часові відліки зліва від 0 характеризують історію діяльності компанії, а праворуч - її прогнозні значення. T - момент часу, до якого робиться прогноз. Період від 0 до T - це «горизонт» прогнозування, і чим більше «горизонт» прогнозування, тим нижча точність прогнозу. У більшості літературних джерел з економетрики зазначено, що якщо «горизонт» прогнозування перевищує 20% від довжини досліджуваного ряду, то одержуваний прогноз, як правило, неякісний. Тому при прогнозуванні слід враховувати наступні умови:

$$T \leq 0.2lT$$



Рисунок 2.9- Дискретна часова вісь

Як критерій, за яким оптимізується діяльність компанії, може бути виручка, прибуток, рентабельність, вартість компанії та інші. У даній роботі пропонується розглядати короткостроковий період і в якості критерію використовувати прибуток компанії, так як виручка не дозволяє враховувати витрати, а рентабельність будучи відносним показником економічної ефективності може мати різний характер, наприклад рентабельність продажів, рентабельність активів, рентабельність власного капіталу. Під прибутком розуміється різниця між виручкою від господарської діяльності і сумою витрат факторів виробництва на цю діяльність в грошовому виразі:

Виручка компанії складається з п'яти джерел доходів:

$$R(t) = R_1(t) + R_2(t) + R_3(t) + R_4(t) + R_5(t),$$

де $R_1(t)$ - доходи від посередництва при здійсненні біржової угоди; $R_2(t)$ - виручка від кредитування клієнтів грошовими коштами; $R_3(t)$ - виручка від кредитування клієнтів цінними паперами; $R_4(t)$ - доходи від операцій з цінними паперами, що перебувають у власності компанії при наявності ліцензії дилера; $R_5(t)$ - дивіденди по акціях, відсотки по облігаціях.

Доходи від посередництва при здійсненні біржової угоди $R_1(t)$ представляють собою комісійні від обороту по операціях з цінними паперами і розраховуються наступним чином:

$$R_1(t) = \alpha V(t),$$

де α - комісійні (в частках); $V(t)$ - обсяг біржових угод, здійснюваних в день t від імені клієнтів.

Виручку від кредитування клієнтів коштами $R_2(t)$ компанія отримує у вигляді відсотків по видаваних брокером кредитах:

$$R_2(t) = \gamma K(t),$$

де γ - процентна ставка (у відсотках) за кредитом, виданим брокерською компанією; $K(t)$ - обсяг кредитного портфеля, виданого брокерською компанією на день t (в гривнях).

Виручка від кредитування клієнтів цінними паперами $R_3(t)$:

$$R_3(t) = \delta K^*(t),$$

де δ - процентна ставка (у відсотках) за кредитом, виданим брокерською компанією цінними паперами; $K^*(t)$ - обсяг кредитного портфеля, виданого цінними паперами компанією на день t (в гривнях).

Доходи від операцій з цінними паперами $R_i(t)$, що перебувають у власності компанії, визначаються різницею між ціною продажу і ціною покупки, помноженої на кількість проданих паперів. Котирування цінних паперів змінюються не тільки з кожним днем, але і протягом дня, і ціни раніше куплених цінних паперів в різні часові періоди можуть різнитися між собою. Тому при розрахунку прибутку від продажу цінних паперів компанією необхідні чіткі правила обліку залишкової кількості цінних паперів, куплених у різний час і, як правило, за різними цінами.

Існує три найпоширеніші методи обліку запасів - FIFO (first in - first out), LIFO (last in - last out) та середньозважений. Метод FIFO передбачає, що цінні папери, куплені першими за часом, знаходяться першими в черзі на продаж. У методі LIFO цінні папери, куплені останніми за часом, будуть продані першими. Використовуючи середньозважений метод, купівельна ціна враховується, як середня цін угод з купівлі цінних паперів, що знаходяться в наявності у компанії.

Якщо у брокерської компанії в наявності є цінні папери різних компаній, то найменуванню кожного цінного паперу присвоюється свій унікальний номер i ($1 \leq i \leq I, i \in N$), де I - кількість найменувань цінних паперів, що знаходяться в розпорядженні компанії-брокера).

$X_i^+(t)$ - кількість i -х цінних паперів, придбаних в момент часу t ($0 \leq t \leq T, t \in N$), що залишився після здійснення операцій з продажу. На величину $X_i^+(t)$ накладається обмеження: $X_i^+(t) \geq 0; X_i^+(t) \in N$, яке показує, що кількість цінних паперів не може бути негативною і дробовою величиною.

Позначення t в моделі використовується для опису моментів часу продажу i -х цінних паперів в кількості $x_i^-(t)$. Тут необхідно враховувати перше обмеження моделі $[(0 \leq x_i^-(t)]^+ - (t) \leq \sum_{i=1}^I (t=0)^+ t \equiv [[x_i^-(t)]^+ + (t)] ; x_i^-(t) \in N$, яке полягає в тому що кількість проданих брокером цінних паперів емітента i не повинно перевищувати величини залишкової кількості цінних паперів цього емітента, що знаходиться в розпорядженні брокера. До того ж кількість акцій

має бути додатною і цілою величиною. Ціна покупки i -х цінних паперів в момент часу t позначається $p_i(t)$, причому $p_i(t) > 0$.

Необхідно визначити момент часу t , в який залишкова кількість i -х цінних паперів, починаючи з нульового моменту часу, стане не менше кількості i -х цінних паперів $x_i^-(t)$, яке потрібно продати в момент часу t .

$$t^* \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_i^+(0) \geq x_i^-(t), \\ l, \text{ якщо } \left[\left(\sum_{\tau=0}^l x_i^+(\tau) \geq x_i^-(t) \right) \text{ та } \left(\sum_{\tau=0}^{l-1} x_i^+(\tau) < x_i^-(t) \right) \right] \text{ для } l \in [1; t] \end{cases}$$

Якщо величина продаваних цінних паперів i -го емітента не перевищує залишкової кількості i -х цінних паперів, куплених в нульовий момент часу, то момент часу t^* приймає значення 0. В протилежному випадку за t^* приймається той період, в якому сумарна кількість цінних паперів i -го емітента (починаючи з нульового моменту часу) перевищить кількість продаваних цінних паперів $x_i^-(t)$.

Дохід брокерської компанії від продажу i -их цінних паперів в кількості $x_i^-(t)$ розраховується наступним чином:

$$R_i = \sum_{\tau=0}^{t^*-1} (x_i^+(\tau) (p_i(t) - p_i(\tau)) + (x_i^-(t) - \sum_{\tau=0}^{t^*-1} x_i^+(\tau)) p_i(t))$$

У тому випадку, якщо момент часу t^* дорівнює 0, то дохід брокерської компанії від продажу цінних паперів i -го емітента в обсязі $x_i^-(t)$ штук визначається різницею цін папери в день продажу (період t) і день покупки (нульовий період), помноженої на кількість $x_i^-(t)$ цінних паперів.

Якщо момент часу t^* відмінний від 0, то дохід брокерської компанії складається з різниці цін i -го паперу в день продажу (період t) і день покупки (дні від 0 до t^*-1), помноженої на залишкову кількість паперів $x_i^+(\tau)$ для кожного дня відповідно ($\tau = 0, 1, \dots, t^*-1$), і різниці цін i -го паперу в день продажу (період t) і день t^* , помноженої на частину i -х цінних паперів, які були куплені в день t^* , які підлягають продажу, щоб сформувати необхідну

кількість $x_i^-(t)$ цінних паперів. Потім необхідно перерахувати залишки цінних паперів після продажу $x_i^-(t)$:

$$x_i^-(m) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } m \in [0; t^* - 1], \\ \sum_{\tau=0}^{t^*} x_i^+(\tau) - x_i^-(t), \text{ якщо } m = t^* \end{cases}$$

Таким чином, доходи від операцій з цінними паперами $R_*(t)$, що перебувають у власності компанії, визначається як сума доходів $R_*^i(t)$ по всіх найменуваннях цінних паперів:

$$R_*(t) = \sum_{i=1}^I R_*^i(t)$$

Накладні витрати компанії $C_1(t)$ включають в себе заробітну плату працівникам компанії, сплату комунальних платежів, інтернет-трафік, витрати на прибирання приміщення, дрібні ремонтні роботи та інше. До комерційних витрат відносяться витрати на маркетинг - рекламу, участь у виставках, запуск нових продуктів. Крім того, $C_1(t)$ включає виплати до бюджетів різних рівнів і позабюджетні фонди.

Розроблювана модель передбачає кілька припущень:

1. Грошові кошти, отримані від клієнтів, перераховуються на рахунок біржі без тимчасової затримки, тобто в той же день, і навпаки, грошові кошти, що виводяться клієнтами з біржі, перераховуються з рахунків біржі і видаються клієнтам в касі брокерської компанії в той же день. Дані операції не враховуються в бюджеті руху грошових коштів брокерської компанії.

2. Операції по введенню і виведенню коштів з біржі і на біржу не враховуються в моделі, грошові кошти на розрахунковому рахунку та на особовому рахунку біржі підсумовуються, тимчасова затримка при перерахуванні з рахунку на рахунок відсутня.

Узагальнюючи вищесказане, математичну модель прийняття рішень компанією включає цільову функцію, три обмеження і функціональні взаємозв'язки змінних, які формулюються в такий спосіб:

$$f^+(t) = \sum_{j=1}^5 R_j(t) + \sum_{k=1}^3 G_k(t) + \sum_{l=1}^3 U_l(t);$$

$$f^-(t) = \sum_{m=1}^4 C_m(t) + \sum_{n=1}^3 G_n(t) + \sum_{q=1}^3 U_q(t);$$

Реалізація отриманої моделі дозволить планувати витрати компанії з усіх видів операційної і не операційної діяльності з метою досягнення максимального прибутку. Дану модель передбачається вирішувати з використанням торгового індикатора, побудованого на основі цифрової фільтрації і гармонійного аналізу, який представлений в рамках даної роботи в попередніх розділах.

Висновки до розділу 2

Досліджено проблему циклічності економічних процесів та явищ. Дані положення відносяться і до ринку цінних паперів, котирування на якому звершують коливання в залежності від відносної сили продавців або покупців цінних паперів, фази макроекономічного циклу та інших факторів.

Уданому розділі представлені моделі цифрових фільтрів, що дозволяють виділяти коливання великої тривалості і пригнічувати високочастотні випадкові коливання. В результаті аналізу стандартних індикаторів технічного аналізу виявлено, що вони представляються собою найпростіші цифрові фільтри.

З метою підвищення ефективності діяльності компанії запропоновано модель прийняття управлінських рішень. В якості критерію оптимізації вибрано прибуток, який визначається різницею руху грошових коштів з операційної діяльності за прогнозний період.

3 СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ТОРГІВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ФОНДОВІЙ БІРЖІ

3.1. Реалізація моделей та алгоритмів у виді програмних засобів підтримки прийняття рішень

Запропоновані в попередніх розділах даної магістерської роботи моделі і алгоритми реалізовані у вигляді програмного забезпечення, написаного на мові програмування Java (Додаток В). Розроблене програмне забезпечення дозволяє проводити технічний аналіз, оптимізувати параметри налаштування стандартних торгових індикаторів, визначати сигнали на покупку-продаж цінних паперів і розраховувати прибутковість від використання того чи іншого торгового індикатора. Крім того, програма дозволяє проводити асинхронний гармонійний аналіз котирувань цінних паперів з виявленням гармонійних складових і спектральний аналіз з побудовою спектральної щільності потужності, виявляти довгі і середні коливання котирувань на основі цифрової фільтрації. Крім відомих торгових індикаторів представляється можливим побудувати торговий індикатор, заснований на спектральному аналізі і цифровій обробці сигналів, а також торговий індикатор з прогнозуванням, заснований на асинхронному гармонійному аналізі та цифровій фільтрації.

Схема роботи розробленого в роботі програмного забезпечення представлена на рисунку 3.1. Пунктирною лінією виділена область, що включає алгоритми і процедури, що виконуються поза «полем зору» користувача.

Дані у вигляді файлів формату `prp`, що містять інформацію про ціни відкриття і закриття, максимальні та мінімальні ціни торгової сесії, а також обсяги торгів за цінним папером конкретного емітента, одержуваних користувачем по мережі Інтернет, можуть бути представлені графічно за допомогою розробленого програмного забезпечення.

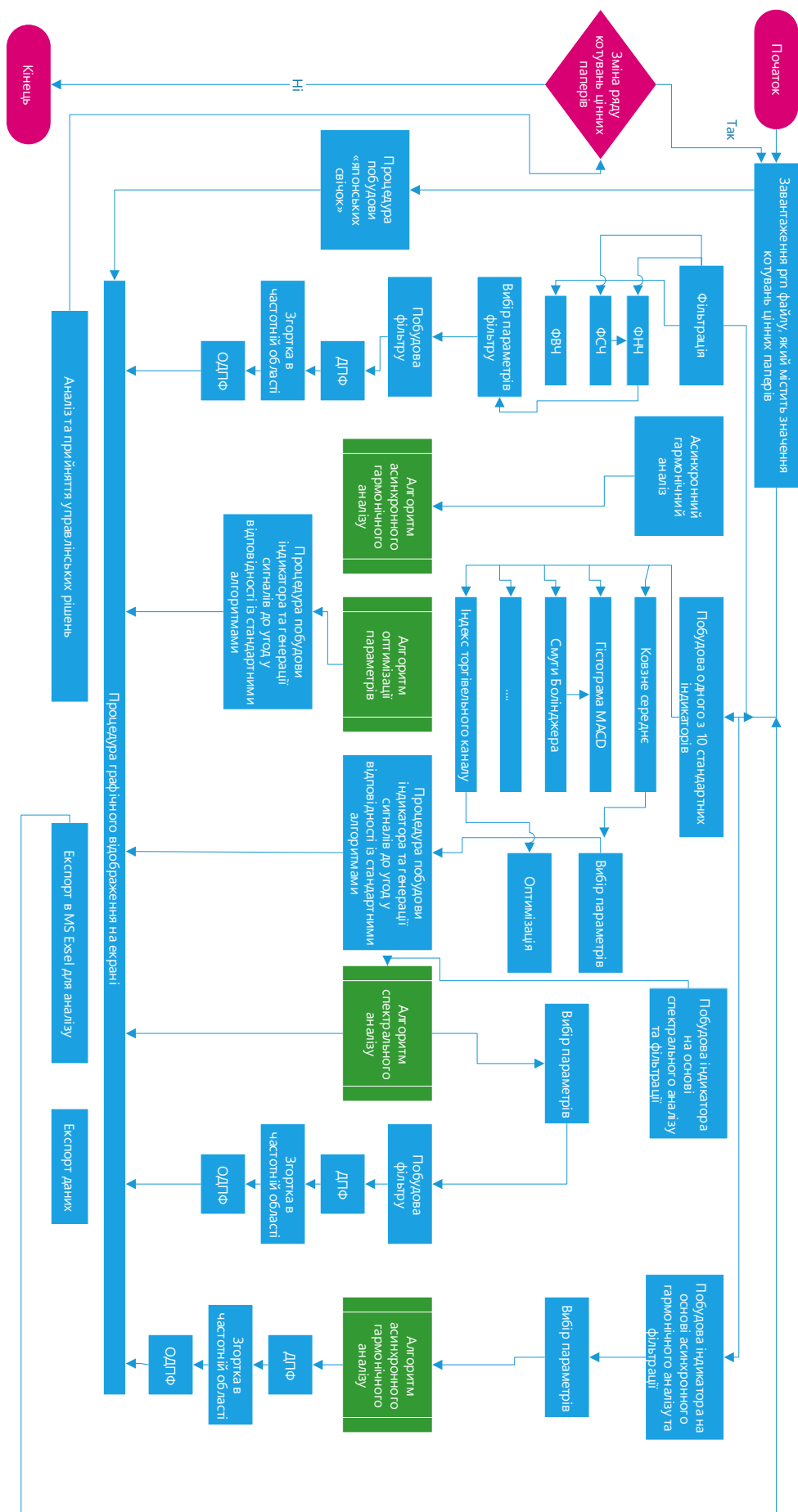


Рисунок. 3.1- Схема роботи розробленого програмного забезпечення

Найбільш поширеним і наочним способом графічного представлення зміни біржових котирувань цінних паперів на сьогоднішній момент є графік «японські свічки» (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2- Приклад графічного представлення котирування акцій

Програмне забезпечення, розроблене в ході виконання магістерської роботи, дозволяє отримувати детальну інформацію про кожну торгову сесію (про кожну «свічку») у вигляді підказки, які представлено на рисунку 3.3

У кожній підказці містяться дані про ціни відкриття, закриття торгової сесії, максимальні і мінімальні досягнуті ціни, а також дата і обсяг торгівлі даним цінним папером.

В якості стандартних індикаторів програма використовує наступні: Просте ковзне середнє (Simple Moving Average - SMA), Експоненціальне ковзне середнє (Exponential Moving Average - EMA), Нагромаджене ковзне середнє (Cumulated Moving Average - CMA).



Рисунок 3.3- Приклад із наданням підказок

Виважена ковзне середнє (Weighted Moving Average - WMA), сходження-розбіжність ковзних середніх (Moving Average Convergence-Divergence), Гістограма сходження-розходження ковзних середніх (Histogram MACD), Індикатор накопичення-розподілу (Accumulation- Distribution), Індекс торгового каналу (Commodity channel index), Параболічна система SAR (Parabolic SAR - stop and reverse), Смуги Болінджера (Bollindger bands), Стохастичний осцилятор (Stochastic).

Наприклад, за допомогою даного програмного забезпечення компанія може одночасно відображати цілий ряд індикаторів для ведення власної торгової стратегії (рисунок 3.4).

При побудові кожного стандартного торгового індикатора за допомогою розробленого програмного забезпечення користувач може вибирати його параметри.



Рисунок 3.4- Приклад використання Simple Moving Average

Наприклад, для змінного середнього (рисунок 3.5) обираються наступні параметри - тип змінного середнього (просте, експоненціальне, зважене, накопичене), колір лінії при відображенні на екрані і параметр усереднення.

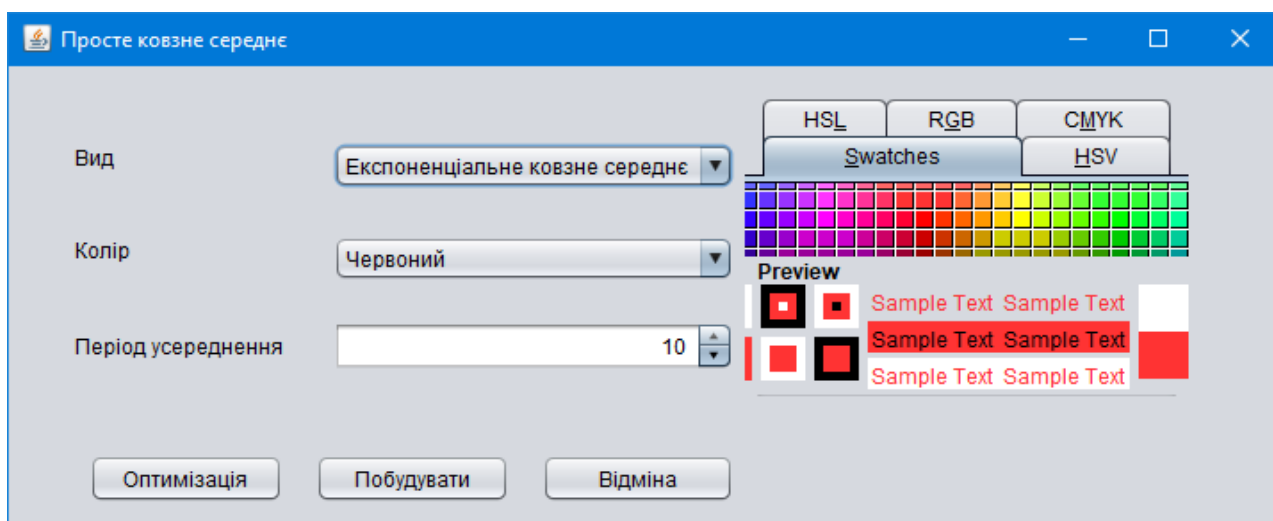


Рисунок 3.5 -Параметри побудови Simple Moving Average

Правилом генерації сигналів, наприклад, для ковзних середніх є перетин з ціновим графіком. Розроблене програмне забезпечення дозволяє розраховувати прибутковість від використання конкретного торгового індикатора з вибраними чисельними параметрами. Передбачається, що біржові угоди за цінним папером здійснюються строго у відповідності з сигналами про купівлю / продаж, подаються та розглядаються стандартним торговим індикатором. Прибутковість операцій з акціями ват «Ніагара» розглянутого періоду при використанні ЕМА з параметром 10 дорівнює 0,623, тобто торгівля приносить збитки.

Розроблене в роботі програмне забезпечення в порівнянні з існуючими системами, що реалізують технічний аналіз, має низку переваг. По-перше, крім самостійного вибору користувачем змінних параметрів стандартного торгового індикатора за допомогою розробленого програмного забезпечення можна знайти оптимальне значення параметра (параметрів) за допомогою реалізації алгоритму, заснованого на методі перебору всіх можливих комбінацій параметрів і вибору такого набору, який забезпечує найбільшу ефективність (очікуваний дохід). Алгоритм оптимізації параметрів був описаний в даній роботі раніше.

Основна відмінність розробленого програмного забезпечення полягає в тому, що найбільш часто використовувані в торгівлі цінними паперами системи типу «Omega TradeStation», «MetaStock», «Quik», «NetTrader» [12] дозволяють представляти графічно велику кількість індикаторів і навіть деяких з них містять алгоритми, що видають сигнали на покупку і продаж, проте вони не дозволяють:

- 1) проводити оптимізацію параметрів;
- 2) визначати очікуваний дохід.

Інша перевага розробленого програмного забезпечення полягає в тому, що воно дозволяє проводити спектральний аналіз котирувань цінних паперів і цифрову фільтрацію. Спектральний аналіз проводиться на основі алгоритму, запропонованого раніше, і включає в себе розв'язок системи Юла-Уокера за допомогою ітераційної процедури Левінсона-Дарбіна, а також обчислення довжини мінімального опису та вибору на основі цього показника оптимального

параметра авто регресійної моделі. В результаті програма дозволяє отримати графічну інтерпретацію оцінок спектральної щільності потужності, виділяти локальні максимуми і періоди хвиль, які їм відповідні (рисунок 3.6). Крім того, є можливість відображення високочастотних значень спектральної щільності потужності в збільшеному масштабі в окремому вікні.

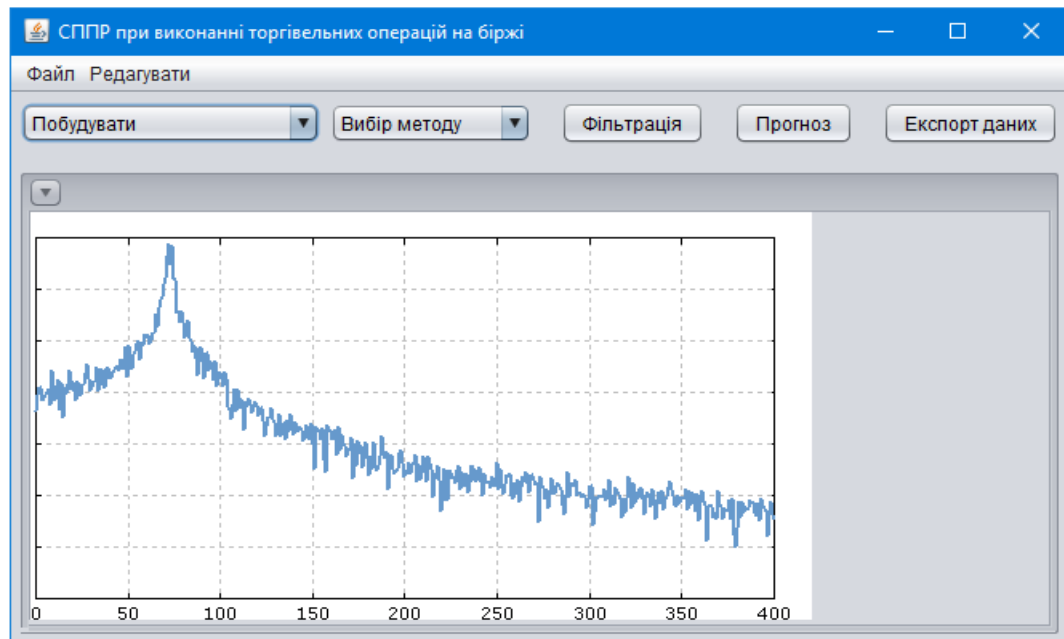


Рисунок 3.6- Параметри побудови спектральної щільності потужності акцій

Слід зазначити, що наведений графік, побудований за допомогою розробленого програмного забезпечення, відображає залежність оцінок спектральної щільності потужності від періоду, а не від частоти, як це прийнято в теорії цифрової обробки сигналів. Між періодом коливань і частотою існує обернено пропорційна залежність: чим більше період коливання в часі, тим менше частота коливань, тобто тим менша кількість повних коливань в одиницю часу [14]. В рамках даної роботи одиницею виміру періоду є не календарний, а торговий день, оскільки аналізуються коливання котирувань біржових цінних паперів.

Дана форма представлення даних більш зручна для сприйняття інформації. Необхідно відзначити, що визначати спектральну щільність потужності випадкового процесу, в тому числі за допомогою авторегресійного методу Берга

(методу максимальної ентропії), дозволяє ряд програмних продуктів, наприклад, система MatLab [15], що представляє собою операційне середовище і мову інженерних та наукових обчислень. Але для розрахунку оцінок система MatLab вимагає спеціальної установки і не призначена для біржової торгівлі і технічного аналізу.

Наступною перевагою розробленого програмного забезпечення, є можливість виділяти довгі, середні і короткі хвилі (останні часто асоціюють з шумом) з використанням фільтрів нижніх, середніх і верхніх частот, принципи моделювання яких описані в даній роботі раніше. Користувач може варіювати частоту зрізу проєктованого фільтру, тим самим визначаючи кількість хвиль, сукупне накладення яких відображається на графіку. Вибір частоти (періоду) зрізу слід здійснювати на основі аналізу оцінок спектральної щільності потужності. Найбільші і значущі циклічні складові, що характеризуються локальними максимумами справа на графіку спектральної щільності потужності, можуть бути виявлені за допомогою застосування фільтра нижніх частот, що пропускає зазначені періоди коливань. Фільтр середніх частот пропускає гармонійні складові середніх періодів (частот), які характеризуються менш помітними локальними максимумами. Верхнім частотам (малим періодами) відповідають дрібні зміни цін і білий шум, оцінки якого наведені справа на графіку 3.6. Виявити високочастотні циклічні складові дозволяє застосування фільтра верхніх частот.

Четвертою перевагою розробленого програмного забезпечення є можливість проведення асинхронного гармонійного аналізу котирувань акцій, який реалізується відповідно до алгоритму, запропонованим раніше: з динаміки змін котирувань акцій виявляються хвилі за допомогою підбору комбінації параметрів кожної гармоніки, що забезпечують найбільший коефіцієнт детермінації в даних умовах. Процедура виділення гармонік повторюється до тих пір, поки статистика Дарбіна-Уотсона не потрапить в інтервал значень, що визначаються за спеціальними статистичними таблицями, в результаті чого

можна сказати, що відсутня автокореляція залишків, і залишки носять випадковий характер.

3.2. Реалізація моделей торговельних індикаторів на базі спектрального аналізу, асинхронного гармонічного аналізу та цифрової фільтрації

Далі розглянемо два розроблених торгових індикатора, передбачувані до використання трейдерами брокерських компаній. Перший індикатор використовує фільтрацію, а другий - асинхронний гармонійний аналіз і фільтрацію.

Перший торговий індикатор, розроблений в ході роботи, складається з декількох ліній: швидкої лінії тренду; сигнальної лінії для швидкого тренду; повільної лінії тренду; сигнальної лінії для повільного тренду; лінії, що характеризує динаміку хвиль середньої частоти; індикаторної лінії напрямку швидкості тренда; індикаторної лінії напрямку повільного тренда; лінії, що характеризує відставання швидкого тренда від цін акцій. Основними лініями пропонованого торгового індикатора, використовуваними безпосередньо для прийняття рішень про покупку і продаж, є швидка лінія тренда і відповідна їй сигнальна лінія. Решта лінії, перераховані вище, є допоміжними, застосовуються для аналізу динаміки котирувань досліджуваного цінного паперу і перевірки автентичності сигналу для здійснення торгової угоди.

Процес побудови торгового індикатора, заснованого на цифровій фільтрації і спектральному аналізі, призначеного для використання в якості підказки при прийнятті рішень про покупці або продажі того чи іншого цінного паперу, включає в себе кілька етапів.

На першому етапі необхідно вибрати цінний папір і період, для якого потрібно проаналізувати динаміку котирувань і виробити рішення про біржову купівлю та / або продажу.

На другому етапі потрібно для обраного раніше ряду динаміки порахувати оцінки спектральної щільності потужності і провести їх аналіз. Розрахунок здійснюється за допомогою методу максимальної ентропії (метод Берга), що реалізується за алгоритмом, який запропонований у другому розділі даної роботи. Оцінки аналізуються з метою вибору частоти зрізу (відсічення) або ширини пропускання проектованого фільтру нижніх частот. В результаті застосування ФНЧ посилюються частотні складові, частота яких нижче частоти зрізу, і придушуються ті складові, частота яких вище частоти зрізу.

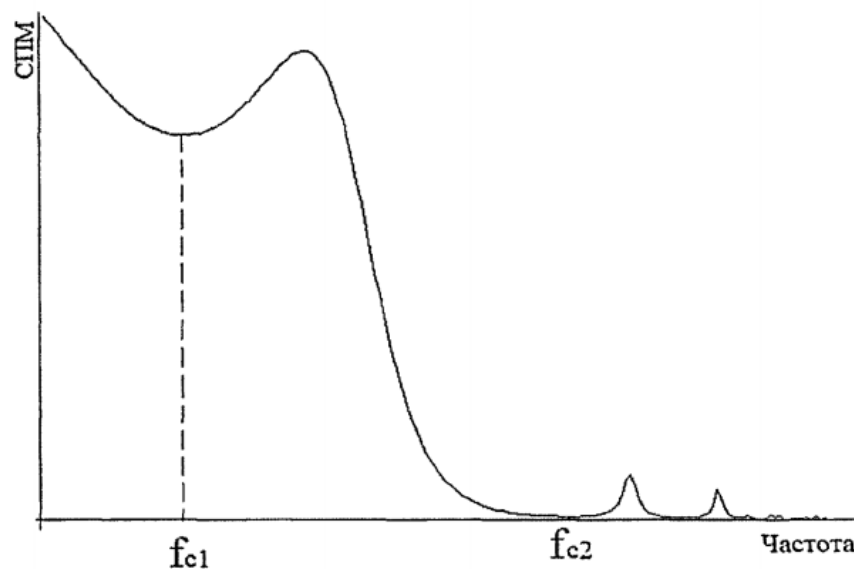


Рисунок 3.7- Спектральна щільність потужності котирувань акцій

На рисунку 3.7 наведена графічна інтерпретація оцінок спектральної щільності потужності для котирувань акцій ВАТ «Ніагара». Локальні максимуми характеризують найбільш значущі циклічні складові. Чим більше значення СПМ, тим більш значуща відповідна цьому значенню циклічна складова.

На рисунку 3.8 представлено діалогове вікно розробленого програмного забезпечення, що дозволяє вибрати параметри індикатора, а також вибрати бажані лінії серед тих, які перераховані раніше, для графічного зображення на екрані.

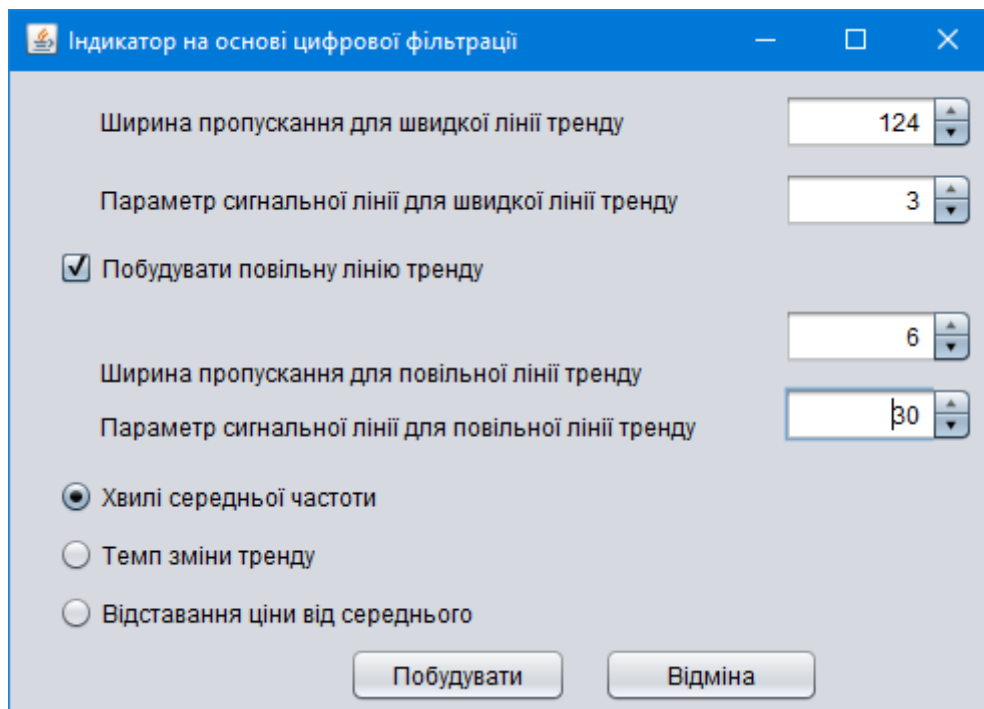


Рисунок 3.8- Діалогове вікно системи для побудови торгового індикатора на основі цифрової фільтрації

Як вже було зазначено, торговий індикатор на основі цифрової фільтрації і спектрального аналізу, що дозволяє отримувати сигнали про покупку і продаж цінних паперів включає наступні дві основні лінії: швидку лінію тренда і сигнальну лінію.

Крім повільної лінії тренда розроблене програмне забезпечення дозволяє побудувати допоміжні лінії пропонованого індикатора: повільну лінію тренда і відповідну їй сигнальну лінію.

Якщо одночасно зростають швидка і повільна лінії тренду, то можна сказати, що на ринку має місце сильний висхідний тренд. Відповідно, одночасно падаючі швидка і повільна лінії тренду свідчать про наявність сильного ведмежого (низхідного) тренда на ринку.

У тому випадку якщо швидка лінія тренда росте, а повільна падає, то це показник, або корекції при ведмежому (падаючому) тренді, або консолідації. Під корекцією розуміють короткочасну зміну спадної тенденції на протилежну, тобто ринок коригує частину спаду і лише потім відновлює попередню тенденцію. Консолідація являє собою період горизонтального руху цін в межах

вузької цінової смуги. Крім того, консолідація передбачає продовження попередньої тенденції.

Падіння повільної лінії тренду і зростання швидкої лінії тренду свідчать або про ведмежу корекцію, або про консолідацію. Під ведмежою корекцією розуміється тимчасовий відкат цін від колишнього цінового мінімуму.

Початок або відновлення руху швидкої і повільної ліній тренда в одному напрямку сигналізує або про розворот тенденції, або про завершення корекції і відновлення руху цін у напрямі повільної лінії тренда.

Крім описаного вище торгового індикатора на основі спектрального аналізу і цифрової фільтрації розроблене в ході роботи програмне забезпечення надає можливість побудувати інший торговий індикатор, який ґрунтується на цифровій фільтрації і асинхронному гармонійному аналізі, що дозволяє робити короткостроковий прогноз динаміки котирувань досліджуваної цінного паперу і в результаті отримувати прогнозні сигнали до купівлі або продажу. Процес розрахунку другого торгового індикатора включає в себе кілька етапів.

На першому етапі потрібно вибрати цінний папір і період історичних даних динаміки його змін, на основі яких буде проводитися прогнозування. Чим більше вихідний ряд динаміки, тим більше горизонт прогнозування в абсолютному значенні. Причому з ростом горизонту прогнозування знижується точність прогнозу. Розроблене програмне забезпечення дозволяє отримати прогноз, що становить 20% від довжини вихідного часового ряду історичних даних котирувань аналізованого цінного паперу.

На другому етапі для обраного ряду котирувань акцій проводиться асинхронний гармонійний аналіз згідно з алгоритмом, представленим раніше в даній роботі. На основі виявлених гармонійних складових і лінійного тренда розраховується прогноз за допомогою їх екстраполювання.

На третьому етапі проводиться цифрова фільтрація динамічного ряду, що складається з історичних даних котирувань цінних паперів і прогнозних значень, отриманих на другому етапі для цих історичних даних, з метою згладжування результату. Фільтрація здійснюється за допомогою ФНЧ, ширину пропускання

якого користувач програмного забезпечення може задати на свій розсуд. Чим менше ширина пропускання, тим більше гладкими виходять вихідна послідовність і прогноз.

На четвертому етапі генеруються сигнали для здійснення торгових операцій в прогнозованому періоді. Сигнали до покупки подаються в локальних мінімумах, а сигнали до продажу в локальних максимумах отриманих прогнозних значень. При цьому користувач розробленого програмного забезпечення має можливість задати мінімальний відсоток зміни ціни акції, при якому будуть відбуватися біржові угоди.

3.3.Обґрунтування економічної ефективності розробленої системи

В процесі виконання роботи проведено також дослідження розробленої економіко-математичної моделі прийняття управлінських рішень брокерською компанією, яка дозволяє планувати рух грошових коштів таким чином, щоб прибуток компанії на кінець періоду був максимальним. В якості управлінських впливів в моделі виступають щоденні обсяги купівлі-продажу цінних паперів. Розрахунки по моделі проводилися у вигляді бюджету руху грошових коштів та інших допоміжних таблиць, складених з використанням Microsoft Excel. Всі електронні таблиці є взаємопов'язаними і автоматично перераховуються при зміні вихідних даних.

У таблиці 3.1, зображеної нижче, наведені основні фінансово-господарські показники брокерської компанії «Ніагара», які використовувалися для реалізації економіко-математичної моделі прийняття управлінських рішень:

- відсоток комісійних компанії «Ніагара»;
- відсоток комісійних біржі;
- максимальна сума грошових коштів, яку компанія надає своїм клієнтам для купівлі цінних паперів (включає в себе максимальну суму банківського кредиту);

- максимальна кількість цінних паперів (акцій ВАТ «Ніагара»), які компанія надає своїм клієнтам для коротких угод;
- відсоток по кредитах, що надаються клієнтам у вигляді грошових коштів, а також відсоток за кредитами у вигляді цінних паперів;
- мінімальна величина залишку грошових коштів на розрахунковому рахунку, використовувана в другому обмежені моделі;
- середній денний оборот по операціях клієнтів, заданий в ході статистичного аналізу діяльності компанії за попередні місяці;
- максимально допустимий компанією ризик, який використовується в третьому обмежені моделі.

Таблиця 3.1- Основні показники компанії «Ніагара», які використовувалися для модельних розрахунків

Показник	Розмірність
Комісія брокера (включно із комісією біржі)	0.0535%
Комісія біржі	0.0035%
Максимальний обсяг кредитування клієнтів	5000000 грн.
Процент кредитування клієнтів грошовими засобами	25%
Максимальна кількість акції ВАТ «Ніагара»	2000
Відсоток кредитування клієнтів цінними паперами	35%
Максимальна сума банківського кредиту	2000000 грн.
Відсоток за банківським кредитом	18%
Мінімальний залишок на рахунку	25000 грн.
Середньоденний оборот за угодами клієнтів	5000000 грн.
Максимально допустимий ризик	2%

Аналізуючи статистичні дані про обсяги біржових угод, здійснюваних компанією "Ніагара" від імені своїх клієнтів, можна зробити висновок про те, що на початку і в кінці робочого тижня обсяг угод клієнтів вище, ніж в середині, приблизні величини вагових коефіцієнтів денного обороту представлені нижче в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2-Вагові коефіцієнти денного обороту по операціях клієнтів компанії «Ніагара» в залежності від дня тижня

Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця
1.3	1	0.7	0.8	1.2

Прогноз індексу і сигнали про здійснення операцій торгового індикатора використовуються в компанії «Ніагара» для прогнозування розмірів і моменту кредитування клієнтів. На основі аналізу статистичних даних щодо діяльності компанії за попередні місяці можна зробити висновок, що в середньому 30% кредитів на покупку цінних паперів береться клієнтами на наступний день по досягненню «дна» індексом, 40% кредитів - через день і 30% - через 2 дня. Аналогічним чином, на наступний день після досягнення піку індексу клієнтами погашається 30% від загальної суми виданих під покупку цінних паперів кредитів, 40% - через день і решта 30% - через 2 дня.

Проаналізувавши обсяги кредитування попередніх місяців, можна зробити висновок, що в середньому 70% цінних паперів даються в кредит клієнтам на наступний день по досягненню «піку» індексу, 20% - через день і 10% - через два дні. Аналогічно, розподіляються обсяги погашення клієнтами компанії кредитів, узятих в цінних паперах: 70% акцій повертається на наступний день по досягненню «дна» індексу, 20% - через день і 10% - через 2 дня.

Компанії, що здійснюють угоди на фондовій біржі і мають ліцензію на ведення дилерської діяльності, можуть здійснювати операції не тільки від імені клієнтів, надавати їм в кредит цінні папери та грошові активи, а й формувати з

цінних паперів власний інвестиційний портфель, ефективно управління яким може підвищити прибуток компанії.

Завдання максимізації прибутку дилерської компанії зводиться до перебору всіляких комбінацій структури портфеля на кожен день прогнозу і вибору серед них такої структури, при якому прибуток на кінець періоду максимальний. Як говорилося раніше, прибуток визначається сумарним надходженням коштів по операційній діяльності за весь прогнозний період за вирахуванням сумарного відтоку грошових коштів з операційної діяльності компанії за весь період.

У випадку якщо компанія, що займається обслуговуванням клієнтів на фондовій біржі, має ліцензію на здійснення дилерської діяльності, то при виборі структури власного інвестиційного портфеля крім обмежень на суму частки цінних паперів, що входять до його складу (не повинна перевищувати одиницю), а також кількість проданих акцій (не повинно перевищувати кількості куплених) необхідно враховувати обмеження на ризик портфеля, по пропонованому способі розрахунку якого говорилося в даній роботі раніше.

Для визначення величини ризику необхідно знати величини часток акцій в портфелі, які знаходяться в результаті виконання завдання, середньоквадратичне відхилення по кожному цінному папері і кореляцію. Для визначення середньоквадратичного відхилення в свою чергу треба знати величину середнього значення ціни акції. З метою розрахунку ризику портфеля на кожен день прогнозу заповнюється допоміжна таблиця.

З метою оцінки ефективності вищенаведеного оптимального інвестиційного портфеля прогнозні фінансові результати компанії «Ніагара» порівнюються з варіантом використання коштів інвестиційного портфеля брокерської компанії цілком на кредитування клієнтів коштами. Для цього розрахований бюджет руху грошових коштів, виходячи з умови, що половина цінних паперів компанії, з яких формувався інвестиційний портфель, продаються, і отримані від продажу грошові кошти спрямовуються на кредитування клієнтів компанії.

Таким чином, серед розглянутих в даному розділі варіантів планування грошових потоків компанією "Ніагара" найбільш прибутковим є варіант, що полягає в управлінні портфелем цінних паперів на підставі економіко-математичної моделі, запропонованої в рамках даної роботи.

Висновки до розділу 3

У даному розділі роботи наведено опис розробленого програмного забезпечення, що дозволяє проводити технічний аналіз за допомогою стандартних торгових індикаторів, а також ряд додаткових операцій, які не реалізуються найбільш поширеними системами «MetaStock», «Omega».

А саме: оптимізувати параметри їх налаштування, визначати сигнали на покупку-продаж цінних паперів, розраховувати прибутковість від використання того чи іншого торгового індикатора, проводити асинхронний гармонійний аналіз котирувань цінних паперів з виявленням гармонійних складових і спектральний аналіз з побудовою спектральної щільності потужності, виявляти довгі і середні коливання котирувань на основі цифрової фільтрації.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Режим роботи що забезпечують високу працездатність в галузі інформаційних технологій

Працюючи за комп'ютером, рекомендується дотримуватися правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо. Принципи правильної роботи за комп'ютером:

- у робочому приміщенні (кімнаті), де встановлені комп'ютери, щодня потрібно виконувати вологе прибирання;
- приміщення, у якому знаходяться комп'ютери, потрібно провітрювати щогодини;
- після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати або дивитися телевізор. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу;
- необхідно постійно слідкувати за станом екрану монітора: він має бути чистим, без плям та пилу. Крім того, обов'язково слідкуйте за чистотою окулярів – комп'ютерних чи звичайних;
- слідкуйте за поставою: ноги твердо стоять на підлозі чи на спеціальній підставці; стегна розташовані під прямим кутом до тулуба, а гомілки – під прямим кутом до стегон; сидіти потрібно прямо або злегка нахилившись вперед; пальці рук знаходяться на рівні зап'ястків або трохи нижче – у такому положенні вони найбільш рухливі; плечі мають бути розслаблені та вільно опущені, що сприяє розслабленню рук; відстань від очей до екрану монітора – не менше 55-60 см; центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче; рекомендується хоча б раз на день виконувати гімнастику для очей;

- щоб попередити „синдром сухого ока”, моргайте кожні 3-5 секунд;
- як не дивно, але й у наш час є люди, які замість монітору використовують звичайний телевізор. Так чинити категорично не рекомендується: випромінювання від телевізора практично у сто разів перевищує випромінювання монітора. Це зумовлено тим, що телевізор призначений для перегляду на значній відстані;

- у процесі роботи за комп'ютером обов'язково звертайте увагу на дихання: воно має бути рівномірним, без затримок;

- при роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні);

- якщо шрифт занадто мілкий, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше);

- при наборі текстів з паперів чи книг рекомендується помістити джерело якомога ближче до монітору. Це дозволить уникнути частих рухів головою та очима;

- якщо є можливість, міняйте вид діяльності, якою займаєтеся протягом дня;

- у процесі роботи рекомендується періодично (приблизно раз на 20-30 хвилин) переводити погляд з екрану на найбільш віддалений предмет у кімнаті, а ще краще – на віддалений об'єкт за вікном;

- якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

Законодавчо встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при роботі з ЕОМ при 8-годинній денній робочій зміні залежно від характеру праці:

- для розробників програм слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за персональним комп'ютером;

- для операторів персональних комп'ютерів слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години;
- для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожної години роботи за персональним комп'ютером.

4.2. Інженерний захист персоналу об'єкту та населення. Правила застосування.

Головною метою захисту населення і територій під час НС є забезпечення реалізації державної політики у сфері запобігання і реагування на НС та ліквідації їх наслідків. Заходи з підготовки до захисту населення проводяться завчасно по територіально-виробничому принципу створення системи цивільного захисту цивільної оборони.

При цьому вони ведуться як у зв'язку з можливими надзвичайними ситуаціями природного, техногенного та терористичного характеру, так і в передбаченні небезпек, які виникають при веденні воєнних дій, оскільки значна частина цих заходів ефективна, як у мирний час та і у воєнний період.

Кожний громадяни України зобов'язаний дотримуватись заходів безпеки в побуті та повсякденній трудовій діяльності, не допускати порушень виробничої та технологічної дисципліни, вимог екологічної безпеки, охорони праці, що можуть призвести до надзвичайної ситуації, вивчати основні способи захисту населення і територій від наслідків НС, надання першої медичної допомоги постраждалим, правила користування засобами захисту.

Інженерний захист населення і територій, це комплекс інженерно-технічних заходів, який проводиться завчасно та в оперативному порядку, направлений на попередження або максимальне зниження втрат населення та

матеріальних збитків при виникненні НС техногенного, природного, соціально-політичного та військового характеру.

Інженерний захист населення і територій займає важливе місце серед усього комплексу заходів захисту населення і територій, які виконуються посадовими особами і органами управління усіх рівнів.

Організація та проведення заходів інженерного захисту населення і територій являється обов'язковою функцією для центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування, підприємств і організацій, незалежно від їх організаційно-правових форм і форм власності.

З метою захисту населення і територій від НС, запобігання їх виникненню та зменшенню втрат і шкоди економіці держави, ефективної ліквідації наслідків НС проводиться спеціальний комплекс заходів захисту.

Для забезпечення захисту населення міст, працюючих і службовців об'єктів економіки, створюється ФЗС, проводиться інформування та оповіщення, плануються евакуаційні, медичні заходи, населення забезпечується засобами індивідуального захисту та приладами дозиметричного й хімічного контролю, проводиться підготовка населення до дій у НС. Порядок здійснення основних заходів у сфері захисту населення і територій від НС, а саме таких елементів як інформування та оповіщення, спостереження, укриття в захисних спорудах, евакуаційні заходи, хімічний і медичний захист та інші, визначається законами України «Про захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру», «Про правові засади цивільного захисту», «Про зв'язок», «Про телебачення та радіомовлення, та інженерно-технічними заходами цивільного захисту».

ВИСНОВКИ

Український фондовий ринок має свої особливості, що відрізняють його від зарубіжних ринків. Тому економіко-математичне моделювання прогнозних значень котирувань цінних паперів, інвестиційних портфелів, торгових індикаторів необхідно здійснювати з урахуванням виявлених особливостей. Основними учасниками ринку цінних паперів є брокери і дилери, які використовують у своїй діяльності технічний аналіз для здійснення біржових угод.

В роботі вдосконалено два торгових індикатора. Перший використовує в своїй основі алгоритм спектрального аналізу. Для прийняття рішень про купівлю / продаж до уваги береться перетин лінії тренду, що є результатом застосування фільтра нижніх частот, і сигнальної лінії - змінного середнього малого періоду від лінії тренда. Пропонований торговий індикатор забезпечує найбільшу прибутковість серед індикаторів, використовуваних в технічному аналізі. Інший торговий індикатор, використовує в своїй основі алгоритм асинхронного гармонійного аналізу і дозволяє робити короткостроковий прогноз динаміки котирувань досліджуваної цінного паперу і прогнозні сигнали про купівлю/ продаж. Середня відносна помилка апроксимації пропонованого індикатора для різних цінних паперів і тимчасових періодів не перевищує 10%.

З метою підвищення ефективності діяльності компанії розроблена модель прийняття управлінських рішень. Цільовою функцією є максимізація прибутку. До уваги береться ряд обмежень: на кількість продаваних цінних паперів, на мінімальну величину сальдо і величину ризику інвестиційного портфеля компанії.

Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє крім проведення технічного аналізу за допомогою стандартних індикаторів проводити ряд додаткових операцій: оптимізувати параметри налаштування індикаторів, визначати сигнали на покупку/продаж цінних паперів, розраховувати

прибутковість від використання індикатора, проводити асинхронний гармонійний аналіз котирувань цінних паперів з виявленням гармонійних складових і спектральний аналіз з побудовою спектральної щільності потужності, виявляти довгі і середні коливання на основі цифрової фільтрації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артеменко Л. Проблеми функціонування фондових бірж в Україні / Людмила Артеменко, Ірина Мисловська // Матеріали науково-практичної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку економіки» (м. Тернопіль, 18 травня 2011 року). – Тернопіль : ТНТУ, 2011. – С. 57 – 58
2. Банира І. Найвпливовіші фондові біржі світу / Ірина Банира // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих учених „Соціально-економічні аспекти розвитку економіки“, 27-28 квітня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 154–155. — (Секція 5. Фінансове забезпечення процесів глобалізації та регіоналізації).
3. Безвух С. В. Фондовий біржовий ринок України: стан, тенденції, проблеми і заходи щодо їх вирішення. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. № 5 (1). 2014. С. 69—74. 2.
4. Васильєв О.В. Сучасні трансформації інфраструктури фондового ринку України та Європи. Економіка розвитку. № 4 (80). 2016. С. 16—22.
5. Офіційний сайт ПФТС [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.pfts.ua
6. Вітлінський В. В. Математичні моделі та методи ринкової економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова ; Держ. вищ. навч. закл. «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». – К. : КНЕУ, 2010. – 531 с. 14. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко ; Київський національний економічний ун-т. – К. : КНЕУ, 2005. – 306 с
7. Воробйова О.І. Кредитно-інвестиційна діяльність банків України: моногр. / О.І. Воробйова. — Київ- Сімферополь: ВД «АРІАЛ», 2010. — 396 с.
8. Добриніна Л. Фондовий ринок України: сучасні тенденції. Науковий вісник Одеського національного економічного університету. № 6. 2014. С. 49—59.

9. Краснова І.В. Фондовий ринок в Україні: стан та перспективи розвитку. Проблеми економіки. №1. 2014. С. 129—134.
10. Кутузова М. Фондовий ринок України в умовах нестабільності світового фінансового середовища. Мо\$ лодий вчений. № 3 (30), 2016. С. 115—118.
11. Камінський А. Б. Економіко-математичне моделювання фінансових ризиків : дис. ... д-ра екон. наук : спец. 08.00.11 / А. Б. Камінський ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – К., 2007. – 414 с.
12. Киселева А. Ю. Решение задачи оптимизации портфеля ценных бумаг с 190 помощью методов многокритериальной оптимизации [Электронный ресурс] / А. Ю. Киселева // Корпоративные финансы. – 2007. – № 1. – С. 64–77. – Режим доступа : <http://ecsocman.edu.ru/data/129/828/1219/04-64-77.pdf>.
13. Кишакевич Б. Ю. Проблема вибору мір ризику в контексті світової фінансової кризи / Б. Ю. Кишакевич // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : збірник науково-технічних праць. – Львів : НЛТУ України, 2010. – Вип. 20.2. – С. 178–186.
14. К.Кость. Переваги іро як засобу здійснення інвестицій / К.Кость // Галицький економічний вісник. — 2011. — №1(30). — с.74-78 - (економіка та управління національним господарством)
15. Ковалев П. П. Сценарный анализ. Структура метода / П. П. Ковалев // Управление финансовыми рисками. – 2007. – № 1. – С. 2–21.\
16. Лібусь Т. І. Сучасні тенденції українського біржового ринку акцій / Т. І. Лібусь, Г. Б. Машлій // Тези доповідей IV Міжнародної науково-методичної конференції «Форум молодих економістів-кібернетиків „Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід“», 24-26 жовтня 2013 року. — Т. : ТНТУ, 2013. — С. 138–139. — (Секція 6. Актуальні задачі теоретичної економіки).
17. Матвійчук А. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінаційного аналізу / А. Матвійчук // Вісн. НАН України. — 2010. — № 9. — С. 24-46.

18. Моделирование по методу Монте-Карло URL: http://www.palisade.com/risk/ru/monte_carlo_simulation.asp.

19. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Фінансовий ринок» за освітнім рівнем «Бакалавр» для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки: 6.030508 «Фінанси і кредит», спеціальності: 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» / укл. : І.Г. Химич. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018. – 171 с.

20. Павлова Е.А., Сизова Т.М. Совершенствование методов управления операционными рисками // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.- URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=18268>

21. Пеникас, Г., Алескеров, Ф., Солодков, В. Анализ математических моделей Базель II. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010.- 288 с

22. Поддєрьогін А.М. Фінансова стійкість підприємств в економіці України : [монографія] / А.М. Поддєрьогін, Л.Ю. Наумова. – К.: КНЕУ, 2011. – 184 с

23. Про цінні папери і фондовий ринок: Закон України від 23.02.2006 № 3480-IV (зі змінами і доповненнями) [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3480-15>

24. Про державне регулювання ринку цінних паперів в Україні: Закон України від 30.10.1996 № 448/96-ВР (із змінами і доповненнями) [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/main/>

25. Ратинський Вадим. Сутність поняття „фондові індекси“ / Вадим Ратинський // Матеріали науково-практичної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку економіки» (м. Тернопіль, 18 травня 2011 року). – Тернопіль : ТНТУ, 2011. – С. 46 – 47.

26. Річний звіт Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку за 2018 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.nfp.gov.ua/ua/Richni\\$zvity](https://www.nfp.gov.ua/ua/Richni$zvity)

27. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999.– 320 с.
28. Руденко О. Г. , Бодянский С. В/ Штучні нейронні мережі: навч. посіб. – Харків: ТОВ “Компанія СМІТ”, 2006.– 404 с.
29. Холодна Ю.. Особливості діяльності українських депозитаріїв / Ю.Холодна, І.Нагай // Галицький економічний вісник. — 2010. — №2(27).— с.135-140 - (фінансово-кредитне забезпечення діяльності господарюючих суб'єктів)
30. Сявавко М. С., Рибицька О. М. Моделювання за умов невизначеності. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2000.– 320 с.
31. Фельдерер Б. Макроекономіка і нова макроекономіка : підручник / Б. Фельдерер, Ш. Хомбург ; [пер. з нім. О. Буровнікової, А. Степаненка, К. Валуєва]. – К. : Либідь – Нічлава, 1998. – 464 с
32. Фондовый рынок: підручник. К.: КНЕУ, 2013. С. 537.
33. Филин С. Неопределенность и риск. Место инновационного риска в классификации рисков // Управление риском. – 2000. – № 4. – с. 25– 30.
34. Щукин Д. Ф. Словарь экономических терминов. Управление финансовыми рисками: теория и практика URL: <http://www.finrisk.ru/vocab/voclist.asp?letterM>.
35. Bhagat S. Investment and internal funds of distressed firms / S. Bhagat, N. Moyen, S. Inchul // Journal of Corporate Finance. – 2005. – No. 11. – P. 449– 472.
36. Caramia M. Multi-objective Management in Freight Logistics : Increasing Capacity, service level and safety with optimization algorithm / M. Caramia, P. Dell'Olmo. – Springer, 2008. – 190 p.
37. Gembicki F. W. Vector Optimization for Control with Performance and Parameter Sensitivity Indices. Ph.D. Thesis / F. W. Gembicki ; Case Western Reserve University. – Cleveland, Ohio, 1974

38. Shaw R. A. Measurement and modelling of dependencies in economic capital / R. A. Shaw, A. D. Smith, G. S. Spivak. – Access mode : <https://www.actuaries.org.uk/sites/default/files/documents/pdf/sm20100510.pdf>.
39. Shapelle A., Crama Y., Hübner G. and Peters J. P. Practical methods for measuring and managing operational risk in the financial sector: a clinical study // Journal of Banking and Finance.- 2008.- № 32.- p. 1049–1061.
40. Shim J. Measuring Economic Capital : Value at Risk, Expected Tail Loss and Copula Approach [Electronic resource] / J. Shim, L. Seung-Hwan, R. MacMinn. – Access mode : <http://www.nhh.no/files/filer/institutter/for/conferences/egrie2009/shim-leemacminn.pdf>.
41. Kuritzkes A. Operational risk Capital: A Problem of Definition // The Journal of Risk Finance. – 2002. – p. 47–56.
42. Loffler G., Posch P. Credit risk modeling using Excel and VBA. John Wiley & Sons Ltd.- 2007.- 261 p
43. L'opez J. An Introduction to Multiobjective Optimization Techniques Chapter 1 / J. L'opez, S. Zapotecas Mart'inez, C. A. Coello ; Departamento de Computaci' on Evolutionary Computation Group. – Nova Science Publishers, Inc., 2009. – 30 p.
44. Mittnik S., Yener T. Estimating operational risk capital for correlated, rare events// The Journal of Operational Risk (29–51), Incisive Media 2009.- URL: http://www.cequra.uni-muenchen.de/download/cequra_wp_01.pdf
45. Uner S. G. Loss Distribution Approach for the Operational Risk Economic Capital [Electronic resource] / S. G. Uner // SAS Global Forum. – 2008. – P. 163. – Access mode : <http://www2.sas.com/proceedings/forum2008/163-2008.pdf>.
46. Yahav I., Shmueli G. An Elegant Method for Generating Multivariate Poisson Random Variables. URL: www.researchgate.net.
47. Bezvog, S. (2014), "The stock exchange market of Ukraine: state, tendencies, problems and measures for their solution", Bulletin of Khmelnytsky National University. Economic Sciences, vol. 5, no. 1, pp. 69—74.

48. Vasilyev, O. (2016), "Modern transformations of stock market infrastructure of Ukraine and Europe", *Development Economics*, vol. 4, no. 80, pp. 16—22.
49. PFTS Official Website (2020), available at: [https:// pfts.ua/](https://pfts.ua/) (Accessed 10 December 2019).
50. Dobrynina, L. (2014), "The stock market of Ukraine: current trends", *Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University*, vol. 6, pp. 49—59.
51. Krasnova, I. (2014), "The stock market in Ukraine: the state and prospects of development", *Problems of economy*, vol. 1, pp. 129—134.
52. Kutuzova, M. (2016), "The stock market of Ukraine in the conditions of instability of the world financial environment", *Young scientist*, vol. 3, no. 30, pp. 115—118.
53. Verkhovna Rada of Ukraine (2006), The Law of Ukraine "On securities and the stock market", available at: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3480\\$15](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3480$15) (Accessed 12 April 2020).
54. Verkhovna Rada of Ukraine (1996), The Law of Ukraine "On State Regulation of the Securities Market in Ukraine", available at: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/ main](https://zakon.rada.gov.ua/laws/main) (Accessed 12 April 2020).
55. Annual Report of the National Securities and Stock Market Commission for 2018 (2019), available at: [https:// www.nfp.gov.ua/en/Richni\\$zvity](https://www.nfp.gov.ua/en/Richni$zvity) (Accessed 10 April 2020).
56. KNTEU (2013), *Fondovyy rynek [Stock market]*, KNTEU, Kyiv, Ukraine.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСТОСУВАННЯ
ТОРГІВЕЛЬНИХ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ КОТУВАНЬ АКЦІЙ ВАТ
«НІАГАРА»

Ціна	EMA (12)	MACD (5;2;11)	BBU (24;0,5)	Stoch (3;23)	Env (40;12)	New
200						
197,01						
198,05						
201,05						
200,03						
203						↑
210,05						
213,79						
211,11						
208,5						
214,3						
226						
229,76						
224,55						
225						↓
225,25						↑
227						
223,5						↓
221,25						↑
220						↑
231		↑				
229,3						
229,5		↓				↓
224						↓
221,8	↓					
223,85	↑					t
231,9		↑				
235,3						
244						
250,14						
253,7						↓
247,89						↓
248		↓				
249						
244,95						↑
252						↓
243						↓
247,15						↑
248,5						↑

244,01	↓					
242,04						↓
239,21						
224,54					↑	
234					↓	
221,41					↑	
224,88						
220		↑		↑		↑
225						
227		↓				
238,93	↑				↓	
242,59						
243						
245,88						
248,3						
255,01						
256,69				↓		
260,01						
254,4						↓
253,41						↑
255						
256,55						↓
245	↓				↑	
232			↑		↑	
243						
236,5						↑
245,45	↑	T		↓		
249,25			↓		↓	
242,01	↓					
248,94	↑					
244	↓					↓
243		↓				
237,55					↑	
244,2	↑	↑				
241		↓				↑
242,94		↑				
244,99	↑					
259,93			↓		↓	
255						
256,96						↓
255		↓				
255,01						
249	↓					
Дохід	1,084	1,319	1,307	1,131	1,302	1,497

ДОДАТОК Б

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСТОСУВАННЯ

ТОРГІВЕЛЬНИХ ІНДИКАТОРІВ ІЗ СТАНДАРТНИМИ ТА

ОПТИМАЛЬНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

	EMA (21)	EMA opt (12)	MACD (25;12;9)	MACD opt (5;2;11)	BBU (14; 1)	BBU opt (24; 0,5)
200						
197,01						
198,05						
201,05						
200,03						
203						
210,05						
213,79						
211,11						
208,5						
214,3						
226						
229,76						
224,55						
225						
225,25						
227						
223,5						
221,25						
220						
231				↑		
229,3						
229,5						
224				↓		
221,8						
223,85		↑				
231,9				↑		
235,3						
244						
250,14						
253,7						
247,89						
248				↓		
249						
244,95						
252						
243						
247,15						
248,5						
244,01		↓				

242,04						
239,21						
224,54					↑	
234						
221,41						
224,88						
220						
225				↑		
227				↓		
238,93	↑	↑				
242,59			↑			
243						
245,88					↓	
248,3						
255,01						
256,69						
260,01						
254,4				↓		
253,41						
255						
256,55						
245	↓	↓				
232					↑	↑
243						
236,5						
245,45	↑	↑		↑		
249,25						↓
242,01	↓	↓				
248,94	↑	↑				
244	↓	↓				
243				↓		
237,55						↑
244,2	↑	↑		↑		
241	↓	↓		↓		
242,94				↑		
244,99	↑	↑				
259,93			↑		↓	↓
255						
256,96						
255				↓		
255,01						
249		↓				
Дохід	0,994	1,084	1	1,319	1,239	1,307

ДОДАТОК В

ЛІСТИНГ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ СИСТЕМИ

```
public class Birzha{
protected String name;
    protected String Adress;
    public void setName(String newName){
        name = newName;
    }
    public String getName(){
        return name;
    }
    public void setAddress(String newAdress){
        name = newAdress;
    }
    public String getAddress(){
        return Adress;
    }
}
// успадковуємо клас Birzha
public class Company extends Birzha{
    private String Operation;
    // створюємо конструктор
    public Company(String n, String s, String p){
        name = n;
        Adress = s;
        Operation = p;
    }
    public void setOperation(String newDocument){
        Operation = newDocument;
    }
    public String getOperation(){
        return Operation;
    }
}
public class Company extends Birzha{
    private String Operation;
    private IdCard iCard;
    public Company(String n, String s, String p){
        name = n;
        Adress = s;
        Operation = p;
```

```

    }
    public void setOperation(String newOperation){
        Operation = newOperation;
    }
    public String getOperation(){
        return Operation;
    }
    public void setIdCard(IdCard c){
        iCard = c;
    }
    public IdCard getIdCard(){
        return iCard;
    }
}

public class IdCard{
    private Date dateExpire;
    private int number;
    public IdCard(int n){
        number = n;
    }
    public void setNumber(int newNumber){
        number = newNumber;
    }
    public int getNumber(){
        return number;
    }
    public void setDateExpire(Date newDateExpire){
        dateExpire = newDateExpire;
    }
    public Date getDateExpire(){
        return dateExpire;
    }
}

IdCard card = new IdCard (123);
card.setDateExpire (new SimpleDateFormat ("yyyy-MM-dd"). parse ("2016-09-10"));
sysBroker.setIdCard (card);
System.out.println (sysBroker.getName () + "операції по купівлі" + sysBroker.getOperation ());
System.out.println ("Здійснив" + new SimpleDateFormat ("yyyy-MM-dd"). Format (sysBroker.getIdCard ().
getDateExpire ());

public class OperationDay{
    private int number;
    public OperationDay(int n){

```

```

        number = n;
    }
    public void setNumber(int newNumber){
        number = newNumber;
    }
    public int getNumber(){
        return number;
    }
}
...
private Set OperationDay = new HashSet();
...
public void setOperationDay(OperationDay newOperationDay){
    OperationDay.add(newOperationDay);
}
public Set getOperationDay(){
    return OperationDay;
}
public void deleteOperationDay(OperationDay r){
    OperationDay.remove(r);
}
...
public class Result {
    private String name;
    private Set Companys = new HashSet ();
    public Result (String n) {
        name = n;
    }
    public void setName (String newName) {
        name = newName;
    }
    public String getName () {
        return name;
    }
    public void addCompany (Company newCompany) {
        Companys.add (newCompany);
        // Пов'язуємо брокера з компанією
        newCompany.setResult (this);
    }
    public Set getCompanys () {
        return Companys;
    }
}

```

```
    public void removeCompany (Company e) {
        Companys.remove (e);
    }
}
...
private Result Result;
...
public void setResult(Result d){
    Result = d;
}
public Result getResult(){
    return Result;
}
private class PastOperation{
    private String name;
    private Result Result;
    public PastOperation(String Operation, Result dep){
        name = Operation;
        Result = dep;
    }
    public void setName(String newName){
        name = newName;
    }
    public String getName(){
        return name;
    }
    public void setResult(Result d){
        Result = d;
    }
    public Result getResult(){
        return Result;
    }
}
...
private Set pastOperation = new HashSet();
...
public void setPastOperation(PastOperation p){
    pastOperation.add(p);
}
public Set getPastOperation(){
    return pastOperation;
}
```

```
public void deletePastOperation(PastOperation p){
    pastOperation.remove(p);
}
...
public class Menu {
    private static int i = 0;
    public static void showCompanys (Company [] Companys) {
        System.out.println ("Список компаній:");
        for (i = 0; i <Companys.length; i ++) {
            if (Companys [i] instanceof Company) {
                System.out.println (Companys [i] .getName () + "-" + Companys [i] .getOperation ());
            }
        }
    }
}
```