

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

(інститут)

інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

студента Капустіна Богдана Олеговича

(ПІБ)

академічної групи 124-19-2

(шифр)

спеціальності 124 – Системний аналіз

(код і назва спеціальності)

на тему: «Підвищення товарообігу шляхом прогнозування продажів аптеки з урахуванням сезонності»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Проф. Слесарев В.В.			
розділів:				
Інформаційно-аналітичний розділ	Проф. Слесарев В.В.			
Спеціальний розділ	Проф. Слесарев В.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	к.ф.-м.н., доц. Хомяк Т.В.			

Дніпро

2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Системного аналізу та управління

(повна назва)

к. т. н., доц. Т.А. Желдак

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

студенту Капустіна Богдана Олеговича академічної групи 124-19-2

Спеціальності 124 - Системний аналіз

на тему: «Підвищення товарообігу шляхом прогнозування продажів аптеки з урахуванням сезонності «16» травня 2023 р. № 350-с.

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
<i>Інформаційно-аналітичний розділ</i>	<i>Характеристика і особливості продаж ліків. Опис принципів прогнозування та огляд існуючих методів пргнзування.</i>	<i>10.11.2022-30.12.2022</i>
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>Аналіз статистичних характеристик динаміки продажів ліків. Прогнозування річного об'єму реалізації. Прогнозування без урахування сезонності. Прогнозування з урахуванням сезонності. Порівняння якості прогнозу..</i>	<i>01.01.2023-05.06.2023</i>

Завдання видав _____ д.т.н., проф. В.В.Слесарєв
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 10 грудня 2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 10 червня 2023 р.

Завдання прийняв до виконання _____ Капустін Б.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 56 с., 36 рис., 4 табл., 3 додатки, 11 джерел.

‘Об’єкт дослідження - динаміка продажів фармацевтичних препаратів в роздрібних і дрібнооптових аптеках на внутрішньому ринку України.

Мета дослідження - прогноз динаміки роздрібногo ринку лікарських засобів з урахуванням сезонних змін купівельного попиту на підставі яких з’являється можливість розробити метод управління запасами, який забезпечує одночасне збільшення оборотності і прибутку .

Предмет дослідження - визначення методу прогнозування продажів, що дозволяє прогнозувати продажі на 1-3 тижні вперед.

У вступі визначено актуальність обраної теми, її зв’язок з товарообігом та економічною ефективністю підприємства.

У аналітичному розділі здійснено аналіз сучасних методів прогнозування, особливості їх застосування. Показані особливості динаміки реалізації 9 груп лікарських препаратів, показані особливості та зв’язок темпів реалізації з сезонними захворюваннями. Розглянуті дані за 3 роки.

У спеціальному розділі виконано аналіз динамічних рядів продажів, отримані їх основні статистичні характеристики. Проведене прогнозування річного об’єму реалізації препаратів, дана оцінка точності річного прогнозу.

Виконане прогнозування реалізації препаратів на 1-3 тижні з урахуванням сезонності та без урахування сезонності. Отримані результати дозволили зробити висновок про необхідність урахування сезонних індексів.

Практичне значення роботи полягає в розробленні рекомендацій що до вибору методу та коефіцієнта (вікна) згладжування. Визначення граничної точності прогнозування. На результатах аналізу автокореляційної функції показано на який термін можливе прогнозування.

ДИНАМІЧНИЙ РЯД, СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЗГЛАДЖУВАННЯ, ВИПАКОВА СКЛАДОВА, СЕЗОННИЙ ІНДЕКС, КОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ, СПЕКТРАЛЬНА ГУСТИНА.

ABSTRACT

Explanatory note: 56 s., 36 pic., 4 Table., 3 Applications, 11 sources.

Object of study - the dynamics of sales of pharmaceutical products in retail pharmacies and small wholesale on the domestic market of Ukraine.

The purpose of the study - the forecast of the dynamics of the retail pharmaceutical market, taking into account seasonal changes in consumer demand on which it is possible to develop a method of inventory control, which provides a simultaneous increase in turnover and profits.

The subject of study - definition of sales forecasting method that allows to predict sales for 1-3 weeks in advance.

In the introduction, determined relevance of the topic, its relationship with turnover and economic performance of the enterprise.

In the analytical section of the analysis of modern methods of forecasting, especially their use. The features of the dynamics of the implementation of nine groups of drugs, shows the special relationship and the pace of implementation of seasonal diseases. Examined the data for 3 years.

A special section of the analysis of time series of sales, received their basic statistical properties. Performed forecasting annual sales volume of drugs, evaluated the accuracy of the annual forecast.

Completed implementation of forecasting products for 1-3 weeks with a seasonally adjusted and excluding seasonality. The results obtained allowed to conclude that treatment of seasonal indices.

The practical significance of the work is to develop recommendations on the choice of method and rate (windows) smoothing. Determining the limit of accuracy of prediction. On an analysis of the autocorrelation function shows how long the possibility of forecasting.

DYNAMIC RANGE, STATISTICAL DATA, SMOOTHING, RANDOM COMPONENT, SEASONAL INDEX, CORRELATION FUNCTIONS, SPECTRAL DENSITY.

ЗМІСТ

	стор.
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Інформаційно-аналітичний розділ.....	10
1.1 Методи прогнозування продажів компанії.....	10
1.2. Технічні методи прогнозування продажів.....	13
1.3 Особливості продажів лікарських препаратів.....	19
2. Спеціальний розділ.....	28
2.1. Статистичні характеристики продажів.....	28
2.2. Прогнозування річного обсягу продажів.....	37
2.3. Прогнозування продажів на 1-3 тижні.....	40
2.3.1. Прогнозування продажів на 1-3 тижні методом Хольта-Брауна.....	41
2.3.2. Прогнозування продажів з урахуванням сезонності.....	45
Висновки.....	51
Перелік використаних джерел	52
Додатки	
А Матеріали дипломної роботи.....	54
Б Ідгук керівника.....	55
В Рецензія.....	56

ВСТУП

При дефіциті обігових коштів найважливішим чинником для управління ними є швидкість оборотності товарних запасів.

Товарні запаси є найменш ліквідними короткостроковими активами. Запаси - це заморожені кошти, якими не можна користуватися. Більшість підприємств уникає великих запасів з низькою оборотністю, так як це пов'язано з ризиком. Замість цього краще мати більше вільних коштів і вживати заходів до прискорення оборотності запасів.

Методом прискорення оборотності товарних запасів є вкладення мінімальних грошових коштів в товарні запаси.

На підставі обліку і аналізу руху товарних запасів слід розраховувати показники оборотності товарних запасів, для того щоб визначити, який темп оборотності є найкращим для кожного найменування товару [1].

Об'єкт дослідження - динаміка продажів фармацевтичних препаратів в роздрібних і дрібнооптових аптеках на внутрішньому ринку України.

Товарні запаси аптеки в розрізі номенклатури повинні формуватися диференційовано, виходячи зі ступеня впливу кожної групи товарів на товарообіг і залежно від попиту на них. В першу чергу поповнюються запаси аптечного асортименту, що має більш високу швидкість реалізації та високий маркетинговий потенціал (препарати групи А), потім - запаси товарів, що значно впливають на товарообіг (група В), в останню чергу поповнюються товари, що мають сповільнену і непередбачувану швидкість реалізації (група С), не роблять істотного впливу на обсяги продажів.

У мережевих аптечних структурах поповнення товарних запасів здійснюється на основі визначених в асортиментному плані Q_{max} і Q_{min} (тобто максимальної і мінімальної кількості товару, яка повинна бути на складі і в кожній аптеці). При досягненні Q_{min} формується звіт по дефектурі і після

його обробки менеджером із закупівель або директором аптеки формується замовлення постачальнику (звіт по дефектурі складається щодня). При досягненні максимальної кількості товару (Q_{\max}) формується звіт за надлишків в аптеці (знімається щотижня). Враховуючи ту обставину, що мережеві аптеки поповнюють товарні запаси з єдиною складською бази (на відміну від одиночних аптек, де також переходять на щоденне замовлення товару), замовлення та доставка товару відбувається протягом одного дня, а товарні запаси поповнюються щодня.

Роздрібний сегмент українського фармацевтичного ринку становить близько 75%. Виробникам і дистриб'юторам фармацевтичної продукції важливо знати, які зміни роздрібного попиту будуть відбуватися в короткостроковому періоді. Ці дані необхідні для планування. Від точності прогнозів залежить економічна ефективність рішень у виробництві, постачанні, збуті та управлінні фінансами підприємств.

***Предмет дослідження** - визначення методу прогнозування продажів, що дозволяє прогнозувати продажі на 1-3 тижні вперед.*

Попит на лікарські засоби схильний до сезонних змін. Ігнорування цієї обставини призводить до низької точності прогнозів, неможливості отримання надійних результатів при прогнозуванні динаміки ринку в межах року. Прогнозування обсягів ринку необхідне для оптимізації прийнятих керівництвом підприємства рішень в різних областях. Проте складності що виникають при складанні прогнозів призводять до значних помилок одержуваних результатів і породжують сумніви в їх достовірності.

Труднощі часто бувають викликані неправильною функціональною специфікацією моделі або пропуском змінних, які суттєво впливають на поведінку досліджуваного процесу.

Не менш важлива така інформація і для аптек, оскільки виручка роздрібного підприємства є часто єдиним джерелом забезпечення їх короткострокових зобов'язань.

Якщо через падіння попиту на лікарські засоби виручка скоротиться, то у аптеки можуть виникнути проблеми з погашенням заборгованості за товар, поставлений оптовими компаніями.

При збільшенні оборотності зростають обсяг реалізації і прибуток. Збільшення оборотності вдвічі збільшує прибуток втричі.

Мета дослідження - прогноз динаміки роздрібного ринку лікарських засобів з урахуванням сезонних змін купівельного попиту на підставі яких з'являється можливість розробити метод управління запасами, який забезпечує одночасне збільшення оборотності і прибутку.

1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Методи прогнозування продажу компанії

Одне з найбільш важливих питань у процесі прогнозування стосується правильного вибору методу прогнозування. Розглянемо існуючу на даний момент практику застосування методів прогнозування. Залежно від концептуальних засад таких методів їх ділять на фундаментальні і технічні. У деяких літературних джерелах їх також називають суб'єктивними і об'єктивними методами (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Класифікація методів прогнозування продаж

Фундаментальні суб'єктивні методи базуються переважно на оцінках експертів майбутніх обсягів продажів фірми та їх приросту. При цьому експертами з оцінки можуть виступати як фокус-групи, які складаються із споживачів даного продукту, так і групи продавців або менеджерів фірми. Прак-

тика показує, що непоганий результат можна отримати у разі використання групи, що буде охоплювати лише певні категорії [2].

У процесі опитування таких експертів варто використовувати метод Дельфі, суть якого полягає в послідовному опитуванні експертів незалежно один від одного і формуванні узагальнюючих знеособлених результатів такого опитування на першому етапі. На другому етапі результати узагальнення повідомляють експертам і просять висловити свою думку ще раз. Процедуру повторюють до тих пір, поки не буде досягнуто резонного результату (рисунок 1.2).

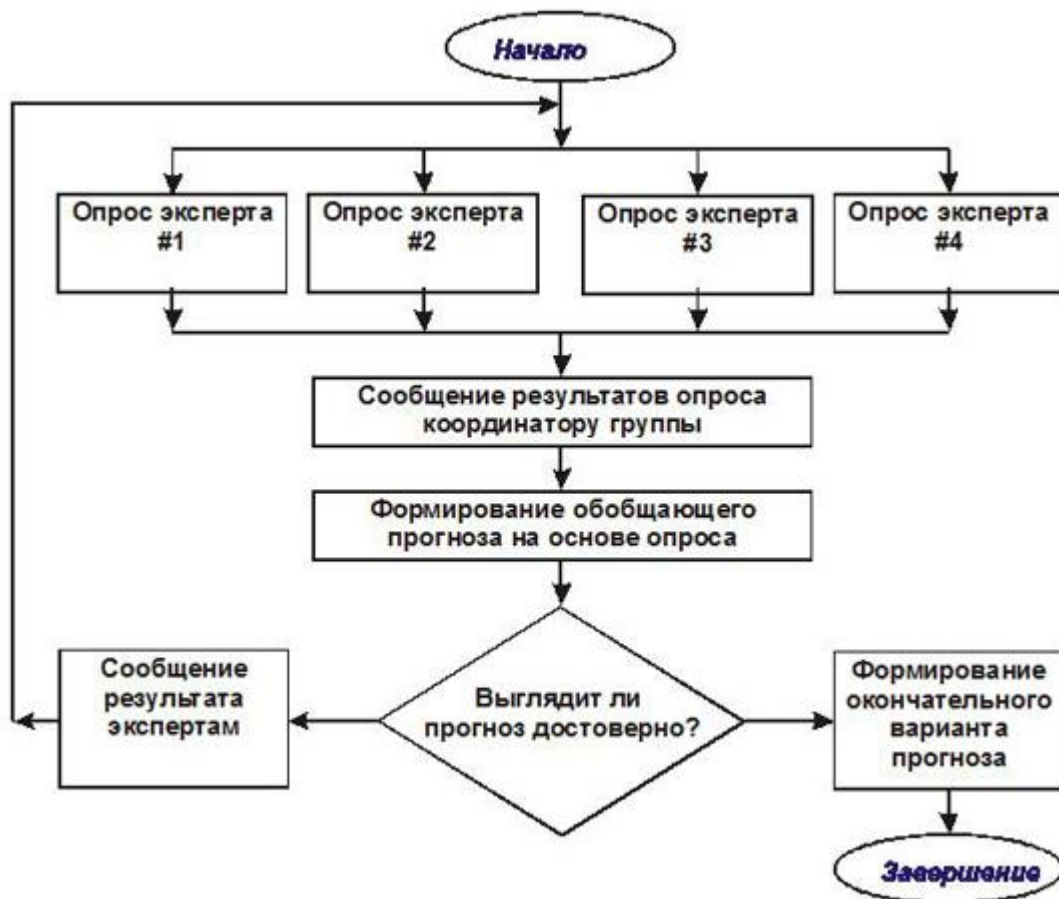


Рисунок - 1.2 Алгоритм метода Дельфі.

Об'єктивні технічні методи переважно засновані на процедурах статистичної інформації про попередні продажі фірми. При цьому робиться припущення, що вся інформація про фірму вже закладена в попередніх продажах.

Найбільш поширеними методами для технічного прогнозування продажів слід вважати регресійний аналіз і наступний розподіл бюджетування продажів на основі індексу сезонності.

Допоміжними процедурами, які дозволяють істотно згладити випадкові відхилення від тренду, є метод ковзних середніх і експоненціальне згладжування.

Регресійний аналіз являє собою стандартну процедуру, яка дозволяє провести лінію регресії серед заданої на графіку серії точок. Особливістю цієї лінії є її таке розташування, при якому відхилення точок від неї є мінімальним [10].

Обов'язковою умовою визначення достовірності прогнозу, побудованого за цим методом, слід вважати перевірку на близькість зв'язку, наприклад, за коефіцієнтом детермінації, кореляції або коваріації.

Як уже обмовлялося раніше, на щомісячні продажі фірми впливає безліч факторів, серед яких: складова кон'юнктури ринку, рекламні акції фірми, специфіка ринку, який освоюється, і головне - характерна для даного типу продукту сезонність реалізації.

Частина цих факторів може бути контрольована менеджерами фірми, тому і їх вплив на продажі фірми оцінити відносно легко. Ті ж, що не можуть бути контрольовані безпосередньо або контролюються лише частково, враховуються у бюджеті на основі інформації про їх вплив протягом бюджетних періодів.

Так, наприклад сезонність реалізації продуктів компанії в бюджеті може враховуватися на підставі даних про минулу сезонність реалізації. Це можна зробити за допомогою широко відомих у бізнес-статистиці індексів сезонності. Індекс сезонності, будучи безрозмірною величиною, показує перевищення фактичної величини продажів визначеного місяця над середньомі-

сячною величиною продажів, може використовуватися для помісячного розподілення бюджетних продажів за умови збереження законів сезонності.

Продажі фірми дуже часто залежать від календарного сезону. Так, наприклад, фірми, які торгують прохолоджувальними напоями, мають збільшення продажів, яке припадає на літній період. Компанії, які будують житлові будинки, мають збільшення продажів, яке припадає на останній квартал року. Автомобілебудівники стверджують, що продажі зростають у першому кварталі, а виробники тютюнових виробів - про невелике збільшення восени. Проте навіть без індексів нескладно здогадатися, коли доводиться пік продажів для компаній виробників купальних костюмів чи морозива. Правда, здогади до бюджету не занесеш, а, отже, без точних індексів не обійтись. Розрахунок індексів сезонності можна зробити на підставі історичних даних [3].

Індекси сезонності виступають гарним можливим методом розподілу бюджету продажів з урахуванням специфіки сезонної реалізації продукту.

Методи прогнозування продажів далеко не вичерпуються наведеними вище, проте для фірми важливо вибрати найбільш ефективний.

1.2 Технічні методи прогнозування продажів

До середини 80-х років минулого століття існувало декілька загально-визнаних методів прогнозування часових рядів:

- Економетричні
- Регресійні
- Методи Бокса-Дженкінса (ARIMA, ARMA)

"Наївні" моделі прогнозування

При створенні "наївних" моделей передбачається, що деякий останній період прогнозованого часового ряду найкраще описує майбутнє цього прогнозованого ряду, тому в цих моделях прогноз, як правило, є дуже простою функцією від значень прогнозованої змінної в недалекому минулому.

Найпростішою моделлю є

$$Y(t+1) = Y(t), \quad (1.1)$$

що відповідає припущенню, що "завтра буде як сьогодні".

Поза всяким сумнівом, від такої примітивної моделі не варто чекати великої точності. Вона не тільки не враховує механізми, що визначають прогнозовані дані (цей серйозний недолік взагалі властивий багатьом статистичним методам прогнозування), але і не захищена від випадкових флуктуацій, вона не враховує сезонні коливання та тренди. Втім, можна будувати "наївні" моделі дещо по-іншому

$$Y(t+1) = Y(t) + [Y(t) - Y(t-1)], \quad (1.2)$$

$$Y(t+1) = Y(t) * [Y(t) / Y(t-1)], \quad (1.3)$$

Такими способами ми намагаємося пристосувати модель до можливих трендів

$$Y(t+1) = Y(t_s) \quad (1.4)$$

це спроба врахувати сезонні коливання.

Середні і ковзаючі середні

Найпростішою моделлю, заснованою на простому усередненні є

$$Y(t+1) = (1 / (t)) * [Y(t) + Y(t-1) + \dots + Y(1)], \quad (1.5)$$

і на відміну від самої простий "наївної" моделі, якій відповідав принцип "завтра буде як сьогодні", цій моделі відповідає принцип "завтра буде як було в середньому за останній час". Така модель, звичайно більш стійка до флуктуацій, оскільки в ній згладжуються випадкові викиди щодо середнього. Незважаючи на це, цей метод ідеологічно настільки ж примітивний як і "наївні" моделі і йому властиві майже ті ж самі недоліки.

У наведеній вище формулі передбачалося, що ряд усереднюється за досить тривалий інтервал часу. Проте як правило, значення часового ряду з недалекого минулого краще описують прогноз, чим більш старі значення цього ж ряду. Тоді можна використовувати для прогнозування ковзне середнє

$$Y(t+1) = (1 / (T+1)) * [Y(t) + Y(t-1) + \dots + Y(t-T)], \quad (1.6)$$

Сенс його полягає в тому, що модель бачить тільки найближче минуле (на T відліків за часом у глибину) і ґрунтуючись тільки на цих даних будує прогноз.

При прогнозуванні досить часто використовується метод експоненціальних середніх, який постійно адаптується до даних за рахунок нових значень. Формула, що описує цю модель записується як

$$Y(t+1) = a * Y(t) + (1-a) * \hat{Y}(t), \quad (1.7)$$

де: $Y(t+1)$ - прогноз на наступний період часу; $Y(t)$ - реальне значення в момент часу t ; $\hat{Y}(t)$ - минулий прогноз на момент часу t ; a - постійна згладжування ($0 \leq a \leq 1$)

У цьому методі є внутрішній параметр a , який визначає залежність прогнозу від старіших даних, причому вплив даних на прогноз експоненціально зменшується з "віком" даних. Залежність впливу даних на прогноз при різних коефіцієнтах a наведена на графіку.

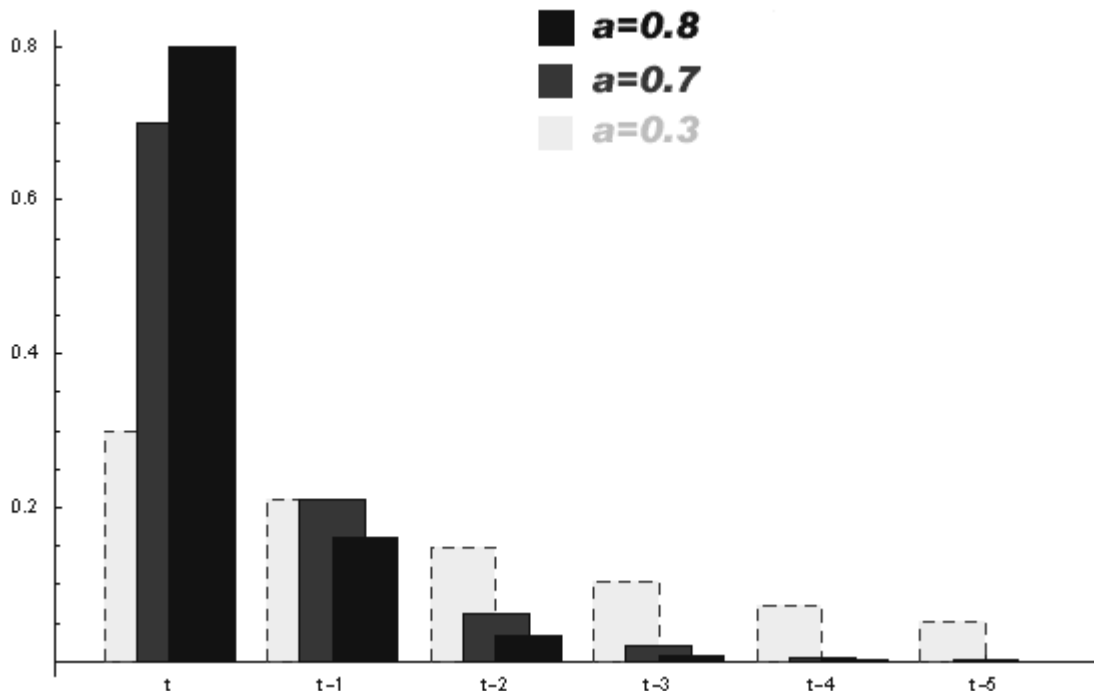


Рисунок 1.3 – Залежність від ступеня урахування більш старих даних від коефіцієнта a .

Видно, що при $a \rightarrow 1$, експонентна модель прагне до найпростішої "найвщою" моделі. При $a \rightarrow 0$, прогнозована величина стає рівною попереднім прогнозом.

Якщо робиться прогнозування з використанням моделі експоненціального згладжування, зазвичай на деякому тестовому наборі будуються прогнози при $a = [0.01, 0.02, \dots, 0.98, 0.99]$ і відстежується, при якому a точність прогнозування вище. Це значення a потім використовується при прогнозуванні.

Описані вище моделі ("найвні" алгоритми, методи, засновані на середніх, ковзних середніх і експоненціальному згладжуванні) використовуються при бізнес-прогнозуванні в не дуже складних ситуаціях [4].

Разом з цим хотілося б зазначити, що описані алгоритми цілком успішно можна використовувати як супутні і допоміжні для передобробки даних у задачах прогнозування. Наприклад, для прогнозування продажу в більшості випадків необхідно проводити декомпозицію тимчасових рядів (тобто виділяти окремо тренд, сезонну і нерегулярну складові). Одним з методів виділення трендових складових є використання експоненціального згладжування.

Методи Хольта і Брауна

У середині минулого століття Хольт запропонував удосконалений метод експонентного згладжування, згодом названий його ім'ям. У запропонованому алгоритмі значення рівня й тренда згладжуються за допомогою експонентного згладжування [4]. Причому параметри згладжування в них різні.

$$\begin{cases} \Omega_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(\Omega_{t-1} - T_{t-1}), \\ T_t = \beta(\Omega_t - \Omega_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \\ \hat{Y}_{t+p} = \Omega_t + pT_t \end{cases} \quad (1.8)$$

Тут перше рівняння описує згладжений ряд загального рівня. Друге рівняння служить для оцінки тренда. Третє рівняння визначає прогноз на p відліків за часом вперед.

Постійні згладжування в методі Хольта ідеологічно грають ту ж роль, що й постійна в простому експоненційному згладжуванні. Підбираються вони, наприклад, шляхом перебору по цих параметрах з якимсь кроком. Можна використовувати й менш складні в сенсі кількості обчислень алгоритми. Головне, що завжди можна підібрати таку пару параметрів, що дає більшу точність моделі на тестовому наборі і потім використовувати цю пару параметрів при реальному прогнозуванні. Окремим випадком методу Хольта є метод Брауна, коли $a = \beta$.

Метод Вінтерса

Хоча описаний вище метод Хольта (метод двопараметричного експоненціального згладжування) і не є зовсім простим (відносно "наївних" моделей і моделей, заснованих на усередненні), він не дозволяє враховувати сезонні коливання при прогнозуванні. Говорячи більш акуратно, цей метод не може їх "бачити" у передісторії. Існує розширення методу Хольта до трипараметричного експоненціального згладжування. Цей алгоритм називається методом Вінтерса. При цьому робиться спроба врахувати сезонні складові в даних. Система рівнянь, що описують метод Вінтерса виглядає наступним чином:

$$\begin{cases} \Omega_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(\Omega_{t-1} - T_{t-1}), \\ T_t = \beta(\Omega_t - \Omega_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \\ S_t = \gamma \frac{Y_t}{\Omega_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}, \\ \hat{Y}_{t+p} = (\Omega_t + pT_t)S_{t-s+p} \end{cases} \quad (1.9)$$

Дріб у першому рівнянні служить для виключення сезонності з $Y(t)$. Після виключення сезонності алгоритм працює з "чистими" даними, в яких немає сезонних коливань. З'являються вони вже в самому фінальному прогнозі, коли "чистий" прогноз, порахований майже по методу Хольта множиться на сезонний коефіцієнт.

Методи Бокса-Дженкінса (ARIMA)

У середині 90-х років минулого століття був розроблений принципово новий і досить потужний клас алгоритмів для прогнозування часових рядів. Більшу частину роботи з дослідження методології та перевірки моделей була проведена двома статистиками, Г.Е.П. Боксом (G. E. P. Box) і Г.М. Дженкінсом (G. M. Jenkins). З тих пір побудова подібних моделей і одержання на їх основі прогнозів іноді називається методами Бокса-Дженкінса. Ієрархію алгоритмів Бокса-Дженкінса розглянемо трохи нижче, поки ж відзначимо, що в це сімейство входить кілька алгоритмів, найвідомішим і використовуваним з них є алгоритм ARIMA. Він вбудований практично в будь-який спеціалізований пакет для прогнозування. У класичному варіанті ARIMA не використовуються незалежні змінні. Моделі опираються тільки на інформацію, що міститься в передісторії прогнозованих рядів, що обмежує можливості алгоритму. В даний час у науковій літературі часто згадуються варіанти моделей ARIMA, що дозволяють враховувати незалежні змінні [4].

На відміну від розглянутих раніше методик прогнозування часових рядів, у методології ARIMA не передбачається якої-небудь чіткої моделі для прогнозування даної часової серії. Задається лише загальний клас моделей, що описують часовий ряд і дозволяють якось виражати поточне значення змінної через її попередні значення. Потім підлаштовуючи внутрішні параметри, вибираються найбільш підходящі моделі прогнозування. Як вже зазначалося вище, існує ціла ієрархія моделей Бокса-Дженкінса. Логічно її можна визначити так:

$$AR(p)+MA(q)\rightarrow ARMA(p,q)\rightarrow ARMA(p,q)(P,Q)\rightarrow ARIMA(p,q,r)(P,Q,R)\rightarrow\dots \quad (1.10)$$

де: AR(p)-авторегресійна модель порядку p. MA(q)-модель з ковзаючим середнім порядку q.

1.3 Особливості продажів лікарських препаратів

Асортимент лікарських засобів величезний, він налічує тисячі найменувань і груп. Сотні виробників наповнюють ринок аналогами, які мають різні оригінальні назви. При цьому проводиться активна реклама, маркетингові акції всіх препаратів, які значною мірою впливають на реалізацію і популярність у покупців. Врахувати ці фактори в кількісному і якісному вираженні неможливо, так як це є комерційною таємницею. Тому для дослідження можливості прогнозування продажів були обрані дані про реалізацію груп препаратів.

Дані по реалізації антигістамінних і антинікотинових засобів відносяться до реалізації однієї аптеки, а дані щодо реалізації Синупрету і антидіарейних препаратів - реалізація аптечної мережі. За даними експертних оцінок препарати однієї групи але різних цінових категорій становлять різну частку в реалізації, але всі в більшості випадків реалізуються у відповідності з одними і тими ж закономірностями.

Антигістамінні препарати

Антигістамінні ЛЗ перешкоджають дії гістаміну, основної речовини, що продукується в організмі при алергічній реакції (винуватця симптомів цього захворювання). Препарати цієї групи головним чином застосовуються в лікуванні алергічних ринітів і шкірних проявів алергії [5].

Ні для кого не секрет, що сьогодні існує два покоління антигістамінних препаратів. Для антигістамінів першого покоління характерно те, що їх прийом викликає сонливість. Антигістаміни другого покоління (або нові антигістамінні засоби) не проявляють седативного ефекту.

Причин, що викликають алергію, безліч: домашні тварини, побутовий пил, пилок рослин, укуси комах, харчова, лікарська алергія, алергія на сонце. Завдяки тижневим даними можемо більш детально вивчити закономірності і тенденції розвитку обсягу продажів цієї групи препаратів.

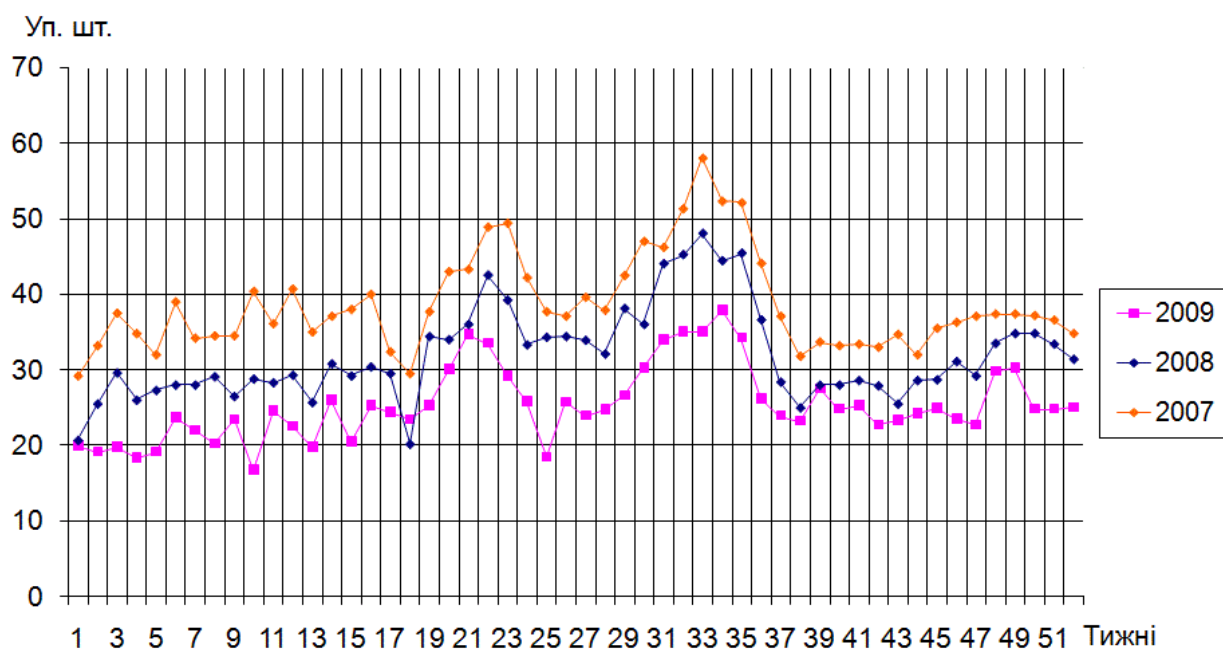


Рисунок 1.4 - Тижневі дані продаж антигістамінних засобів.

Перший сплеск аптечних продажів відзначають на 22-му і 23-му тижнях (червень). Далі обсяг виручки аптечних установ від реалізації препаратів дещо зменшувався. Наступні верхівки на графіку - 30-й і 34-й тиждень (кінець липня і серпень).

Червень - це період максимальної концентрації пилку в повітрі таких рослин, як дуб, пірій, ясен, липа, сосна, тимофіївка, осика. Крім того, цього місяця в повітрі є пилок інших рослин, що викликають алергію.

Пік продажу в ці роки різниться приблизно на тиждень. Виникає цілком логічне запитання: чим це зумовлено? З'ясувалося, що через спеку в 2008 р. сезон цвітіння бур'янистих трав, до числа яких відноситься амброзія, розпочався на 2 тижні раніше звичайного. Відповідно, і період виявлення пилку в повітрі також зазначали раніше. Таким чином, в кінці липня 2008 р. (30-й тиждень) в повітрі вже виявляли пилок амброзії, а вже в серпні - її максимальну концентрацію.

Перше загострення алергії до складноцвітковим рослинам доводиться на травень-червень, коли в повітрі концентрується пилок різних рослин. За-

вдяки тижневим даними ми проаналізували динаміку обсягів продажів і відзначили закономірності її розвитку.

Засоби, що застосовуються при нікотинової залежності.

На вітчизняному фармринку нікотинову проблему вирішують препарати групи «Засоби, застосовувані при нікотинової залежності» [6].

Свого роду рух вгору відзначено в 13-й тиждень - збільшуються обсяги продажів,. 13-й тиждень за календарем - це 3-й тиждень березня (8 Березня - одине з найближчих до цього тижня свят).

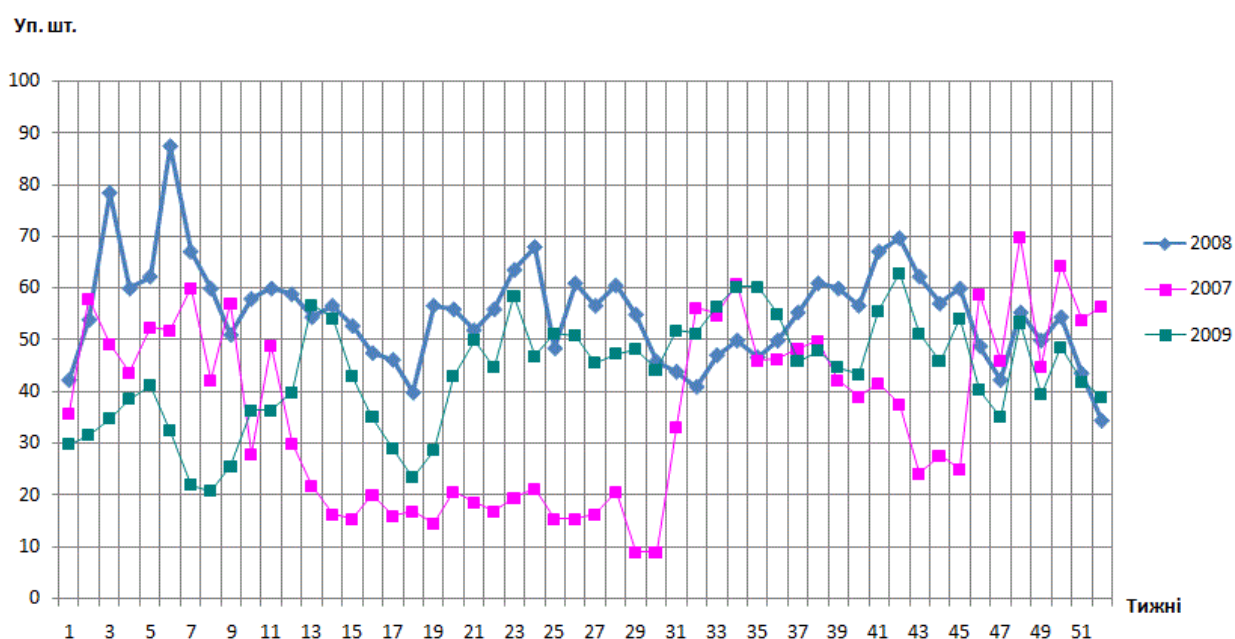


Рисунок 1.5 - Тижневі дані продажів антинікотинових засобів

Далі (після 13-го тижня) ми бачимо уповільнення зростання обсягу продажів препаратів. Ситуація починає змінюватися на 21-му тижні - обсяг продажу починає зростати і кількість реалізованих упаковок препаратів «підтягується» до показників попереднього року. Це третій травневий тиждень. Знову-таки, це один з тижнів місяця, насиченого святами та вихідними днями.

Розвиток, який демонструє група «Засоби, що застосовуються при нікотиновій залежності», можна назвати хаотичним. Тут відсутні будь-які чітко виражені тенденції та закономірності. Вартість і курс лікування препаратів цієї групи різні.

Вітаміни

Найбільшу виручку аптечним установам традиційно забезпечують препарати групи «Засоби, що впливають на травну систему і метаболізм».

Разом з тим, аптечні продажі препаратів групи «Вітаміни» суворо підпорядковані впливу сезонних факторів. Частка витрат населення на придбання препаратів цієї групи збільшується в осінньо-зимовий період, і знаходиться в межах 0,8-0,13% загальних витрат населення на придбання товарів і послуг. У весняні та літні місяці споживання препаратів групи «Вітаміни» зменшується [7].

Комбіновані вітамінні препарати - ситуація аналогічна, тут наклався вплив сезонного піку простудних захворювань.

Цінова структура ринку вітамінів для досліджуваних груп розвивається на користь середньо і високовартісних препаратів.

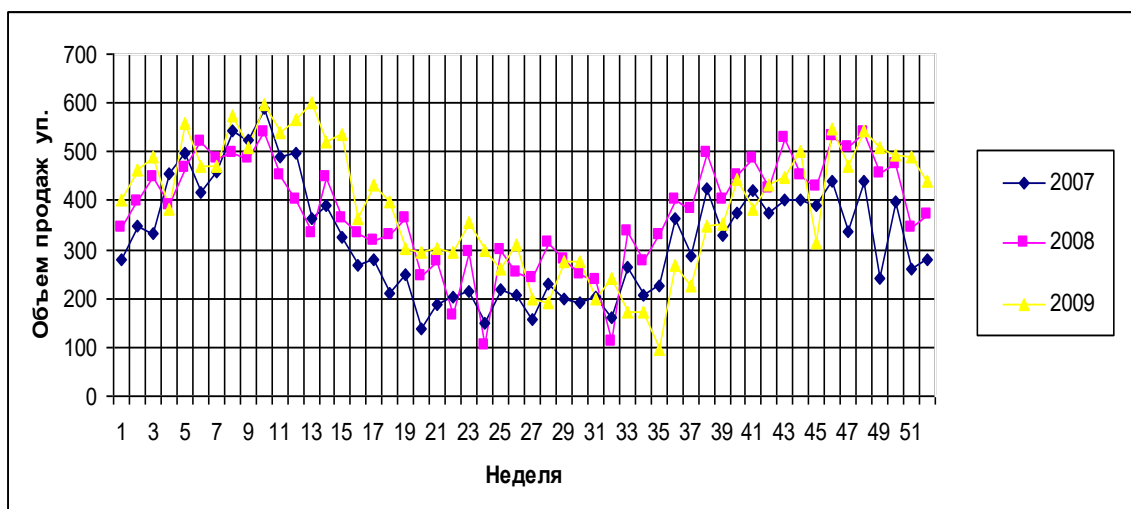


Рисунок 1.6 - Тижневі дані продажів вітамінів.

Що стосується сезонних особливостей реалізації препаратів досліджуваних груп, то в розрізі цінових ніш динаміка обсяг аптечних продажів свідчить про схожі характеристики. Пік і спад обсягів продажів у розрізі ніш обумовлений сезонними особливостями споживання препаратів досліджуваних груп. Іншими словами, відмінних рис в обсягах продажів, пов'язаних із сезонністю, у препаратів з різних цінових ніш немає.

Синупрет

Вибір препаратів, що застосовуються при застудних захворюваннях, на фармринку досить широкий. Зрозуміло, що навіть фахівцю в таких умовах не завжди легко зробити вибір. Серед раціональних і ефективних комбінованих препаратів на основі лікарських рослин для лікування синуситів необхідно відзначити препарати торгової марки Синупрет [8].

Оскільки Синупрет входить до групи препаратів, продажі якої схильні до впливу фактора сезонності, то для його продажів також простежується вплив цього чинника - значне їх збільшення восени і взимку.

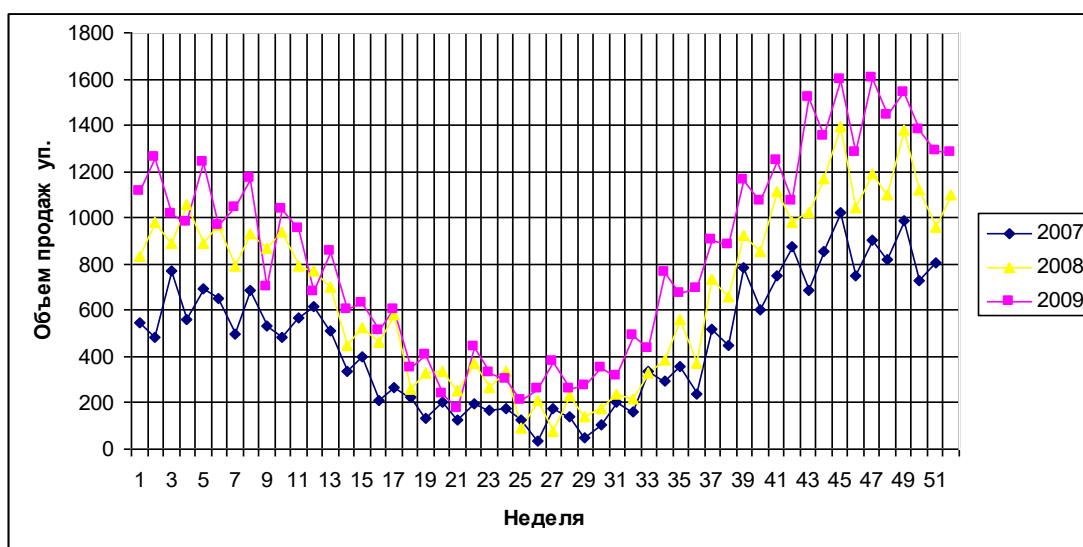


Рисунок 1.7 - Тижневі дані продаж Синупрета.

Навесні захист від простудних захворювань також актуальний. Адже наслідки осінньо-зимового періоду у вигляді ускладнень після застуди продовжують турбувати навіть в теплу пору року. Максимальний обсяг інвести-

цій у просування Синупрету відзначають в період сезонного збільшення продажів.

Антидіарейні препарати

Кишкові інфекції (КІ) - це патологія, викликана різними мікроорганізмами - вірусами (ентеровірусна, ротавірусна інфекція), бактеріями (сальмонельоз, дизентерія та ін.), а також токсинами бактерій. Це велика група інфекційних захворювань, які ушкоджують шлунково-кишковий тракт. Збудники КІ стійкі в зовнішньому середовищі, тривалий час зберігаються у воді, на шкірі рук, посуді, предметах побуту тощо. Деякі з них здатні розмножуватися при досить низькій температурі в продуктах харчування. Деякі збудники не втрачають життєздатності навіть перебуваючи в холодильнику. Заразитися КІ можна різними способами: контактано-побутовим, водним, а також харчових (вживання несвіжих продуктів або брудних овочів та фруктів). Таких захворювань налічується більше 30 [9].

До групи «Протимікробні засоби, що застосовуються при кишкових інфекціях» входять антибіотики, сульфаніламід, похідні імідазолу та інші протимікробні засоби, що застосовуються для лікування КІ. Такі препарати діють на збудників інфекції.

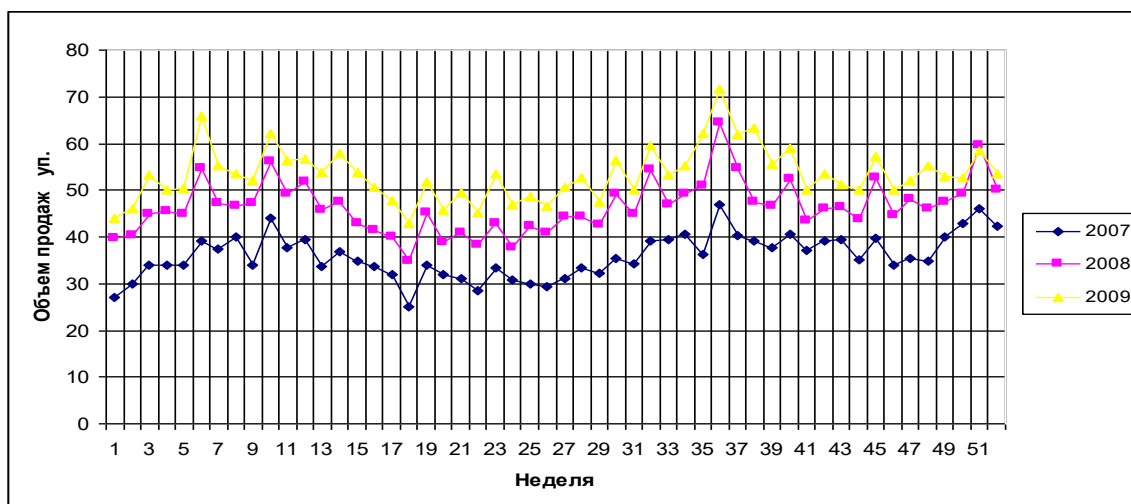


Рисунок 1.8 - Тижневі дані продажів антидіарейних антимікробних препаратів.

Обсяг аптечних продажів групи поступово починає зростати з 21-го тижня. Особливо яскраво виражені точки на графіку з 30-го по 37-й тиждень. Динаміка обсягу аптечних продажів групи дозволяє припускати, що влітку ситуація буде аналогічною ситуації попереднього року.

Група «**Ентеросорбенти**» включає препарати активованого вугілля, вісму та інші ентеросорбенти. Іншими словами, ентеросорбенти - речовини, що володіють великою поглинаючою здатністю. Завдяки цьому вони можуть зв'язувати і виводити з організму шкідливі токсини і продукти обміну речовин, а також мікроорганізми. Для цієї групи препаратів характерна тенденція до збільшення обсягу продажів в літній сезон.

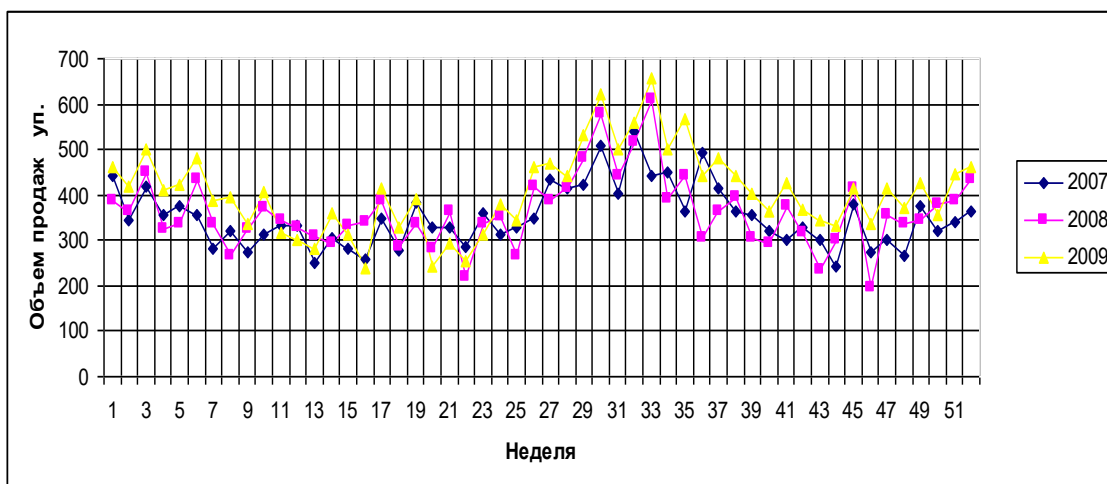


Рисунок 1.9 - Тижневі дані продажів активованого вугілля.

На вітчизняному фармринку в сегменті БАД активний розвиток демонструє група «**Сорбенти**». Зростання їй забезпечили 2 брэнда - СОРБЕКС і БІЛЕ ВУГІЛЛЯ. Рекламна кампанія першого забезпечила йому стрімке зростання продажів.

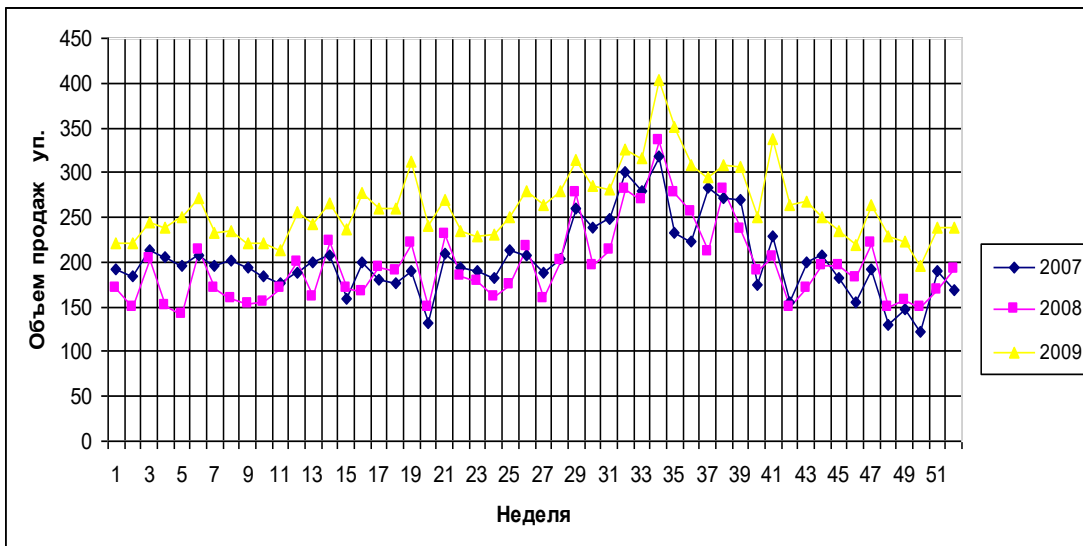


Рисунок 1.10 - Тижневі дані продажів сорбентів.

Обсяг продажів препаратів групи «Антидіарейні мікробні препарати» протягом року розвивається планомірно. У цю групу входять препарати - лактобактерії, сахароміцети булардії, пробіотики та інші мікроорганізми, комбінації препаратів. Препарати цієї групи застосовують при дисбактеріозі, який може виникнути не тільки в літній сезон, а й у будь-який інший (наприклад, у результаті лікування простудних захворювань і застосування антибіотиків).

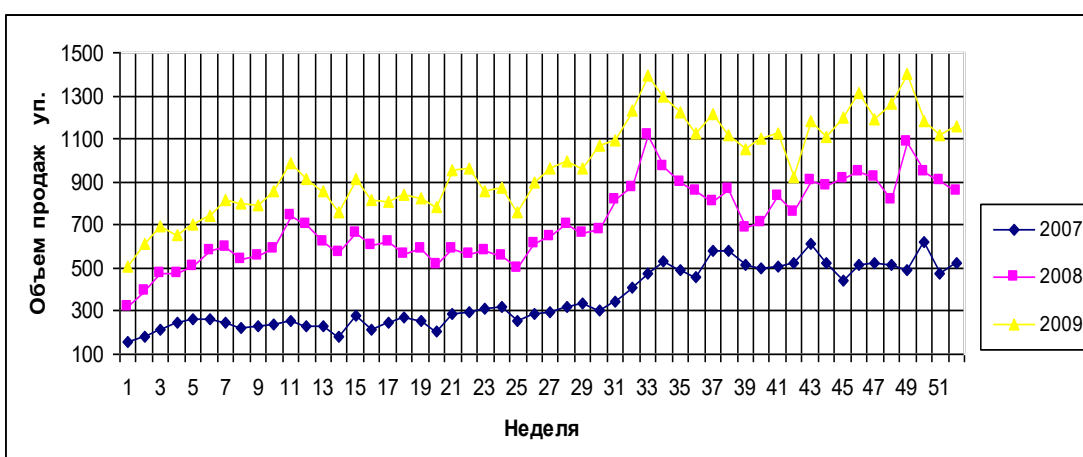


Рисунок 1.11 - Тижневі дані продажів антидіарейних мікробних препаратів.

До групи «**Препарати електролітів з вуглеводами**» входять сольові склади для пероральної регідратації. Лікарські засоби цієї групи відновлюють водно-електролітний баланс при втраті рідини в організмі під час захворювань КІ (діарея, блювота). Препарати групи «**Засоби, що пригнічують перистальтику (антиперистальтичні)**» діють на рецептори.

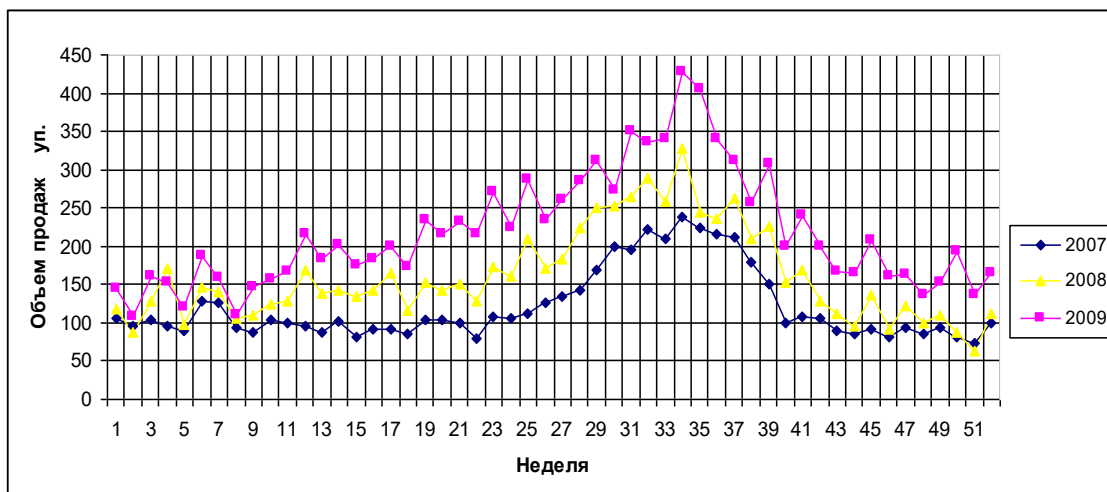


Рисунок 1.12 - Тижневі дані продажів препаратів електролітів з вуглеводами.

Вони є протидіарейними препаратами симптоматичного дії, механізм якої зумовлений зниженням перистальтики кишечника, в результаті чого сповільнюється просування його вмісту та збільшується абсорбція води і електролітів. Для цих препаратів також характерна тенденція збільшення обсягу аптечних продажів у літню пору року.

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Статистичні характеристики продажів

Дані продажів медичних препаратів представляють собою ряд динаміки продажів. Рівні ряду - обсяг продажів (упаковок). Час - періоди продажів (тиждень).

Всі досліджувані динамічні ряди продажів препаратів це - інтервальні (періодичні) ряди динаміки. Характерними особливостями таких рядів є те, що рівень ряду (обсяг продажів) відноситься до інтервалу часу (тиждень). Значення рівнів інтервального ряду, на відміну від рівнів моментного ряду, не містяться в попередніх чи наступних показниках, їх можна підсумувати, що дозволяє отримувати ряди динаміки більш укрупнених періодів. Рівні динамічних рядів представлені в абсолютних одиницях. За часом рівні розділені рівними періодами.

Під змиканням ряду динаміки розуміють об'єднання в один ряд (довший) двох або кількох рядів динаміки, рівні яких обчислено за різною методологією або різним територіальним кордонів. Використовувані ряди можна змикати безпосередньо, без додаткових перетворень.

При формуванні системи показників зміни рівнів ряду динаміки прийнято порівнюваний рівень називати звітним - 2019 рік, а рівень, з яким роблять порівняння, - базисним 2018 рік. У подальших розрахунках дані продажів 2009 року передбачаються невідомими і використовуються для визначення точності прогнозу.

Початковим етапом виділення і аналізу тренду є перевірка гіпотези про існування тренду, підтвердження якої дає нам можливість стверджувати про те, що динамічний ряд нестационарний. Динамічний ряд доволі розбива-

ється на дві приблизно рівні половини для яких визначається середнє арифметичне значення [11].

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (2.1)$$

Для всіх досліджуваних динамічних рядів продажів різниця середніх значень першої і другої половини ряду істотна і знаходиться в межах 20-70% від порівнюваних значень.

Для кожного ряду динаміки підтверджується гіпотеза про існування основної тенденції розвитку - тренда. На підставі чого робимо висновок про те, що ряди нестационарні.

Для визначення основної тенденції розвитку використовуємо поліноміальну модель. Для спрощення розрахунків обмежуємося третім ступенем полінома.

$$A(n) = a_0 + a_1 \cdot n + a_2 \cdot n^2 + a_3 \cdot n^3 \quad (2.2)$$

де: n - період; a_0, a_1, a_2, a_3 - коефіцієнти апроксимуючих полінома.

Визначення статистичних характеристик ряду буде найбільш точним при найбільшій можливій кількості членів ряду, тому змикаємо ряди продажів за 2007, 2008 і 2009 року і отримуємо динамічний ряд продажів (на прикладі продажів антигістамінних препаратів) - рисунок 2.1.

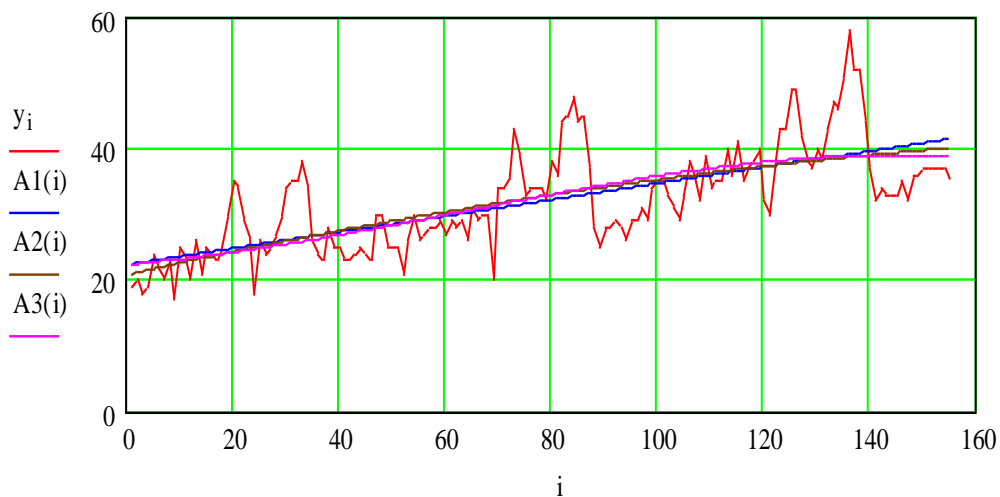


Рисунок 2.1 - Динаміка продажів антигістамінних препаратів за три періоди (y_i - значення динамічного ряду, $A1(i)$, $A2(i)$, $A3(i)$ - лінії тренду, апроксимовані поліномами 1-го-3-го порядків).

Виключення тенденції з вихідних даних дозволяє перетворити динамічні ряди в стаціонарні центровані, які характеризуються постійним значенням математичного сподівання і дисперсії (рисунок 2.2).

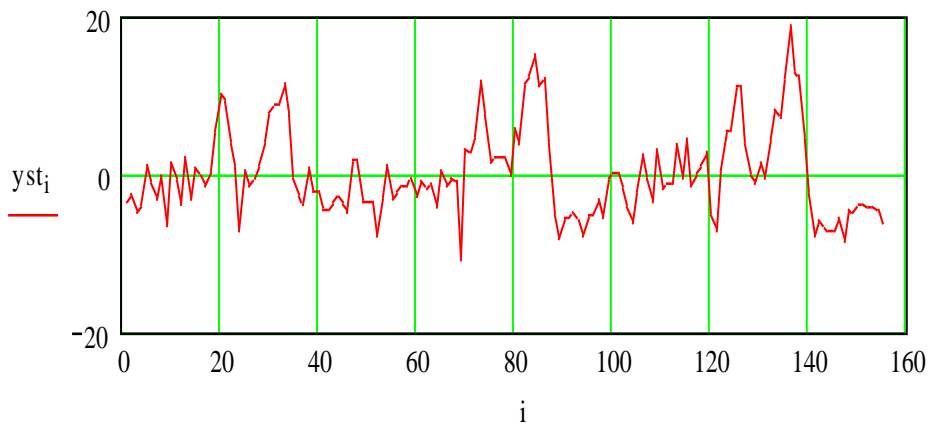


Рисунок 2.2 - Стаціонарний центрований ряд продажів антигістамінних препаратів.

Автокореляційна функція центрованого стаціонарного ряду продажів дозволяє визначити ступінь взаємозв'язку значень рівнів ряду в залежності від відстані між ними (рисунок 2.3).

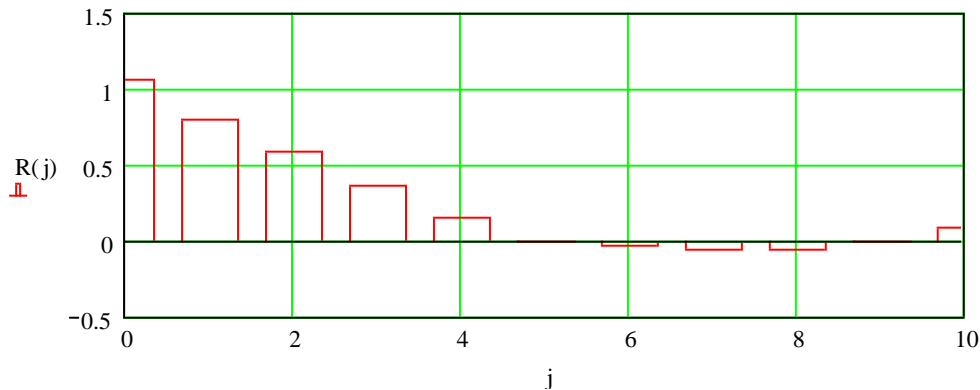


Рисунок 2.3 - Нормована автокореляційна функція рада продажів антигістамінних препаратів.

Як показує графік на рисунку 2.3 досить сильний взаємний зв'язок між значеннями рівнів динамічного ряду відстоять один від одного на 2-3 періоду.

В загальному випадку в ряді динаміки можна виділити його основні компоненти:

- 1) основна тенденція (тренд) (Т);
- 2) циклічна або кон'юнктурна (К);
- 3) сезонна (S);
- 4) випадкові коливання (E).

Якщо ряд динаміки розбити на різні компоненти, то функція, що його описує, буде мати вигляд:

$$Y = f(T, K, S, E). \quad (2.3)$$

Залежно від взаємозв'язку компонентів між собою може бути побудована адитивна або мультиплікативна модель ряду.

У нашій роботі використовуємо адитивну модель ряду динаміки:

$$Y = T + K + S + E \quad (2.4)$$

З точки зору прогнозування великий інтерес представляє випадкова компонента. Але її виділення пов'язані з визначенням і виключенням циклічної і сезонної компоненти. Випадкова складова не повинна включати в себе взаємно залежних значень рівня ряду. Тобто її автокореляційна функція і графік спектральної щільності повинні бути максимально наближені до виду, який відповідає «білому шуму».

Для того, щоб виділити випадкову складову необхідно визначити сезонну і циклічну складові і відняти їх суму від стаціонарних центрованих значень ряду.

Можна використовувати ковзне середнє

$$Y(t+1) = (1/(T+1)) * [Y(t) + Y(t-1) + \dots + Y(t-T)], \quad (2.5)$$

Сенс його полягає в тому, що модель бачить тільки найближче минуле на T відліків за часом у глибину.

Часто використовується метод експоненційних середніх.

$$Y(t+1) = a * Y(t) + (1-a) * Y(t) \quad (2.6)$$

У цьому методі є внутрішній параметр a , який визначає залежність від більш старих даних.

Методи згладжування в даному випадку визначають сумарне значення сезонної і циклічної компоненти. Застосування згладжування ковзаючим се-

реднім вимагає добору такого параметру як «вікно згладжування», експоненціальне згладжування - підбору параметра a . Методик, які дозволили б аналітично визначити ці параметри не існує, тому визначення значень вікна згладжування і коефіцієнта a можливо тільки за допомогою чисельного експерименту.

На рисунку 2.4 показані результати згладжування методом ковзного середнього з вікном рівним 2.

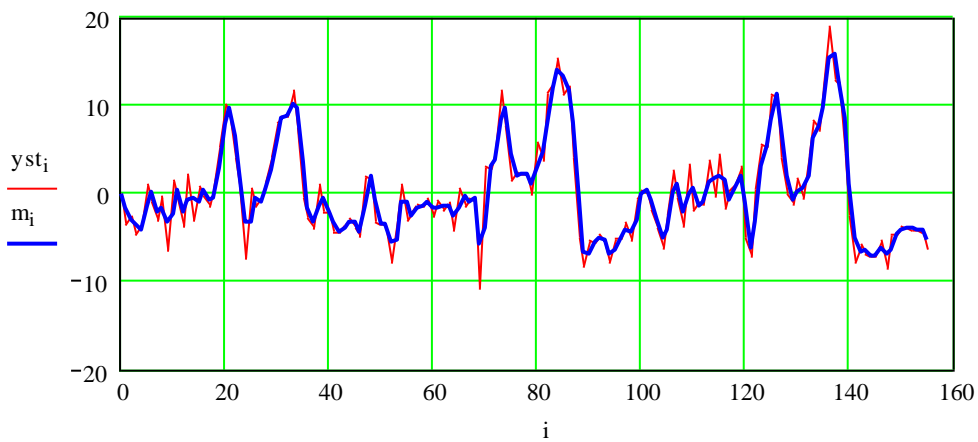


Рисунок 2.4 - Згладжування методом ковзного середнього (y_{st} - центровані стаціонарні значення динамічного ряду. m_i - згладжені значення).

На рисунку 2.5 показані результати експоненціального згладжування з коефіцієнтом $a = 0.7$.

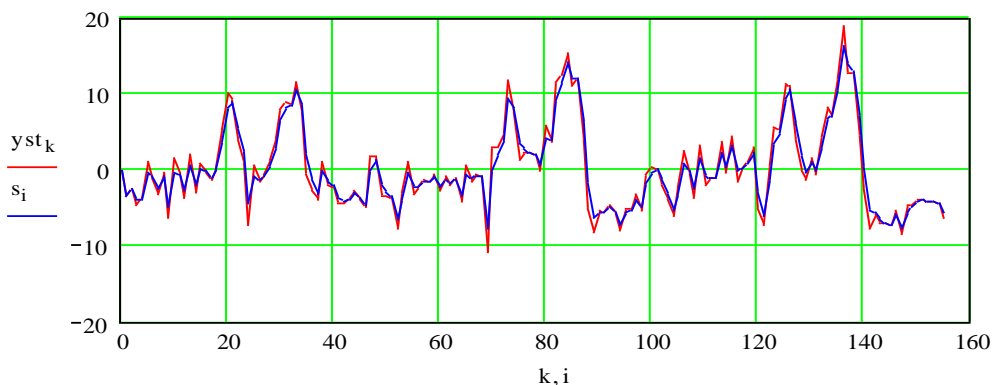


Рисунок 2.5 - Згладжування методом ковзного середнього (y_{st} - центровані стаціонарні значення динамічного ряду. s_i - згладжені значення).

При використанні першого або другого способу згладжування необхідно враховувати, що вибір значення вікна згладжування можна робити тільки за допомогою цілих чисел: 1, 2, 3, 4, ... При цьому зі збільшенням вікна згладжування відбувається більш помітний зсув згладженої кривої відносно вихідних значень.

Вибір коефіцієнта згладжування а можемо здійснювати в межах від 0 до 1 з будь-якою необхідною точністю.

У результаті виключення сезонної і циклічної складових випадкова складова показана на рисунку 2.6.

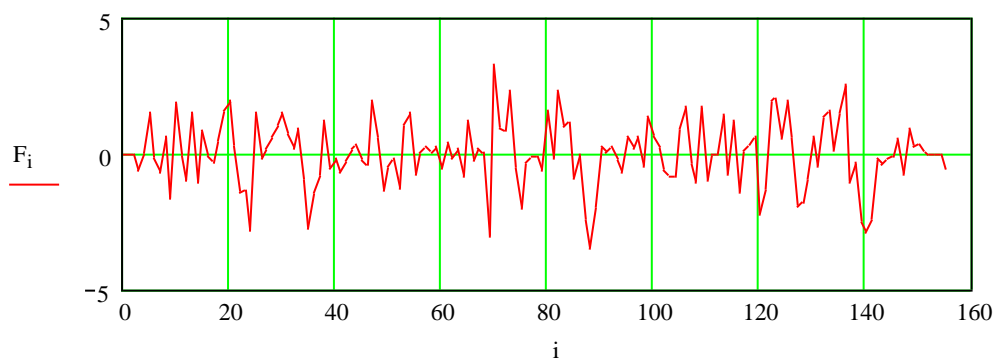


Рисунок 2.6 - Випадкова складова динамічного ряду.

Розрахуємо і побудуємо автокореляційну функцію і графік спектральної щільності випадкової складової (рисунок 2.7 і рисунок 2.8).

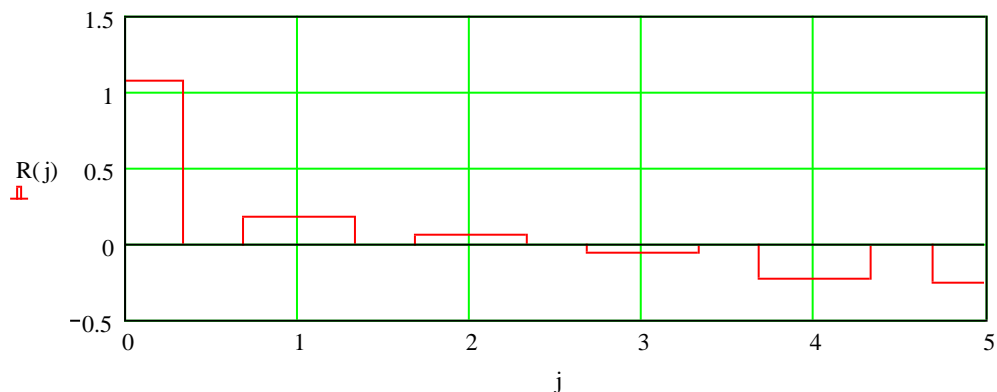


Рисунок 2.7 - Автокореляційна функція випадкової складової.

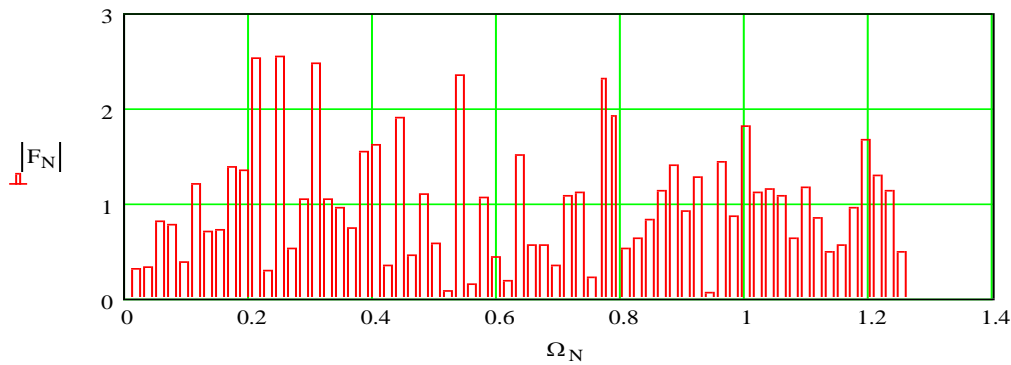


Рисунок 2.8 - Спектральний склад випадкової складової.

Вид автокореляційної функції і спектральної щільності випадкової складової з вигляду досить схожий на відповідні характеристики білого шуму. Рівень значень випадкової складової дозволить орієнтовно визначити граничну точність прогнозу і відповідний страховий запас препарату на складі або в роздрібній аптеці.

Циклічна складова в економіці визначається як кон'юнктурна складова. Описується за допомогою періодичних функцій. Але на практиці виділити цю складову досить складно, тому при практичному використанні методик прогнозування циклічну компоненту зазвичай розглядають у складі сезонної. У процесі подальших досліджень і розрахунків будемо використовувати тільки сезонну складову [11].

Аналіз динаміки продажів різних медичних препаратів проведено з використанням пакету «Mathcad». Програми наведено у додатку. Результати розрахунків наведено у узагальнюючій таблиці (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 - Результати статистичного аналізу динаміки продажів фармпрепаратів

№ П/П	Назва препарату (групи)	Порядок апроксимуючого тренд-полінома	Рекомендоване «вікно згладжування» для метода ковзного середнього	Рекомендоване значення коефіцієнта для експоненційного згладжування	Рівень випадкової складової
1	Антигістамінні	1	2	0.7	+/- 10
2	Антинікотинові	3	3	0.7	+/- 20
3	Полівітаміни	1	3	0.45	+/- 150
4	Синупрет	2	3	0.5	+/- 200
5	Активоване вугілля	1	4	0.4	+/- 100
6	Ентеросорбенти	3	3	0.5	+/- 50
7	Антидіарейні противомікробні	3	4	0.4	+/- 10
8	Антидіарейні мікробні	1	4	0.7	+/- 100
9	Електроліти з вуглеводами	3	3	0.6	+/- 50

2.2 Прогнозування річного обсягу продажів

Прогноз продажів на рік вперед ґрунтується на даних, які можна отримати за попередніх періодів на підставі досліджень динаміки продажів. На підставі даних продажів за 2007 і 2008 року ми можемо визначити: тренд, сезонну компоненту, характеристики випадкової складової.

Тренд - тенденція розвитку продажів заснована на даних зімкнутих рядів продажів 2020 і 2021 років. У році 52 тижні, тому визначення апроксимуючої функції тренда виробляємо так, щоб у прогнозованому періоді нумерація тижнів тривала з 105 по 156.

Після виключення тренду з фактичних даних визначається сезонна компонента. Сезонна компонента - індекси сезонності прив'язані до кожної тижні року.

Виробляємо усереднення даних відповідних тижнів 2020 і 2021 року. Після чого виробляємо згладжування фактичних даних. При цьому враховуємо, що усереднення - це також один із способів згладжування, тому вікно згладжування необхідно підбирати виходячи з отриманих усереднених значень а не використовувати результати дослідження динаміки за 3 роки. Згладжені значення і будуть індексами сезонності [11].

Необхідно провести аналіз випадкової компоненти, визначити точність прогнозу.

Зімкнуті ряди продажів антигістамінних препаратів у 2020 і 2021 роках показані на рисунку 2.9.

Для апроксимації лінії тренду використовуємо поліном першого порядку.

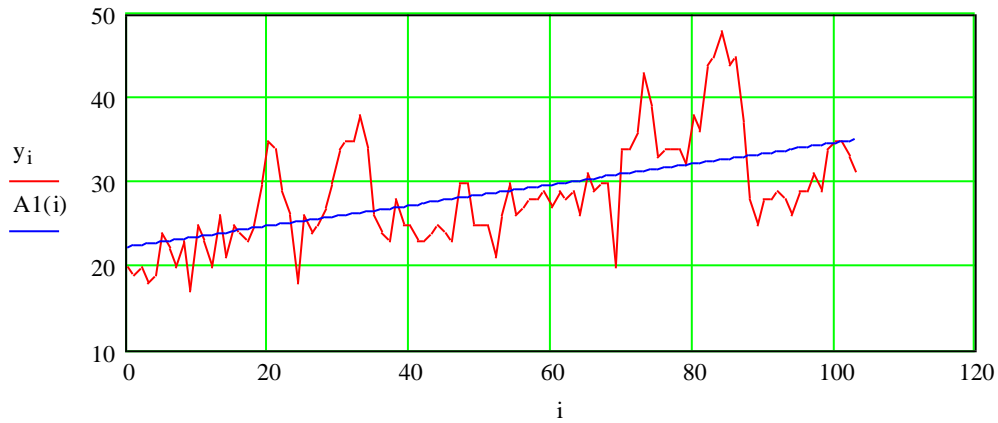


Рисунок 2.9 - Зімкнуті ряди продажів антигістамінних препаратів. (Y_i - фактичні дані; $A_1(i)$ - тренд).

Після виключення тренду усереднює тижневі дані продажів (S_i на рисунку 2.10) та згладжуємо усереднені значення методом ковзного середнього з вікном згладжування 2.

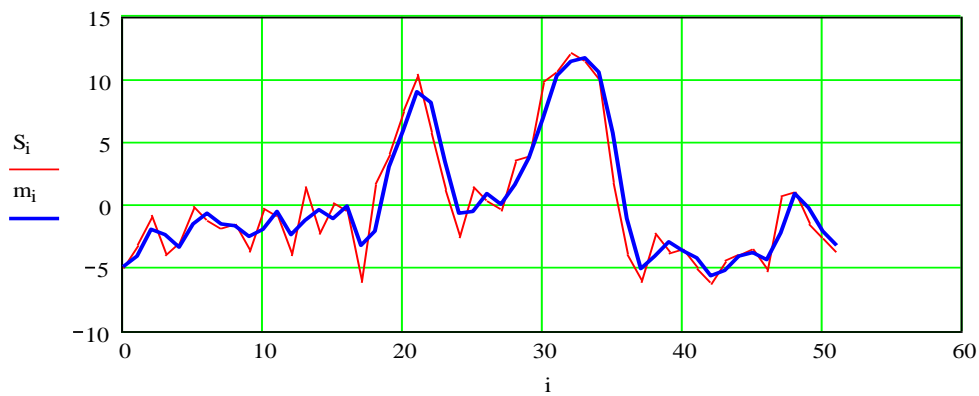


Рисунок 2.10 - Усереднені (S_i) та згладжені (m_i) значення.

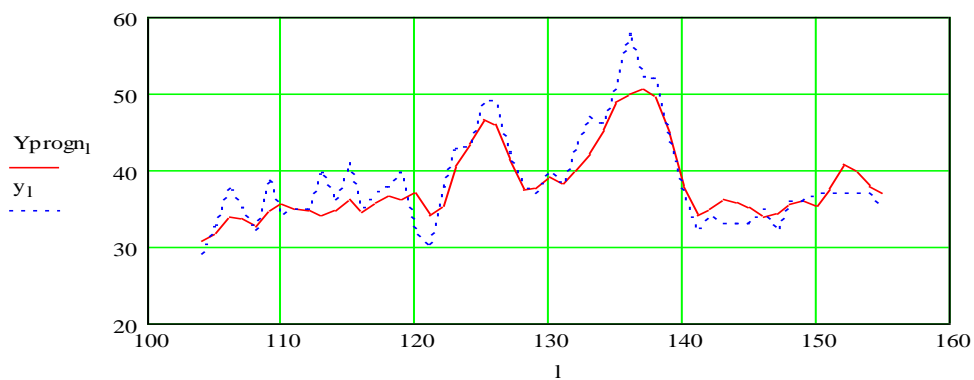


Рисунок 2.11 - Прогнозовані (Y_{progn}) і фактичні (y) дані продажів на 2021 рік.

Розподіл похибок прогнозу у % відносно фактичних значень продажів по тижнях показує, що в 11 тижнях з 52 похибка перевищує 10%.

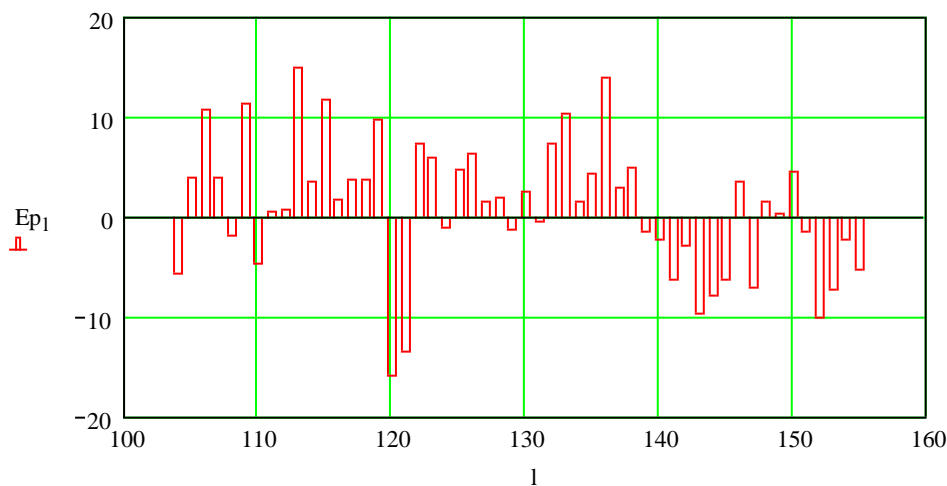


Рисунок 2.12 - Розподіл похибок прогнозу.

Річний обсяг реалізації антигістамінних препаратів у 2019 році становить 2010 упаковок препаратів.

Прогнозований обсяг реалізованих в 2019 році антигістамінних препаратів 1978 упаковок

Похибка прогнозу обсягів реалізації в 2021 році становить 1.6% щодо фактичного обсягу.

Обсяг продажів в 2020 році склав 1691 упаковку. У 2021 році обсяг реалізації зріс на 18.8%.

Елементарні співвідношення показують досить високу точність прогнозу річних обсягів продажів на підставі урахування тренду та сезонності.

Таблиця 2.2 - Аналіз прогнозу річного обсягу продажів.

№ П/П	Назва препарату (групи)	Річний обсяг продажів 2018 уп	Річний обсяг продажів 2019 уп	Прогноз обсягу продажів 2020 уп	Похибка прогнозу %
1	Антигістамінні	1691	2010	1978	1.6
2	Антинікотинові	2907	2282	2564	12.4
3	Полівітаміни	20990	23190	21830	5.8
4	Синупрет	36440	43310	46490	7.3
5	Активоване ву-гілля	19250	21120	20960	0.8
6	Ентеросорбенти	10410	13670	13070	4.3
7	Антидіарейні протимікробні	2466	2780	2781	0.03
8	Антидіарейні мікробні	37200	50980	53730	5.4
9	Електроліти з вуглеводами	8512	11350	11160	1.6

Результати прогнозування річного обсягу продажів показують, що похибка прогнозу знаходиться в межах від 0 до 7.3%. Винятком є антинікотинові препарати, для яких не характерна яскраво виражена сезонність і характерна деяка хаотичність продажів. В іншому зростання похибки прогнозу визначено великою різницею максимальних і мінімальних продажів препаратів і величиною випадкової складової.

2.3 Прогнозування продажів на 1-3 тижні

Прогнозування продажів фармпрепаратів на 1-3 тижні вперед виконаємо двома методами:

- метод Хольта-Брауна;
- метод Вінтерса.

І перший і другий методи використовують експоненційне згладжування. Метод Хольта-Брауна називають методом двопараметричного експоненційного згладжування (1.2). Метод Вінтерс - трипараметричного експоненційного згладжування. Відносно застосування методу Вінтерса, аналізуючи рівняння (1.2.2.) можемо зробити висновок, що з вихідних даних виключається сезонна компонента, а прогнозування залишку виробляється практично методом Хольта-Брауна. Перевагою цих методів є простота їх реалізації і наочність.

2.3.1 Прогнозування продажів на 1-3 тижні методом Хольта-Брауна

На рисунку 2.13 показані фактичні і спрогнозовані на 1 тиждень значення. Візуально прогноз лежить досить близько до фактичного значення.

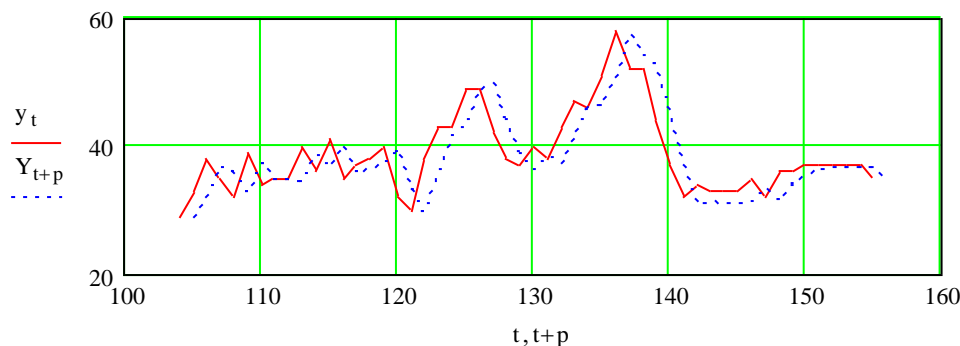


Рисунок 2.13 - Прогноз продажів на 1 тиждень.

При значенні коефіцієнтів $\alpha = 0.7$ $\beta = 0.25$ спостерігається найменше відхилення прогнозованого від фактичного значення.

При прогнозуванні на 2 і 3 тижні вперед прогнозні значення все більше відрізняються від фактичних (рисунок 2.14 і рисунок 2.15).

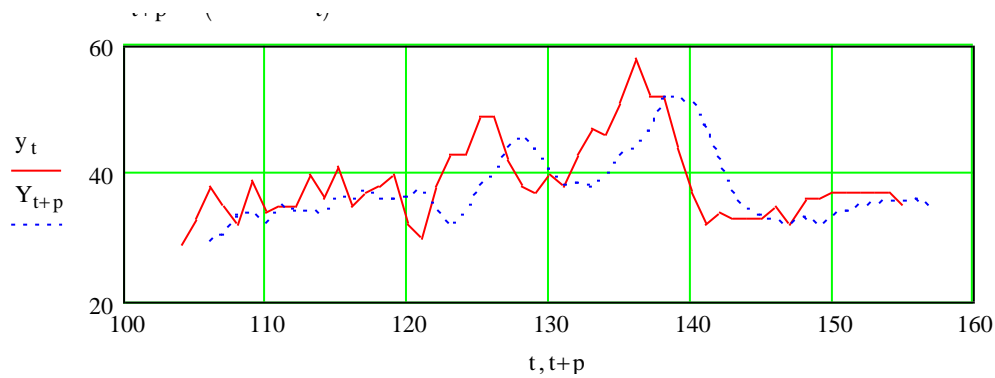


Рисунок 2.14 - Прогноз продажів на 2 тижні.

Самим точним прогноз продаж на два тижні отримуємо при коефіцієнтах $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.005$.

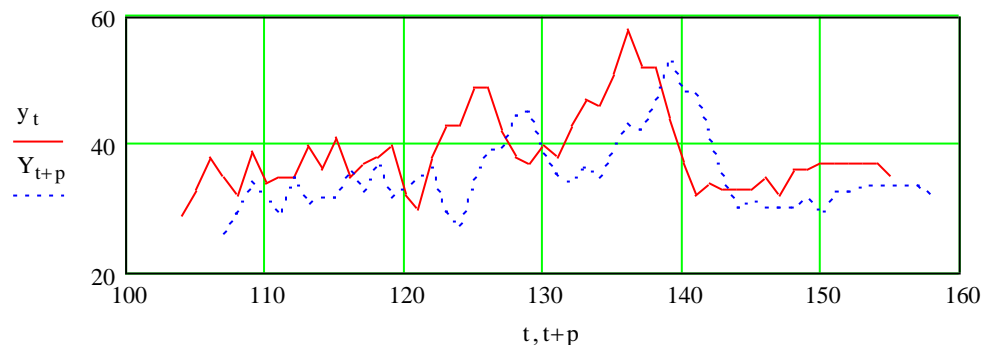


Рисунок 2.15 - Прогноз продажів на 3 тижні.

Прогноз на три тижні вперед отриманий при коефіцієнтах $\alpha = 0.23$ $\beta = 0.9$.

Наведемо розподіл похибок прогнозу протягом усього прогнозованого року у відсотках від фактичного рівня продажів.

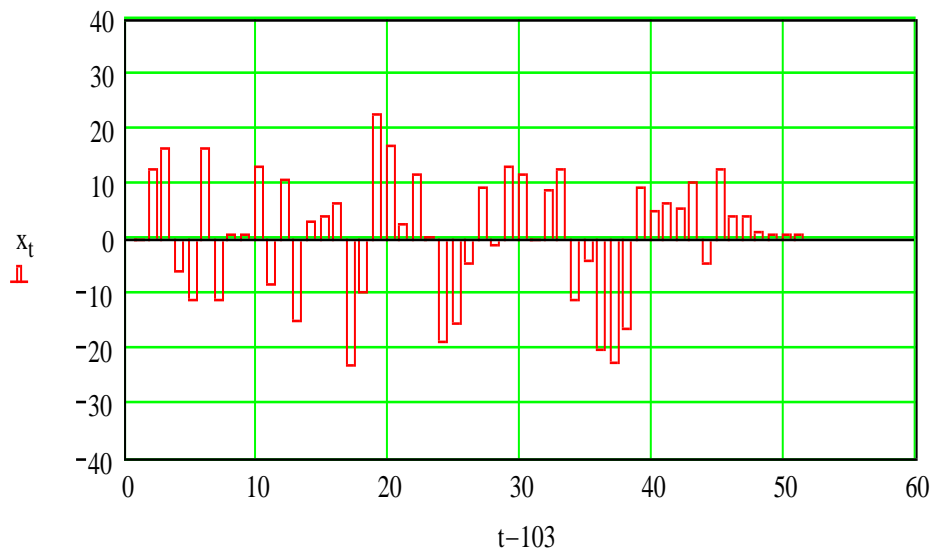


Рисунок 2.16 - Похибка прогнозу продажів на 1 тиждень.

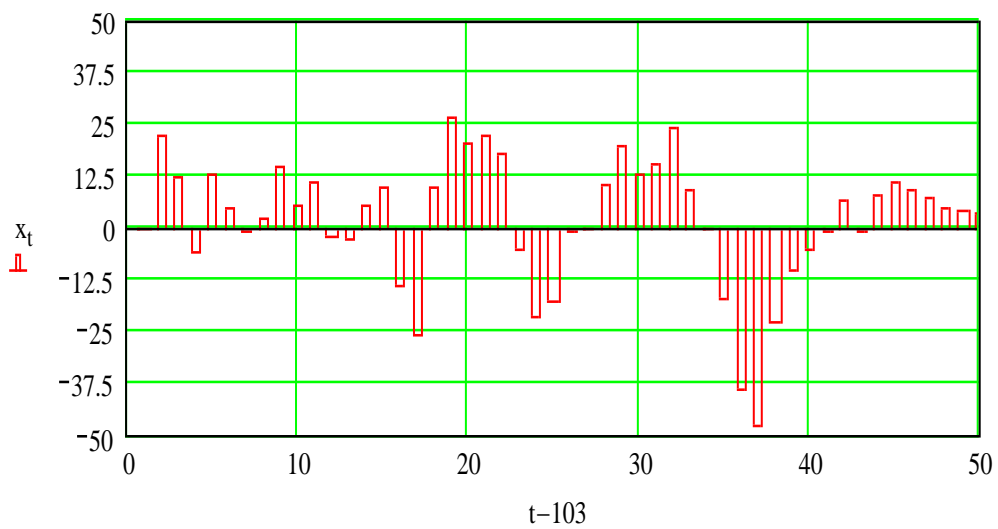


Рисунок 2.17 - Похибка прогнозу продажів на 2 тижні.

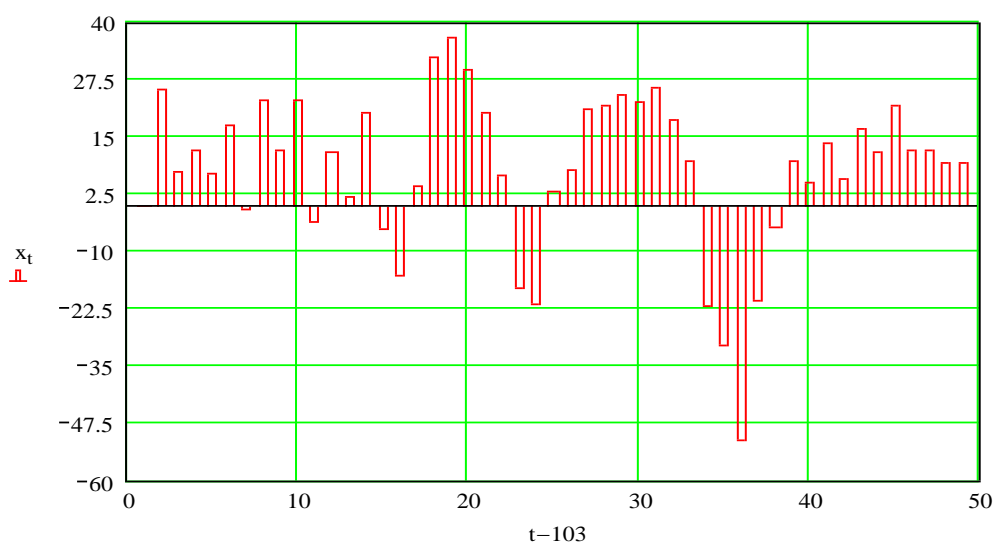


Рисунок 2.18 - Похибка прогнозу продажів на 3 тижні

При прогнозі на 1 тиждень вперед з 52 прогнозованих значень похибка прогнозу перевищує 20% на 17, 19, 36, 37 тижнях.

При прогнозі на 2 тижні вперед 20% похибку прогноз перевищує на 2, 17, 19, 21, 24, 32, 38 тижнях. На 36 і 37 тижнях похибка прогнозу становить 39% і 47% відповідно.

Прогноз на три тижні вперед найменш точний, похибка прогнозу перевищує 20% на 17 тижнях: 2 - 25%, 8 - 23%, 10 - 23%, 18 - 32%, 19 - 36%, 20 - 30%, 24 - 21 %, 27 - 22%, 28 - 21%, 29 - 24%, 30 - 22%, 31 - 23%, 34 - 21%, 35 - 30%, 36 - 51%, 37 - 20%, 45 - 22 %.

Серед безлічі типів похибок, найбільш підходящою є абсолютна відносна похибка - *APE*:

$$APE_k = \left| \frac{y_k - \tilde{y}_k}{y_k} \right| \quad (2.7)$$

де y_k - дані, \tilde{y}_k - прогноз.

Середнє значення похибки *APE* обозначается *MAPE* :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left| \frac{y_k - \tilde{y}_k}{y_k} \right| \cdot 100\% \quad (2.8)$$

має ясну інтерпретацію - типова похибка прогнозу дорівнює *MAPE* одиниць продукції. Щоб не виникло дефіциту, на складі має бути кількість продукції згідно з прогнозом плюс величина середньої похибки. Крім ясності, *MAPE* характеризується більшою стійкістю до викидів у порівнянні із середньою квадратичною похибкою

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - \tilde{y}_k)^2 \quad (2.9)$$

Отже, прогнози на основі *MAPE* будуть більш надійні.

Середнє значення абсолютної відносної похибки прогнозу є показником, за допомогою якого можна порівняти і зіставити точність прогнозування.

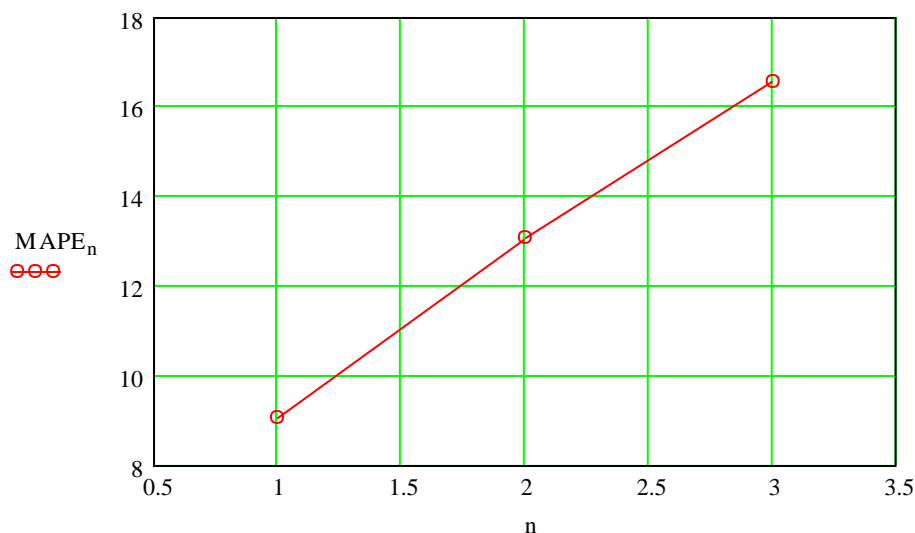


Рисунок 2.19 - Залежність похибки від тривалості прогнозу (MAPE - похибка прогнозу у відсотках; n - тривалість прогнозу тижнів).

Розрахункові значення середньої відносної похибки прогнозу складають: прогноз на 1 тиждень - 9%, на 2 тижні - 13%, на 3 тижні - 16.5%. Знаючи прогноз і його похибку, ми можемо з певною часткою впевненості прогнозувати межі інтервалів майбутніх продажів. У припущенні нормального закону розподілу похибки, межі 95%-х довірчих інтервалів прогнозу лежать в 2-х стандартних відхиленях, рівних MAPE.

2.3.2 Прогнозування продажів з урахуванням сезонності.

Досвід використання методу Хольта-Брауна підтверджує висновки експертів, що цей метод дає досить точний прогноз у разі, якщо вихідний ряд динаміки продажів стаціонарний і має незначну циклічну і сезонну компоненти.

Для ефективного використання цього простого методу запропонуємо такий алгоритм:

- 1) На підставі даних про продажі в 2020 і 2021 роках визначаємо функцію, апроксимуючу лінію тренда.
- 2) Виключаємо з поточних значень продажів 2021 року складову тренду - вважаємо що отримані значення стаціонарні.
- 3) На підставі даних про продажі в 2019 і 2020 роках визначаємо сезонні коефіцієнти.
- 4) Виключаємо також з поточних продажів відповідний сезонний коефіцієнт - вважаючи, що із залишку виключена циклічна і сезонна складові.
- 5) Прогнозуємо залишкові від фактичних значення методом Хльта-Брауна.
- 6) Прогнозовані значення визначаємо як суму трендової складової, сезонної і спрогнозованого методом Хольта-Брауна значення.
- 7) Визначаємо похибку прогнозу.

Використовуючи дані отримані в розділі (прогнозування на рік) покажемо в одних координатах апріорі відомі складові (рисунок 2.20)

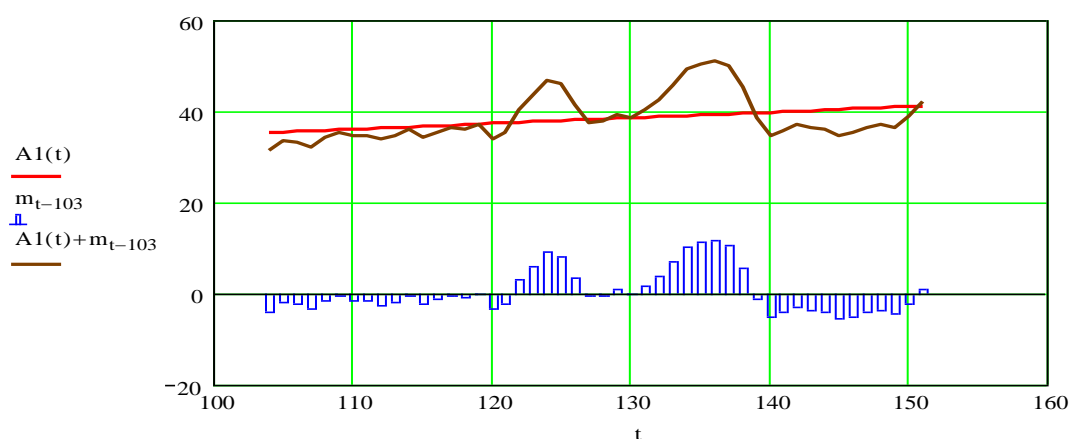


Рисунок 2.20 - Складові прогнозу ($A1(t)$ – тренд, $m(t-103)$ – сезонна складова) і їх сума.

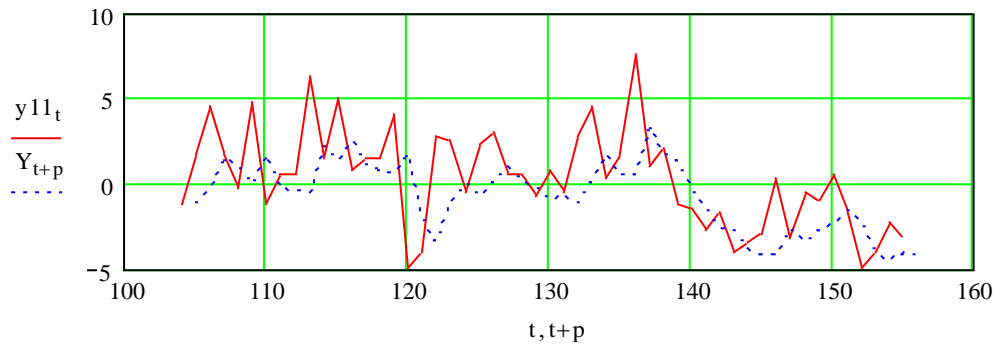


Рисунок 2.21 - Прогнозування залишкових від фактичних значень продажів в 2009 році методом Хольта-Брауна на 1 тиждень (Y_{11} - залишкові значення Y - прогнозні значення).

Точність прогнозування демонструються графіком (рисунок 2.22).

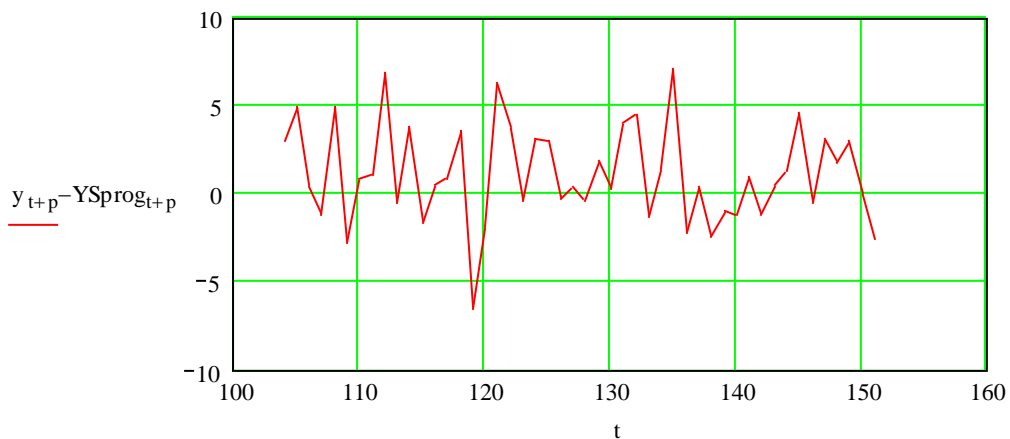


Рисунок 2.22 - Відхилення прогнозованих на 1 тиждень від фактичних значень продажів.

Аналогічно наведеним прикладам прогнозування на 1 тиждень проведено прогнозування на 2 і 3 тижні вперед. Порівнювати точність прогнозування за значенням похибки MAPE.

Розрахункові значення середньої відносної похибки прогнозу складають: прогноз на 1 тиждень - 5.6%, на 2 тижні - 5.9%, на 3 тижні - 6.3%.

Отримані результати можна порівняти зі значенням похибки MAPE отриманим за випадковою складовою динамічного ряду (рис.2.6.) рівною 4.95% яка показує граничну точність прогнозу.

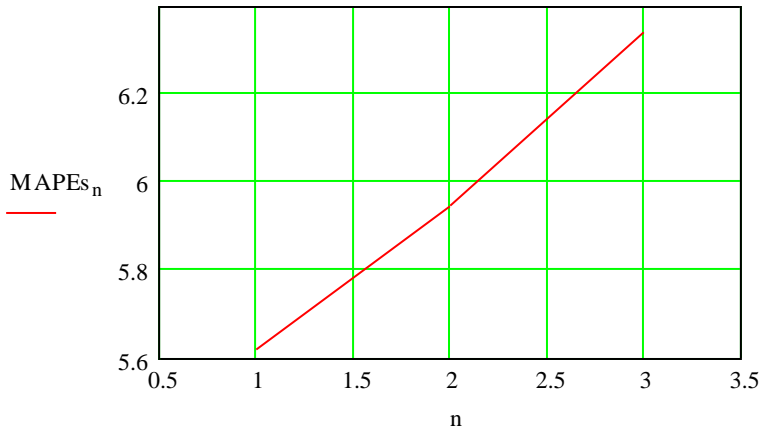


Рисунок 2.23 - Залежність похибки від тривалості прогнозу (MAPEs - похибка прогнозу у відсотках; n - тривалість прогнозу тижнів).

Графічне зіставлення похибок прогнозу методів Хольта-Брауна і прогнозу з урахуванням сезонності і тренду демонструє необхідність урахування сезонних коефіцієнтів (рисунок 2.24).

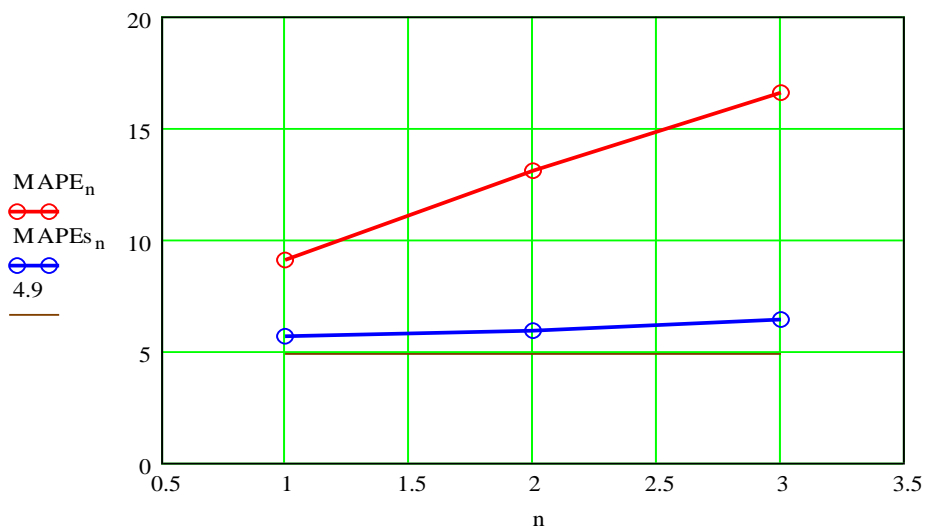


Рисунок 2.24 - Залежність похибки від тривалості прогнозу.

(MAPEs - похибка прогнозу з урахуванням сезонних індексів у відсотках;
MAPE - похибка прогнозу методом Хольта-Брауна у відсотках; n - тривалість
прогнозу тижнів)

Таблиця 2.3 - Порівняльна таблиця точності використовуваних методів прогнозування

№ П/П	Назва препарату (групи)	Похибка MAPE % при прогнозуванні методом Хольта-Брауна на період			Похибка MAPE % при прогнозуванні з урахуванням сезонності на період		
		1	2	3	1	2	3
1	Антигістамінні	9.1	13	16.6.	5.6	5.9	6.3
2	Антинікотинові	16.5	21.7	27.5	17.6	23.1	27.2
3	Полівітаміни	28.6	30.5	33.7	26.3	26.8	27.2
4	Синупрет	18.4	20.5	23.7	17.3	17.5	19.7
5	Активоване вугілля	14.4	15.7	18	11.8	12.1	12.6
6	Ентеросорбенти	9	10.7	11.6	7.1	8.2	9
7	Антидіарейні протимікробні	7.2	8.3	10.6	5.7	5.7	5.7
8	Антидіарейні мікробні	8.9	11.1	13.12	6.7	7.7	8.4
9	Електроліти з вуглеводами	15.3	15.9	18.9	12.8	12.8	12.8

Результати проведених досліджень можливостей прогнозування продажів для фармацевтичних препаратів різних груп наведені в таблиці 2.3. Більшість препаратів, продажі яких мають яскраво виражену сезонність, дозволяють прогнозувати продаж на період 1-3 тижні з досить високою точністю з використанням методик, що враховують сезонність.

Таблиця 2.4 - Порівняльна таблиця точності прогнозу і граничної точності з урахуванням характеру автокореляційної функції.

№ П/П	Назва препарату (групи)	MAPE граничної точності прогнозу %	Тіснота зв'язку, періодів $R(n) > 0.5$	Похибка MAPE % при прогнозуванні з урахуванням сезонності період (тижні)		
				1	2	3
1	Антигістамінні	4.9	3	5.6	5.9	6.3
2	Антинікотинові	12.4	2	17.6	23.1	27.2
3	Полівітаміни	15	6	26.3	26.8	27.2
4	Синупрет	16.82	8	17.3	17.5	19.7
5	Активоване вугілля	10.6	3	11.8	12.1	12.6
6	Ентеросорбенти	8.2	4	7.1	8.2	9
7	Антидіарейні противомікробні	5.7	3	5.7	5.7	5.7
8	Антидіарейні мікробні	5.2	3	6.7	7.7	8.4
9	Електроліти з вуглеводами	10.1	6	12.8	12.8	12.8

Зростання похибки прогнозування значно зменшується при обліку сезонності в порівнянні з простими (метод Хольта-Брауна) методами прогнозування.

Винятком є препарати з хаотичними продажами (антинікотинові препарати). очність прогнозування не залежить від використовуваних у цій роботі методик.

Порівнюючи точність прогнозу з граничною точністю, обумовленою випадкової складової динамічного ряду продажів (таблиця 2.4), бачимо різницю в межах 0-3%. Винятком є група препаратів «Полівітаміни» і «антинікотинові». «Антинікотинові» - препарати характеризуються хаотичними продажами.

«Полівітаміни» - низька точність прогнозу може пояснюватися невідповідними дійсності даними.

Тіснота зв'язку рівнів продажів, обумовлена автокореляційною функцією $R(n) > 0.5$ показує досить тісний взаємозв'язок на 2-8 періодів. Чим більшу кількість періодів тісно взаємопов'язано тим менші темпи зростання похибки прогнозування повинні спостерігатися зі збільшенням періоду прогнозу. Отримані результати не показують такої однозначної залежності. Передбачувана причина - не достатня довжина ряду динаміки продажів (104 тижні за 2 роки). Більш однозначні залежності можна отримати, якщо аналізувати дані продажів за 4 або більше років.

ВИСНОВКИ

1. Динаміка продажів фармацевтичних препаратів має різний характер. Більшість груп препаратів мають яскраво виражену сезонність. Ряд препаратів характеризуються хаотичністю продажів.

2. Аналіз статистичних характеристик динамічних рядів продажів показує, що всі вони не стаціонарні, мають яскраво виражену тенденцію (тренд), сезонну і випадкову компоненти.

3. Для виключення нестационарності порядок апроксимуючого полінома не перевищує третій.

4. Кожна група препаратів має випадкову компоненту різної амплітуди, яка визначає граничну точність прогнозування продажів.

5. Облік сезонної компоненти і тренда дозволяє провести прогнозування річного обсягу продажів з точністю не гірше 7.3%. Винятком є препарати з хаотичними продажами - 12.4%.

6. Короткострокове прогнозування - на 1-3 тижні без урахування сезонності показує, що точність прогнозу значно знижується зі збільшенням періоду.

7. Облік чинника сезонності дозволяє значно підвищує точність прогнозування продажів і знижує темпи зростання похибки прогнозування зі збільшенням періоду прогнозу.

8. Прогнозування препаратів з хаотичними продажами (відсутність яскраво вираженої сезонності) не показує підвищення точності прогнозу при використанні методу з урахуванням сезонної складової.

9. При дослідженні статистичних характеристик динаміки продажів, а зокрема визначення оптимальних значень коефіцієнтів згладжування (вікна згладжування) необхідно використовувати ітераційні алгоритми розрахунку за ознакою значення автокореляційної функції $R(1) = 0$.

10. Достовірність прогнозів значно залежить від якості вихідних даних і від довжини динамічного ряду.

11. Проведені дослідження показали, що використання не складних методик прогнозування дозволить розробити програмні засоби, що дозволяють ефективно управляти запасами по окремим групам або окремим препаратам асортименту аптеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сапожников В., Юрков Н., Рогозин Д. Управление товарными запасами <http://www.pharmmarketing.ru/member/utz/utz-1/htm>
2. Мельник М.М. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении материально-техническим снабжением: Учеб. для экон. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1999. — 208 с.
3. В.И. Суслов, Н.М. Ибрагимов, Л.П. Талышева, А.А. Цыплаков. Эконометрия. // Учебник Новосибирск.: КФКА.1999. — 470с.
4. Маленво Э. Статистические методы эконометрии. Вып. 2. - М.: «Статистика», 2006. (Гл. 11, 12).
5. О.Сергиенко. Аналитический календарь. Аллергия! Как быть? //Еженедельник Аптека 2019 №30 с. 30-37.
6. О.Сергиенко. Аналитический календарь. No Smoking! //Еженедельник Аптека 2018 №30 с. 30-37.

7. Ю.Лысак, О.Сергиенко. Обзор аптечных продаж витаминов. //Еженедельник Аптека 2019 №44 с. 34-41.
8. Ю. Бондаренко СИНУПРЕТ — жизнь без бед! //Еженедельник Аптека 2017 №47 с. 39-45.
9. Ю.Лысак. Аналитический календарь. Летняя беда — кишечная инфекция! // Еженедельник Аптека 2019 №48 с. 44-59.
10. Климанов И.Е. -Директор департамента маркетинга и логистики ЗАО «Интерлизинг-Фарм»: «Стратегии ценообразования в фармацевтической компании»
11. Садовникова, Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование// Н.А. Садовникова, Р. А, Шмойлова: Вып. 3: Учебно-практическое пособие. – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2017. – 272

ВІДГУК
наукового керівника на кваліфікаційну роботу
бакалавра студента групи 124-19-2 Капустіна Богдана Олеговича на тему
«Підвищення товарообігу шляхом прогнозування продажів аптеки з
урахуванням сезонності»

Мета кваліфікаційної роботи: розробка інтелектуальної системи прийняття рішень для альтернативного вибору найбільш оптимального проекту, враховуючи важливість критеріїв вибору.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності спеціальності «Системний аналіз» - використанням методів та створенням програмних засобів прийняття рішень в умовах невизначеності.

У аналітичному розділі здійснено аналіз сучасних методів прогнозування, особливості їх застосування. Показані особливості динаміки реалізації 9 груп лікарських препаратів, показані особливості та зв'язок темпів реалізації з сезонними захворюваннями. Розглянуті дані за 3 роки.

У спеціальному розділі виконано аналіз динамічних рядів продажів, отримані їх основні статистичні характеристики. Проведене прогнозування річного об'єму реалізації препаратів, дана оцінка точності річного прогнозу.

Практичне значення роботи полягає в розробленні рекомендацій що до вибору методу та коефіцієнта (вікна) згладжування. Визначення граничної точності прогнозування. На результатах аналізу автокореляційної функції показано на який термін можливе прогнозування.

Зауваження – робота перевантажена малюнками.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує на оцінку «добре», а студент Капустін Б.О. на звання бакалавр зі спеціальності «Системний аналіз».

Проф.

Слесарев В.В.

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента групи 124-19-2 Капустіна Богдана Олеговича
на тему „Підвищення товарообігу шляхом прогнозування продажів
аптеки з урахуванням сезонності”

Кваліфікаційна робота виконана у повній відповідності до обраної теми. Мета роботи полягає в прогнозі динаміки роздрібного ринку лікарських засобів з урахуванням сезонних змін купівельного попиту на підставі яких з'являється можливість розробити метод управління запасами, який забезпечує одночасне збільшення оборотності і прибутку.

Предметом дослідження є визначення методу прогнозування продажів, що дозволяє прогнозувати продажі на 1-3 тижні вперед.

Студент Капустін Богдан Олегович успішно впорався з поставленою задачею.

Практичне значення роботи полягає в розробленні рекомендацій що до вибору методу та коефіцієнта (вікна) згладжування. Визначення граничної точності прогнозування. На результатах аналізу автокореляційної функції показано на який термін можливе прогнозування.

Зауваження – робота перевантажена малюнками.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує на оцінку «добре», а студент Капустін Б.О. на звання бакалавр зі спеціальності «Системний аналіз».

Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки “_____” за умови відповідного захисту.

Рецензент: