

УДК 330.45

JEL classification: C52, P21, F17

DOI: 10.20535/2307-5651.23.2022.264666

Мазуренко М. С.

студент

Фартушний І. Д.

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-1595-9495

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Mazurenko Mykyta, Fartushny Ivan

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Institute

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ВЕЛИЧИНОЮ ЗНИЖКИ НА БРЕНД ФІРМОЮ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ

OPTIMAL MANAGEMENT OF THE SIZE OF THE DISCOUNT ON THE BRAND BY THE RETAIL COMPANY

Особливу увагу у цій статті присвячено знижці, як ціновому специфічному фактору впливу на попит підприємства. Метою даної роботи стає формалізація та побудова специфічного апарату по встановленню знижки на продукцію, що представляє собою один із основних факторів керування попитом підприємства. Відповідно до поставленої мети створюється відповідна структуризація та формалізація необхідного матеріалу, представлення взаємовідношень та гіпотез у вигляді моделі та створення прикладного апарату для вирішення її. Досліджується сукупність економічних взаємовідносин, що виникають між продавцями та покупцями на ринку в роздрібній торгівлі, якому найбільш властиве використання фактору знижки, предметом дослідження є регулювання ціною, шляхом надання знижки, фірмою та її взаємозв'язок із реакцією споживачів в умовах невизначеності.

Ключові слова: знижка, роздрібна торгівля, попит підприємства, концепція «4Р», оптимальне керування.

One of the key subfields of modern economic science is marketing. This branch of knowledge represents the main problems in the study of socio-economic systems. In turn, their formalized presentation plays a key role in the process of learning the relevant relationships, and also allows building applied tools to increase the efficiency of conducted operations and control over uncertainty. From this point of view, marketing is presented from two points of view. On the one hand, this branch is historically the most innovative and the first to introduce innovations on a mass level, and on the other hand, such relationships represented by this branch of knowledge are often difficult to formalize, which makes it difficult to build a complete formal model. Therefore, for a better understanding of the relevant existing relationships, further research is carried out with the complication of the used mathematical and applied apparatus. Special attention in this article is devoted to the discount, as a price-specific factor influencing the demand of the enterprise. The goal of this work is the formalization and construction of a specific apparatus for establishing a discount on products, which is one of the main factors of enterprise demand management. In accordance with the set goal, the appropriate structuring and formalization of the necessary material, the presentation of relationships and hypotheses in the form of a model and the creation of an applied apparatus for solving it are created. The set of economic relationships that arise between sellers and buyers in the retail market is studied, which is most characterized by the use of the discount factor; the subject of the study is price regulation, by providing a discount, by the firm and its relationship with the reaction of consumers in conditions of uncertainty. An economic-mathematical model of optimal management of the discount on the brand was built depending on the main components that are reflected in the quality criteria. The main exogenous variables of this model are determined. The search for the optimal value of the discount will be based on Bellmann's principle for solving synthesis problems.

Key words: discount, retail trade, enterprise demand, "4R" concept, optimal management.

Постановка проблеми. У основі нашого аналізу є концепція «4Р», за яким, основними засобами впливу на покупця є товар, ціна, просування та розподіл. Відповідно, фірма може вдосконалювати фізичні та абстрактні властивості своєї продукції, здійснювати ту чи іншу політику ціноутворення, маніпулювати розміщенням продукції у просторі торгівельної зали чи виконувати комунікацію із потенційним споживачем, доносячи до нього бажану для фірми інформацію тощо.

Усі ці фактори з тією чи іншою долею стиснення інформації можна формалізувати та представити у математичному вигляді. Так, класичною та близькою до даної теми є вище згадувана «павутино-подібна»

модель попиту та пропозиції. Згідно до неї на ринку із досконалою конкуренцією встановлюється рівноважна ціна та обсяг виробництва продукції, за якого покупці задовольнятимуть увесь свій можливий попит при заданій ціні, а виробники максимізують та розпродають усю вироблену ними продукції.

Однією із задач маркетингу є саме виокремлення у підсвідомості споживача власної продукції. Іншим завданням маркетингу є і цінова політика, за якої, на основі диференціації продукції, ціна відхилятиметься від деякого ідеального рівноважного значення, в залежності від властивостей товарів. Іншим засобом цінового впливу на споживачів є встановлення тим-

часової знижки на продукцію, яка сприятиме збільшенню попиту на неї. Як видно вище, дана задача може математично формалізуватися із використанням таких величин як попит, цінова еластичність тощо.

Іншим засобом щодо взаємодії із споживачем є інформаційна підтримка продукції. Таким чином, фірма обираючи форми комунікації, її інтенсивність, тощо, здатна підтримувати та збільшувати попит на власну продукцію у часі, передавати споживачам повідомлення, інформувати про новий товар. Із математичної точки зору агрегована та взаємодія може встановлюватися деякою функціональною залежністю. Однак, набагато більше застосування набула імовірнісне представлення попиту від використаних ресурсів на інформаційне просування, та їх розподіл у часі.

Засоби та цілі які використовуються при моделюванні залежатимуть від предметної області. Так, у випадку роздрібною торгівлі можуть мати міру циклічні коливання попиту, особливості реагування на ціну, час, від коли споживач отримує повідомлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В ході написання даної статті була опрацьована як література предметної області [1], так і приклади реалізації концепції управління знижкою та моделювання факторів на прикладі моделі 4P. У [2] та [3, с. 104–107] були представлені загальні засоби та приклади для моделювання різноманітних процесів та об'єктів, у тому числі і у галузі маркетингу. Основу щодо використання та моделювання нечітких структур представлено у [4, с. 516–586]. Інший підхід до вирішення аналогічної задачі у іншій галузі був розглянутий у [5]. Спеціалізована література присвячена відповідному математичному апарату теорії керування розглянута у [6, с. 74–113].

Згідно до основних визначень, маркетинг може представлятися як дисципліною, так й ідеологією, в основі якої представляється споживач. Основною метою діяльності маркетингу фірми є правильний вибір цільової аудиторії, позиціонування товару чи бренду на ринку, взаємодія із споживачами ціновими та неціновими факторами тощо. Так, з точки зору маркетингу інформація, яку в прямому чи непрямому вигляді передається від фірми до покупця стає цільовим ресурсом, ефективне використання якого може суттєво збільшити дохід фірми.

Формулювання цілей статті. Нехай здійснюється моделювання деякої фірми, яка здійснює свою операційну діяльність у сфері роздрібною торгівлі. Так, фірма має зовнішні обмеження на збут продукції, найбільш суттєвим з яких є кількість одиниць яка постачається і може бути проданою підприємством.

Бренд представлений різними одиницями товару, які мають власний попит, ціну, якісні характеристики, тощо. На практиці, кількість таких артикулів може сягати від десятків до десятків тисяч. Тому, у реальності, прогнозування чи моделювання попиту, запасів чи будь якої іншої економічної категорії пов'язаної із окремим артикулом потребує величезних обсягів даних продажів та якісну класифікаційну модель для кожного артикулу. Окрема задача побудови такої моделі є нетривіальною і потребує не тільки максимальних відомостей про кожну окрему одиницю, а також залучення і представлення психофізичних властивостей товару, використання нечітких математичних методів,

тощо. Тому, фірма прогнозує сумарний продаж товарів бренду за період часу, для згладжування деталей кожної окремої одиниці у продажу.

Також, із об'єктивних причин, інформації щодо продажів потрапляє до фірми у регулярно визначені моменти часу, що змушує представляти час у моделі дискретною величиною.

Попит на продукцію фірми, особливо у розрізі того що розглядається питання виводу нового бренду, залежить від багатьох чинників. Так, у даній статті, буде припускатися, що попит залежить від часу щодо початку продажу, від ціни купівлі товару споживачем.

Вважатимемо, що товар вже перебуває на ринку деякий час, тому попит на нього є відносно стабільним, у тому сенсі що на середнє значення попиту буде стійким, однак він є схильним до деяких коливань. Тому, попит який залежить від часу є класичним представленням часового ряду, який має циклічну складову. У даному випадку циклічна складова, будемо вважати, представлена постійною частотою у 7 діб, тому за стандартною термінологією, при визначеній тривалості, яка менша за один рік називатимемо її сезонною.

Сезонна складова представлена у вигляді набору синусоїд із конкретною частотою та постійною амплітудою.

Стандартною для економічної науки є залежність попиту від ціни. Однак у нашій моделі початкова ціна визначена і є сталою за умовами контракту та від стратегічного аналізу, визначеного фірмою. Згідно до закону попиту, залежність попиту від ціни є спадною функцією, або зростаючою у випадку знижки. Загальною характеристикою для впливу на попит в залежності від зміни ціни, або інших кількісних характеристик які пов'язані із попитом причинно-наслідковим зв'язком, є еластичність. Напряму виявити еластичність, особливо в умовах нового бренду, який не має історії продажів та для якого ціна залишається сталою є неможливою задачею. Тому, даний параметр носитиме екзогенний характер у моделі і визначатиметься згідно до деякої експертної оцінки.

Також, раціональним є твердження і про інерційний характер знижки. Так, постійне «закидування» споживача знижками не є загальноновживаною та надійною маркетинговою стратегією. Так, споживач, вбачаючи постійну велику величину знижки і тенденцію на її постійне зростання може здійснити негативні висновки щодо якості продукції та репутації фірми, формуючи аналогії із шахрайською діяльністю або із поганим перебігом процесів у ній.

Підсумовуючи, сформулюємо майбутнє математичне завдання. Фірма максимізує виручку від продажів товарів нового бренду, при цьому обираючи у довільні моменти часу її величину, враховуючи її інерційний характер.

Виклад основного матеріалу. Нехай, розглядається довільний період продажів. Час у моделі розглядатиметься дискретно, із періодичністю у день.

Представимо функцію очікуваного доходу від продажів. Тоді дохід у кожну окрему одиницю часу матиме вид:

$$y(t, d) = (1 - d) \cdot p \cdot q(t, d), \quad (1)$$

де p – агрегована ціна за одиницю бренду;
 d – величина знижки;

$q(t, d)$ – функція обсягу продажів для t -го дня та d значення знижки;

$y(t, d)$ – дохід від продажів для t -го дня;

Критерієм раціональної поведінки агента буде максимізація власного доходу (1) і який буде визначений пізніше.

Функція обсягу на продажів продукції представляється у вигляді мультиплікативного часового ряду із сезонною складовою та складовою впливу знижки:

$$q(t, d) = s(t) \times (1 + (k - 1) \times d_i(t, d)),$$

де $s(t)$ – функція сезонної складової;

k – множник масштабу впливу знижки;

$d_i(t, d)$ – функція трендової складової;

Так, дана функція повинна бути строго додатною, у зв'язку із характеристикою часового ряду. Тобто:

$$\begin{aligned} s(t) &\geq 0, \\ k \times d_i(t, d) &\geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Перейдемо до дослідження окремих складових.

Сезонна складова представлятиме стандартну апроксимацію часового ряду тригонометричними функціями, наприклад розкладом у ряди Фур'є або апроксимацією методом МНК.

Тобто, представлення може бути у наступному вигляді:

$$s(t) = A + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \sin(w_i t + \theta_i),$$

де A – амплітуда 0 -вої частоти;

a_i – амплітуда i -ої частоти;

w_i – i -а частота;

θ_i – зміщення i -ої частоти.

Згідно до припущень, у нашому часовому ряді представлена лише одне щотижневе коливання, тому ми можемо скоротити її до вигляду:

$$s(t) = A + a \times \sin(wt + \theta),$$

де A – амплітуда 0 -вої частоти;

a – амплітуда щотижневого коливання;

w – частота для щотижневого коливання;

θ – зміщення щотижневого коливання.

Для виконання умови (2), необхідно щоб для будь-якого моменту часу значення складової було не від'ємним, що можна звести до умови:

$$A > a.$$

Перейдемо до аналізу складової знижки. По-першу, існує обмеження на управління виду:

$$0 \leq d < 1.$$

Вважатимемо, що складова впливу знижки залежать від двох змінних: поточної величини наданої знижки, що є параметром управління, і інерційної складової знижки, що є результатом реакції щодо минулих дій фірми. Перша складова повинна збільшувати вплив знижки, а друга залежать від минулого значення знижок. Однак, при високій знижці у минулі періоди система буде прагнути зменшити вплив знижки у наступні періоди, що може демонструє як і фактор репутації, так і ажіотажного попиту. Відповідно із означення, дана складова мусить приймати вигляд деякого рівняння із зворотнім зв'язком.

Нехай, зв'язок буде представлений у вигляді:

$$d_i(t, d) = r \times (d + d_i(t-1)) \times (1 - d_i(t-1)). \quad (3)$$

де $d_i(t, d)$ – вплив поточної знижки d у момент часу t ;

r – швидкість реакції знижки;

$d_i(t-1)$ – вплив знижки у минулий момент часу (інерційний вплив).

Вважаючи що постійна швидкості реакції менша за одиницю, як і управління, матимемо, що і інерційний вплив не може бути більшим за одиницю.

$$\frac{-d+1}{2} = d_i(t, d). \quad (4)$$

Вважаючи що постійна швидкості реакції менша за одиницю, як і управління, матимемо, що і інерційний вплив не може бути більшим за одиницю.

Величину максимального збільшення попиту визначає множник k . Вважатимемо, що його величина постійна впродовж усього проміжку моделювання і характеризує мультиплікативний ефект від збільшення попиту на продукції, а саме що при низькому попиту низький і рівень варіації, і навпаки.

Перейдемо до побудови критерія якості системи. Як вже зазначалось, основною метою діяльності фірми є максимізація власної виручки. У загальному випадку, може йти мова максимізацію корисності, згідно до визначеної раніше функції корисності, до якої може додаватися ще і частина, яка що визначає дисконтування від доходу, тобто надання більшої корисності поточному чи майбутньому доходу. У нашому випадку, максимізуватимемо валовий дохід за весь період:

$$Y = \max_{d \in [0,1]} \sum_{t=0}^T y(t, d_i).$$

Як вже зазначалось раніше у теоретичній частині, на величину можливого попиту накладається обмеження на величину вже проданих одиниць продукції до залишків на складі. У загальному випадку, можливе моделювання і суміщення вище описаної моделі із різноманітними моделями управління запасами, які записуються у обмеження. Однак, для спрощення задачі, ми застосуємо наступне спрощення. Так, вважатимемо що заданий період у півроку, тобто 182 дні. Розрахуємо кількість проданих одиниць продукції за відсутності знижкового стимулювання, та за постійного стимулювання знижкою, за відсутності інерційних процесів. Далі, розрахуємо значення попиту за відомих початкових умов для обох випадків. Після цього, на період моделювання визначимо що величина запасів є постійною, і розташована у межах цих двох значень.

$$\sum_{t=0}^T q(t, d_i) \leq G,$$

де G – постійна кількість запасів.

Після вирішення першої такої задачі відбувається перехід до наступної. Часовий горизонт та обсяг запасів, визначається попередньо, згідно до характеристик попиту та логістичних процесів підприємства.

Для вирішення цієї задачі зручно застосовувати метод штрафних функцій. Так, переведемо обмеження до критерію якості. Сама штрафна функція матиме вид:

$$\Psi(t) = \begin{cases} 0, & \sum_{j=0}^t q(j, d_j) \leq G \\ \lambda \left(\sum_{j=0}^t q(j, d_j) - G \right)^2, & \sum_{j=0}^t q(j, d_j) > G \end{cases}$$

де $\Psi(t)$ – штрафна функція для моменту t ;

λ – деяка постійна, ціна необробленого попиту.
Тоді, критерій якості матиме вид:

$$Y = \max_{d \in [0,1]} \sum_{j=0}^T y(t, d_j) - \Psi(t).$$

Для правильної інтерпретації цієї моделі, необхідно щоб ціна штрафу була вищою за продажі:

$$p < \lambda.$$

Тоді, вигляд задачі:

$$Y = \max_{d \in [0,1]} \sum_{j=0}^T y(t, d_j) - \Psi(t). \tag{5}$$

$$\Psi(t) = \begin{cases} 0, \sum_{j=0}^t q(j, d) \leq G \\ \lambda \left(\sum_{j=0}^t q(j, d) - G \right)^2, \sum_{j=0}^t q(j, d) > G \end{cases} \tag{6}$$

$$0 \leq d \leq 1 \tag{7}$$

$$y(t, d) = (1-d) \cdot p \cdot q(t, d) \tag{8}$$

$$q(t, d) = s(t) \times (1 + (k-1) \times d_i(t, d)) \tag{9}$$

$$s(t) = A + a \times \sin(\omega t + \theta) \tag{10}$$

$$d_i(t, d) = r \times (d + d_i(t-1)) \times (1 - d_i(t-1)). \tag{11}$$

Для простоти рішення задачі (5)-(11), уточнимо деякі деталі цього ходу, застосовуючи числові рішення синтезу у формі схеми Моїсеєва. Так, по-перше, для знаходження допустимого оптимального керування необхідне вирішення квадратного рівняння. По-друге, для знаходження минулого значення, хоча і виглядає що у моделі присутні дві фазові змінні, однак насправді, суттєвої для рішення є лише вплив інерційний знижки. Так, сезонна складова не залежить від часу, і за будь-якого керування буде однаковою, змінюючись лише

за рахунок складової знижки. По-третє, аналізуючи форму рівняння оберненого зв'язку (3) та (4), ми можемо значно скоротити множину допустимих значень інерційної складової, яка залежатиме від показника k .

Практична реалізація моделювання. На рис. 1 наведений початковий ряд продажів по дням за 182 дні:

Першим кроком необхідно виокремити та оцінити амплітуди сезонної складових. Для цього використовують різні непараметричні види опису часового ряду, такі як згладжування, а також різного роду фільтри.

У результаті практичного моделювання сезонна складова наведена на рис. 2 матиме вид:

У даному випадку, за відомих значень частоти і зміщення, що є даними відомими із предметної області, для розрахунку коефіцієнтів можна застосувати МНК.

Відповідно, отримаємо наступну модель для сезонної складової:

$$s(t) = 39.544 + 10.109 \sin\left(\frac{2\pi}{7}t + \pi\right).$$

На данному етапі, розрахуємо відхилення виділеної складової від реальних даних.

$$R^2 = 0.92$$

$$MAPE = 0.04.$$

Отже, маємо, що опис ряду однією сезонною складовою дає досить близькі до реальності прогнози, коефіцієнт детермінації рівний 0.92, а середня відсоткова абсолютна похибка – на рівні 4%.

Тепер, перейдемо до пошуку оптимального керування. Згідно, до експертної оцінки галузі, визначимо основні константи на наступних рівнях:

$$k = 1.25, r = 0.9, p = 600, \lambda = 1000.$$

Відповідно, що максимальний рівень приросту під впливом знижки це зростання на 25%, а швидкість адаптації знижки рівна 0.9. Отже, максимальна величина впливу знижки буде рівна 0.45.

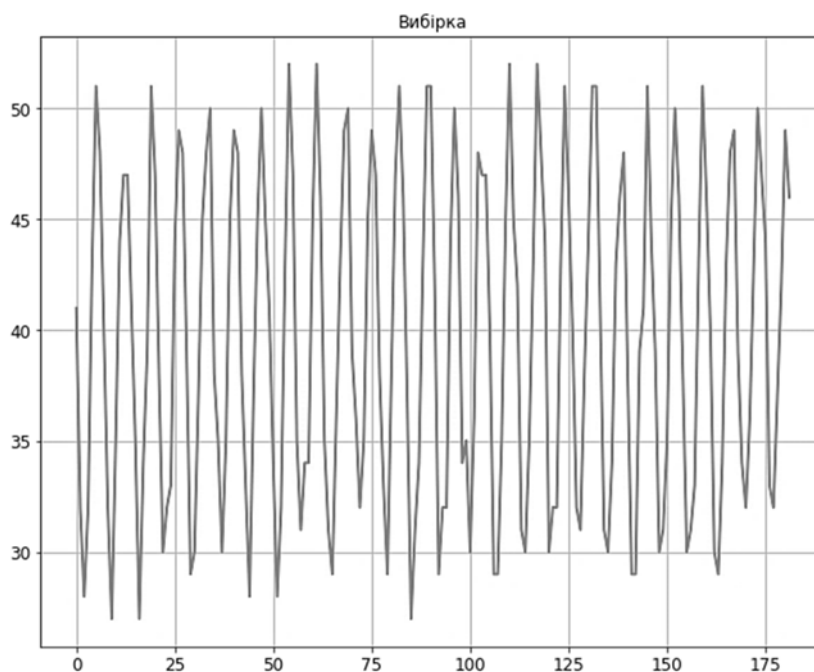


Рис. 1. Практичні дані для задачі

Джерело: на основі власних даних

Тепер, відповідно до методології описаної вище, розрахуємо потенційно можливий максимальний та мінімальний рівень попиту за період моделювання. Матимемо, внаслідок суми по періоду:

$$G_{min} = 7197,$$

$$G_{max} = 8996.$$

Вважатимемо, що запаси рівні проміжній величині, яка згідно до характеру системи ближча до мінімального значення:

$$G = 7500.$$

Початкова умова рівна:

$$d_{i_0} = 0.$$

Так, для заданих параметрів були отримані траєкторії, які відображені на рис. 3–5.

При цьому, значення критеріїв дорівнює:

$$J_* = 4339282; \quad (12)$$

$$\sum_{i=0}^T q_* = 7318. \quad (13)$$

У початковій задачі значення були рівні:

$$J_0 = 4318200; \quad (14)$$

$$\sum_{i=0}^T q_0 = 7197. \quad (15)$$

Висновки. Отже, в ході отриманих результатів (12) – (13) у порівнянні із (14) та (15), вдалося збільшити обсяг продажів на 121 одиницю, а сумарний дохід – на 21 тисячу.

Як ми можемо побачити по вигляду то керування знижкою мало періодичний характер. Так, вплив здійснювався у пікові початкові моменти для стимулювання попиту. Сама знижка варіювалася від 10% до 6%, на періоді керування. Такі дії можна схарак-

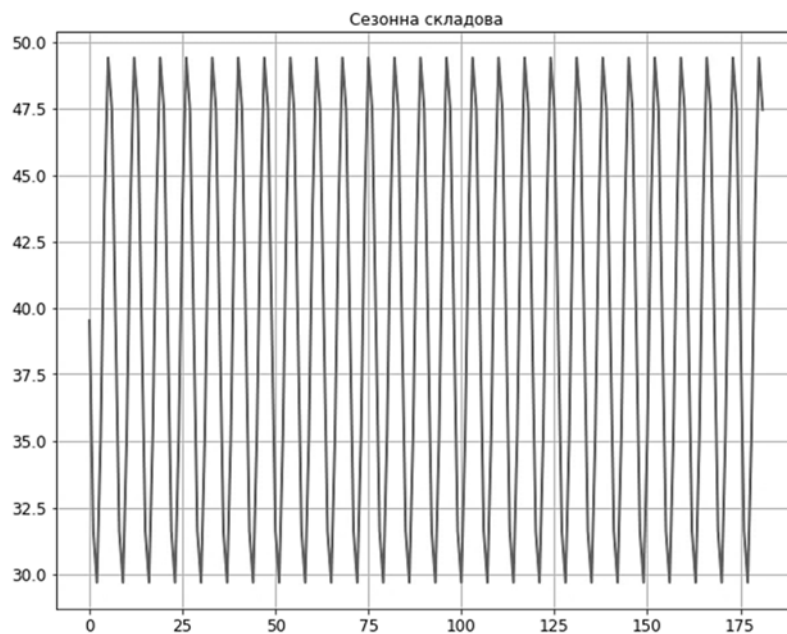


Рис. 2. Виділена сезонна складова

Джерело: на основі власних результатів аналізу

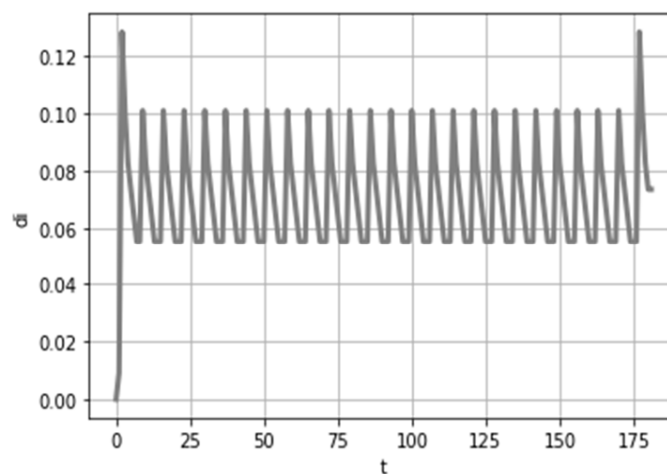


Рис. 3. Траєкторія інерційного впливу

Джерело: на основі власних результатів аналізу

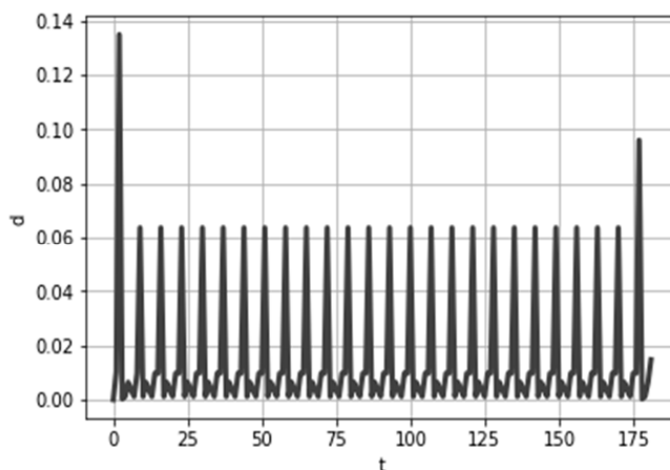


Рис. 4. Траєкторія управління

Джерело: на основі власних результатів аналізу

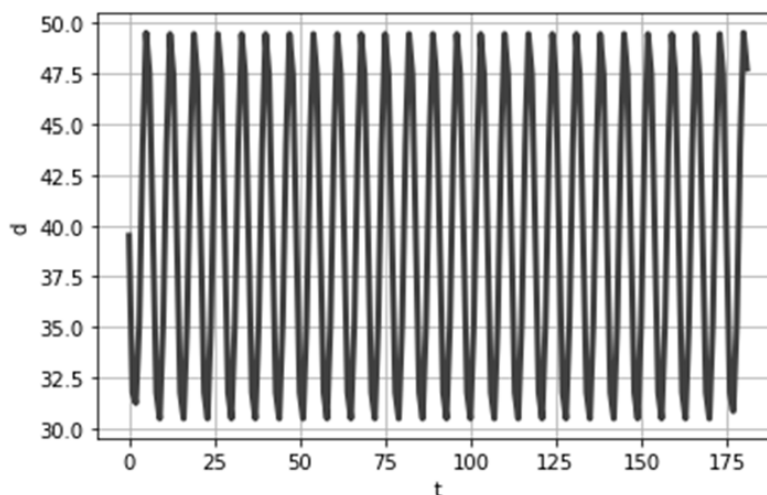


Рис. 5. Траєкторія продажів

Джерело: на основі власних результатів аналізу

теризувати намаганням фірми стимулювати фазову зміну оптимального впливу знижки і варіюванням її на достатньому рівні. При цьому, можна зауважити, що у початкові та завершальні моменти керування, знижка підвищувалася до 12%. Це можна вважати за стимулювання впливу на попит, для його підвищення на вищий ніж початковий рівень, і її збільшенням на завершальному рівні для стимулювання доходу.

При цьому, за варіації екзогенних змінних моделі характер впливу зазнаватиме змін. Так, при великих значеннях реакції знижки і у коефіцієнту зростання попиту, може відбутися перехід на постійне керування на більшій частині періоду і великою варіацією знижки на її кінці. У такому разі, вплив по своїй суті буде мати своєрідний магістральний характер, коли на більшій частині керування знижка матиме постійний характер,

а на кінцях траєкторії зазнаватиме змін для досягнення керування.

Описана задача може бути розширена доповненням статистичного та нечіткого аналізу, який ширше описує характеристики фірми. Як вже зазначалось, актуальним є питання щодо управління запасів фірми при її оперативній діяльності, обрання конкретних форм управління для синхронізації із динамічною змінною величини запасів. У контексті динамічної системи може виникнути питання її стійкості, та оцінка залежності стійкості від значень довільних екзогенних параметрів, наприклад як еластичність попиту, із використанням теорії біфуркацій. Окрему увагу слід приділити щодо оцінки параметрів, які проблематично оцінювати на основі існуючих даних, побудова для цієї оцінки експертних та нечітких систем.

Література:

1. Thabit, Thabit and Raewf, Manaf, The Evaluation of Marketing Mix Elements: A Case Study (March 1, 2018). *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, March 2018. Vol. 4. No. 4.
2. Noor, Jawwad & Takeoka, Norio. (2021). Optimal Discounting*. *Econometrica*. 90. 10.3982/ECTA16050 (дата звернення: 10.02.2022).

3. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2003. 408 с.
4. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підручник. 4-е вид., перероб. і допов. Київ : ЗАТ «ВІПОЛІ», 2001. 688 с.
5. Мошнеська А. В. Математичні методи ціноутворення в околі цінових знижок. *Ефективна економіка*. 2015. № 1 (дата звернення: 01.04.2022).
6. Ладієва Л. Р. Оптимальне керування системами : навч. посіб. Київ : НМЦ ВО, 2000. 187 с.

References:

1. Thabit, Thabit and Raewf, Manaf, The Evaluation of Marketing Mix Elements: A Case Study (March 1, 2018). *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, March 2018. Vol. 4. No. 4 (accessed: 18.03.2022).
2. Noor, Jawwad & Takeoka, Norio. (2021). Optimal Discounting*. *Econometrica*. 90. 10.3982/ECTA16050 (accessed: 10.02.2022)
3. Vitlinsky V. V. (2003) Modeliuvannia ekonomiky: navch. posib [Modeling of the economy: teaching. Manual]. Kyiv: KNEU, 408 p. (in Ukrainian)
4. Zaichenko Yu. P. (2001) Doslidzhennia operatsii : pidruchnyk. 4-e vyd., pererob. i dopov. [Operations research: a textbook. 4th ed., revision. and added]. Kyiv: CJSC "VIPOLI", 688 p. (in Ukrainian)
5. Moshneska A. V. (2015) Matematychni metody tsinoutvorennia v okoli tsinovykh znyzhok [Mathematical methods of pricing in the vicinity of price discounts]. *Effective Economy*, no. 1.
6. Ladiyeva L. R. (2000) Optymalne keruvannia systemamy : navch. posib [Optimal management of systems: training. manual]. Kyiv: NMC VO, 187 p. (in Ukrainian)