

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОГНОЗУВАННІ ТОВАРООБОРОТУ ПІДПРИЄМСТВ ТОРГІВЛІ

ВИСОЧИН І. В.

кандидат економічних наук

КИЇВ

Як відомо, майбутній обсяг та структура товарообороту підприємства торгівлі є вихідними для планування багатьох показників господарської діяльності – комерційного доходу, витрат обігу, прибутку, потреби в активах та капіталі тощо. Виходячи з цього, проблематика визначення обґрунтованого обсягу товарообороту на майбутній період набуває надзвичайної актуальності.

За останні 300 років розвитку ринку накопичена велика кількість формальних правил прогнозування. Ці розробки включають в себе і базові математично-арифметичні правила, і достатньо детальне розуміння закономірностей ринкового розвитку і розвитку продаж підприємств.

Дослідження розробок науковців у галузі економічного прогнозування, торговельного менеджменту та маркетингу і практикуючих фахівців, які займалися проблематикою прогнозування збуту (продаж), дозволило зробити висновок про поширеність при прогнозуванні товарообороту моделей з визначенням факторів, оцінкою їх змін і встановленням залежності між ними і обсягом товарообороту підприємства торгівлі.

Доцільність застосування економіко-математичного моделювання у прогнозуванні обсягу товарообороту підприємства торгівлі визначена в роботах таких науковців як А. А. Мазаракі, Н. М. Ушакова та Л. О. Лігоненко [1, с.114], О. М. Соломатін [2, с.118], А. У. Альбеков та С. О. Согомоян [3, с.179], Г. М. Тарасюк [4, с.145], Л. В. Горшкова [5, с.38], Б. Г. Мазманова [6, с.113-115] та ін.. До числа практикуючих фахівців, які наголошували на можливості визначення прогнозного обсягу товарообороту підприємства торгівлі за допомогою побудови економіко-математичних моделей, зокрема, відносимо відомих російських консультантів у сфері роздрібної торгівлі К. та Р. Канаян [7]. При цьому слід зазначити, що названі автори не визначають повний перелік можливих для використання економіко-математичних моделей, а розглядають їх поряд з іншими методами прогнозування товарообороту підприємства торгівлі, здебільшого без подання алгоритмів розрахунку та характеристики можливостей і обмежень практичного застосування.

Узагальнюючи теоретичні і практичні напрацювання у галузі прогнозування товарообороту нами визначені економіко-математичні моделі, які доцільно застосовувати в практичній діяльності підприємств торгівлі, та у табл. 1 наведена їх характеристика.

Характеристика економіко-математичних моделей, рекомендованих для використання при прогнозуванні товарообороту підприємств торгівлі (доповнено автором статті за Д. Е. Ханком, Д. У. Уічерном та А. Дж. Райтсом [8, с. 107-108, 569-571])

Назва моделі	Опис	Модель даних	Часова віддаленість
<i>Не каузальні моделі</i>			
Модель Бокса-Дженкінса або модель ARIMA	Не передбачає наявності яких-небудь особливих структур у даних спостережень прогнозованого ряду; використовують ітеративний підхід до визначення можливих придатних моделей із загального класу моделей та їх підгонки	Стационарні Трендові Циклічні Сезонні	Коротко- та середньострокові прогнози
<i>Каузальні моделі</i>			
Проста лінійна регресія	Пояснювальне прогнозування; передбачає наявність причинно-наслідкових зв'язків між змінними на вході і виході системи	Трендові	Коротко- та середньострокові прогнози
Множинна лінійна регресія	Пояснювальне прогнозування; передбачає наявність причинно-	Циклічні Сезонні	Коротко- та середньострокові
Лінійна авторегресія	Застосовується до економічних змінних для розрахунку взаємозв'язку між сусідніми спостереженнями часового ряду	Трендові	Коротко- та середньострокові прогнози
Багатовимірна регресія часового ряду	Застосовується для прогнозування залежної змінної на основі значень більш ніж одної незалежної змінної	Трендові Сезонні	Середньо- та довгострокові прогнози

У середині 90-х років минулого століття був розроблений принципово новий і досить потужний клас алгоритмів для прогнозування часових рядів, найвідомішим і використовуваним з яких є алгоритм ARIMA. Більша частина роботи з дослідження методології і перевірки моделей була проведена двома статистиками – Г. Е. П. Боксом (G. E. P. Box) та Г. М. Дженкінсом (G. M. Jenkins). З тих пір побудова подібних моделей і одержання на їхній основі прогнозів може іноді називатися *модель Бокса-Дженкінса* або *модель змішаної авторегресії* (ковзною середнього).

У класичному варіанті ARIMA не використовуються незалежні змінні. Моделі спираються тільки на інформацію, що отримується в передісторії прогнозованих рядів, що обмежує можливості алгоритму. У цей час у науковій літературі часто згадуються варіанти моделей ARIMA, що дозволяють враховувати незалежні змінні, зокрема моделі ARCH та GARCH.

У методології ARIMA не передбачається якої-небудь чіткої моделі для прогнозування динамічного ряду. Задається лише загальний клас моделей, що описують часовий ряд і дозволяють якимось виражати поточне значення змінної через її попередні значення. Потім алгоритм, налаштовуючи внутрішні параметри, сам вибирає найбільш придатну модель прогнозування товарообороту. Існує ціла ієрархія моделей Бокса-Дженкінса, яку логічно можна визначити так:

AR(p)+MA(q) ARMA(p,q) ARMA(p,q)(P,Q)
ARIMA(p,q,r) (P,Q,R) ... (1)

AR(p) – авторегресійна модель порядку p має такий вигляд:

$$Y_t = f_0 + f_1 * Y_{t-1} + f_2 * Y_{t-2} + \dots + f_p * Y_{t-p} + E_t, \quad (2)$$

де Y_t - залежна змінна в момент часу t;

$f_0, f_1, f_2, \dots, f_p$ – оцінювані параметри;

E_t – помилка прогнозу від впливу змінних, які не враховуються в даній моделі.

Завдання ускладнюється тим, щоб визначити $f_0, f_1, f_2, \dots, f_p$. Їх можна оцінити різними способами, найкращим з яких є розв'язок системи рівнянь Юла-Уолкера. Для побудови цієї системи потрібно розрахувати значення автокореляційної функції або використати більш простий спосіб - метод найменших квадратів.

MA (q) – модель з ковзною середньою порядку q має такий вигляд:

$$Y_t = m + e_t - w_1 * e_{t-1} - w_2 * e_{t-2} - \dots - w_p * e_{t-p}, \quad (3)$$

де Y_t – залежна змінна в момент часу t;

$w_0, w_1, w_2, \dots, w_p$ – оцінювані параметри.

При прогнозуванні обсягу товарообороту підприємства торгівлі можуть бути використані *каузальні моделі*, при чому здебільшого науковці сходяться на думці щодо доцільності застосування простої лінійної, лінійної авторегресійної та множинної лінійної моделей.

Каузальні моделі прогнозування потребують визначення факторів, оцінки їх змін і встановлення залежності між ними і обсягом товарообороту підприємства торгівлі.

Як відомо, товарооборот підприємства торгівлі формується під сукупним впливом великої кількості тривало та короткочасно діючих факторів. Зміна умов розвитку товарообороту призводить до варіації його обсягів в часі. Проте під впливом тривало діючих факторів розвиток товарообороту набуває інерційного характеру, що дає можливість зробити висновок про майбутній розвиток товарообороту на основі законо-

мірностей минулих періодів, виявлених в процесі аналізу. Таким чином виявляється тенденція розвитку товарообороту, яку можна охарактеризувати як тренд.

Для виявлення основної тенденції розвитку товарообороту використовується метод аналітичного вирівнювання (виявлення тренду). Застосування методу передбачає вибір типу кривої, яка найбільше відповідає характеру зміни обсягу товарообороту в часі, розрахунок параметрів моделі, оцінку точності розробленого прогнозу.

У випадку розвитку товарообороту підприємства торгівлі по *лінійній функції* модель має вигляд:

$$y = a + bt, \quad (4)$$

де y – обсяг товарообороту;

t – фактор часу;

a, b – параметри моделі.

Можливість використання даної моделі для прогнозування можливого обсягу товарообороту підприємства торгівлі пояснюється тим, що основними факторами, які впливають на обсяг товарообороту, є платоспроможний попит населення і товарні ресурси [2, с. 124]. Обсяг товарообороту передпрогнозного періоду в деякій мірі відображає реальне співвідношення між попитом і пропозицією товарів і, з урахуванням інерційності торгівлі, є показником, що визначає це співвідношення у майбутньому періоді. Фактор часу в даному випадку відображає вплив на обсяг товарообороту решти неврахованих факторів.

Для прогнозування обсягу товарообороту підприємства торгівлі також може бути використана *авторегресійна модель* такого виду:

$$y = a + bx, \quad (5)$$

де x – обсяг товарообороту у передпрогнозному періоді;

a, b – параметри моделі.

Авторегресійна модель передбачає використання у якості чинника впливу на обсяги товарообороту певного періоду значення товарообороту у період, що йому передує.

При використанні *множинної регресії* для прогнозування обсягу товарообороту підприємства торгівлі має бути побудована регресійна модель, в якій як факторні ознаки можуть бути обрані такі змінні, як рівень доходів споживачів, ціни на товари конкурентів, витрати на рекламу та ін.. Рівняння множинної регресії має вигляд

$$Y(X_1; X_2; \dots; X_n) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n, \quad (6)$$

де Y – прогнозований (результативний) показник; в даному випадку – обсяг товарообороту;

$X_1; X_2; \dots; X_n$ – фактори (незалежні змінні);

n – кількість незалежних змінних;

b_0 – вільний член рівняння регресії;

$b_1; b_2; \dots; b_n$ – коефіцієнти регресії, що вимірюють відхилення результативної ознаки від її середньої величини при відхиленні факторної ознаки на одиницю його виміру.

Послідовність розробки регресійної моделі для прогнозування обсягу товарообороту підприємства торгівлі включає наступні етапи:

1) попередній відбір незалежних факторів, які по переконанню дослідника визначають обсяг товарообо-

роту. Ці фактори повинні бути або відомі (наприклад, при прогнозуванні обсягу товарообороту кольорових телевізорів (результативний показник) як факторна ознака може виступати число кольорових телевізорів, що перебувають в експлуатації в цей час); або легко визначені (наприклад, співвідношення ціни на досліджуваній товар підприємства із цінами конкурентів);

2) збір даних по незалежних змінних. При цьому буде утворюватися часовий ряд по кожному фактору або збираються дані по деякій сукупності (наприклад, сукупності підприємств). Інакше кажучи, необхідно, щоб кожна незалежна змінна була представлена 20 і більше спостереженнями;

3) визначення зв'язку між кожною незалежною змінною і результативною ознакою. В принципі, зв'язок між ознаками повинен бути лінійним, в протилежному випадку проводять лінеаризацію рівняння шляхом заміни або перетворення величини факторної ознаки;

4) проведення регресійного аналізу, тобто розрахунок рівняння і коефіцієнтів регресії, та перевірка їхньої значимості;

5) повтор етапів 1–4 доти, поки не буде отримана задовільна модель. Як критерій задовільності моделі може служити її здатність відтворювати фактичні дані із заданим ступенем точності;

6) порівняння ролі різних факторів у формуванні модельованого показника. Для порівняння можна розрахувати часткові коефіцієнти еластичності, які показують, на скільки відсотків у середньому зміниться обсяг товарообороту при зміні фактору X_j на один відсоток при фіксованому значенні інших факторів. Коефіцієнт еластичності визначається за формулою:

$$E = b_j \frac{X_j}{Y_j}, \quad (7)$$

де b_j – коефіцієнт регресії при j -му факторі.

З метою здійснення довгострокового прогнозування товарообороту підприємства торгівлі може бути використана багатовимірна регресія часового ряду, яка відноситься до каузальних моделей.

Для формулювання висновку про ефективність отриманих моделей і про можливість їх використання для прогнозування обсягу товарообороту підприємства торгівлі необхідно визначити середній відсоток відхилень теоретичних (розрахункових) значень товарообороту від фактичних, тобто визначити середню помилку прогнозу. Вважають, що модель є ефективною і її можна використовувати для прогнозування, якщо середня помилка прогнозу не перевищує 5,0 % [2, с. 123].

Розглянуті у статті моделі реалізуються за допомогою інструментарію програми Excel, вміння працювати з якою насьогодні є обов'язковим мінімумом при підготовці фахівця економічного та іншого профілю під час вивчення дисциплін, пов'язаних з інформаційними технологіями та системами. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Мазаракі А. А. Економіка торговельного підприємства. [підруч. для вузів] / А. А. Мазаракі, Н. М. Ушакова, Л. О. Лігоненко – К.: «Хрещатик», 1999. – 800с.

2. Экономика, анализ и планирование на предприятии торговли : [учебник] / Под общ.ред. А. Н. Соломатина – СПб. : Питер, 2010. – 560 с.

3. Альбеков А. У. Экономика коммерческого предприятия / А. У. Альбеков, С. А. Согомоян. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 448 с. – (Серия «Учебники, учебные пособия»).

4. Тарасюк Г. М. Планування комерційної діяльності : [навч. посіб.] / Г. М. Тарасюк. – К. : Каравела, 2005. – 400 с.

5. Горшкова Л. В. Планирование торговли : [учеб. пособие] / Л. В. Горшкова. – Владивосток : Издательство Дальневосточного университета, 2005. – 90 с.

6. Мазманова Б. Г. Методические вопросы прогнозирования сбыта / Б. Г. Мазманова // Маркетинг в России и за рубежом. – 2000. – №1. – С. 105–124.

7. Канаян К. Прогнозирование показателей работы при открытии нового магазина / К. Канаян, Р. Канаян. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.shop-academy.ru/articles/store-architctural-design/forcasting-store-operations-062.htm>.

8. Ханк Д. Э. Бизнес-прогнозирование / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райтс. – [7-е изд.]; [пер. с англ.]. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656с.