

УДК 338.27:339.133

Гармаш Владислав Євгенійович

*студент кафедри математичного моделювання економічних систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Капустян Володимир Омелянович

*кандидат фізико-математичних наук, професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ПРОГНОЗУВАННЯ АКЦІЙНОГО ПОПИТУ ТОРГОВОЇ МЕРЕЖІ

***Анотація.** В даний час на ринку роздрібної торгівлі виробники товарів все частіше конкурують за допомогою проведення акцій в торговій мережі. Це дозволяє їм в короткий термін різко збільшити попит на свою продукцію, тим самим зменшивши частку попиту на продукцію конкурентів. Такі акцію супроводжуються знижкою на певний товар та рекламою у засобах масової інформації щодо проведення акції в певній торговій мережі. Таким чином, торгова мережа має заздалегідь знати, як може зрости попит на той чи інший товар, адже необхідно надати інформацію про можливий попит постачальнику для замовлення товару в тій кількості, яка зможе покрити попит. Крім того, торговій мережі необхідно знати, яким буде попит на кожному магазині, щоб налагодити ланцюг поставок до моменту настання акційної активності.*

Ключові слова: попит, прогнозування попиту, акційний попит, знижка на товар, торгова мережа, роздрібна торгівля.

Постановка проблеми. Для того, щоб торгова мережа могла покрити збільшений попит внаслідок проведення акції на товар, необхідно розрахувати його.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням даної проблеми займалися Л.Г. Купер, П. Бейрон, В. Левай, М. Свішер, П. Гогос, А. Гюр, Т. ван Вонсель, Дж. Франсу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Прогнозування акційного попиту торгової мережі.

Виклад основного матеріалу. Постачальник для проведення акції зі знижкою надає торговій мережі дані щодо необхідної ціни в акцію та часу, коли акція має бути проведена. Отже, маючи інформації щодо звичайної ціни та попиту, можна дослідити ці фактори на вид залежності до акційного попиту.

Так як акції на один і той самий товар бувають не часто, а якщо і бувають, то на нерегулярній основі, то можлива така ситуація, коли для побудови прогнозу акційного попиту може не бути історичних даних щодо попиту під час акцій. Для цього необхідно створити класи товарів, щоб в одній категорії були найбільш подібні товари. Наприклад, макаронні вироби різних брендів. В даному дослідженні будуть використані анонімізовані дані ТОВ «Сільпо-Фуд», де автор працює, на прикладі класу товарів «Газовані напої».

Нехай ціна в акцію і звичайна ціна рівні $P_{i_m,j}^A$ і $P_{i_m,j}^C$ відповідно, де A – індекс акції, C – індекс звичайного попиту. $i_m = [1, n]$ – індекс товару, $j = [1, m]$ – індекс класу товарів. Тоді, відповідно, нормалізований попит

позначимо як $E_{i_m,j}^A$ і $E_{i_m,j}^C$. Нормалізований попит виражає собою попит, що зведений до одного магазину, виражений у грошах та приведений до коефіцієнту сезонності рівним 1. Сезонність будемо використовувати щотижневу, адже акція триває один тиждень, та для всього класу товарів. Така сезонність буде більш згладженою, отже ми позбудемося викидів. Це необхідно для того, щоб можна було порівнювати акції різних товарів, із різними цінами, що проходили у різні періоди часу та на різній кількості магазинів.

Отже, дослідимо залежність факторів від попиту. Для кожного дослідження фактору підберемо такі товари, які мали декілька акцій зі зміною тільки одного фактору. На наступних графіках (рисунок 1) зображено знайдені залежності під час оптимізації.

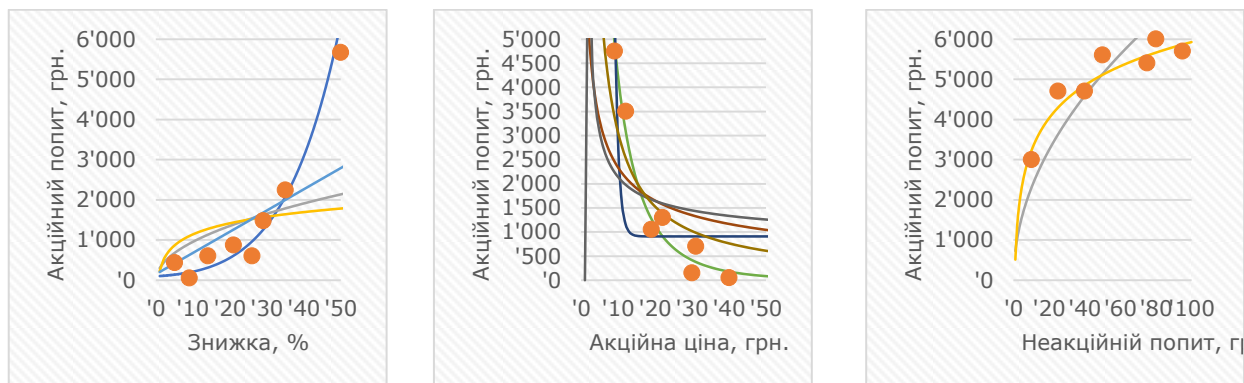


Рис. 1. Види залежності акційного попиту від факторів

Отже, було випробувано декілька видів функціональних залежностей, для кожного фактору було обрано модель, яка мала найбільший коефіцієнт детермінації. У таблиці 1 наведено знайдені залежності та їх коефіцієнт детермінації.

Види залежностей попиту від факторів

Фактор	Вид залежності	Коефіцієнт детермінації
Знижка	$E_{i,m,j}^A = \alpha \times e^{\sqrt{100 \times \left(1 - \frac{P_{i,m,j}^A}{P_{i,m,j}^C}\right)}} + \epsilon$	0,956574
Акційна ціна	$E_{i,m,j}^A = \frac{\beta}{e^{\sqrt{P_{i,m,j}^A}}} + \epsilon$	0,976137
Неакційний попит	$E_{i,m,j}^A = \gamma \times \ln E_{i,m,j}^C + \epsilon$	0,896304

Таким чином, модель для прогнозування акційного попиту матиме наступний вигляд (1):

$$E_{i,m,j}^A = \alpha \times e^{\sqrt{100 \times \left(1 - \frac{P_{i,m,j}^A}{P_{i,m,j}^C}\right)}} + \frac{\beta}{e^{\sqrt{P_{i,m,j}^A}}} + \gamma \times \ln E_{i,m,j}^C + \epsilon. \quad (1)$$

Коефіцієнти α , β , γ , ϵ підбираються на основі історичних даних акцій у тому класі товарів, до якого належить товар, прогноз акційного попиту якого необхідно розрахувати.

Для того, щоб вивести із нормалізованого виду акційний попит, необхідно його помножити на кількість магазинів де буде акція $R_{i,m,j}^A$, коефіцієнт сезонності того тижня, на якому буде акція $S_j^A(T)$ та поділити на акційну ціну (2).

$$D_{i,m,j}^A = \frac{E_{i,m,j}^A \times R_{i,m,j}^A}{P_{i,m,j}^A} \quad (2)$$

Щоб перевірити модель, необхідно її порівняти з іншою. У підприємстві використовувалась проста модель, заснована на усередненні, а не оптимізації. Для того, щоб оцінити прогноз, використовується оцінка MAPE та WMAPE: середня абсолютна відсоткова похибка та середньозважена абсолютна відсоткова похибка відповідно (3-4).

$$MAPE_{i_m,j} = \frac{|F_{i_m,j}^A - E_{i_m,j}^A|}{E_{i_m,j}^A} \times 100\%. \quad (3)$$

$$WMAPE = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_m} \frac{|F_{i_m,j}^A - E_{i_m,j}^A|}{E_{i_m,j}^A} \times E_{i_m,j}^A \times 100\%}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{i_m,j}^A}, \quad (4)$$

де F – прогноз попиту.

Тож було розглянуто один тиждень, під час якого в акціях брало участь близько 300 товарів різних класів. За розробленою моделлю $WMAPE$ склало 17,4%, за раніше використовуваною моделлю – 24,8%. На наступних діаграмах (рис. 2) зображено розподіл похибки прогнозу для кожної моделі.

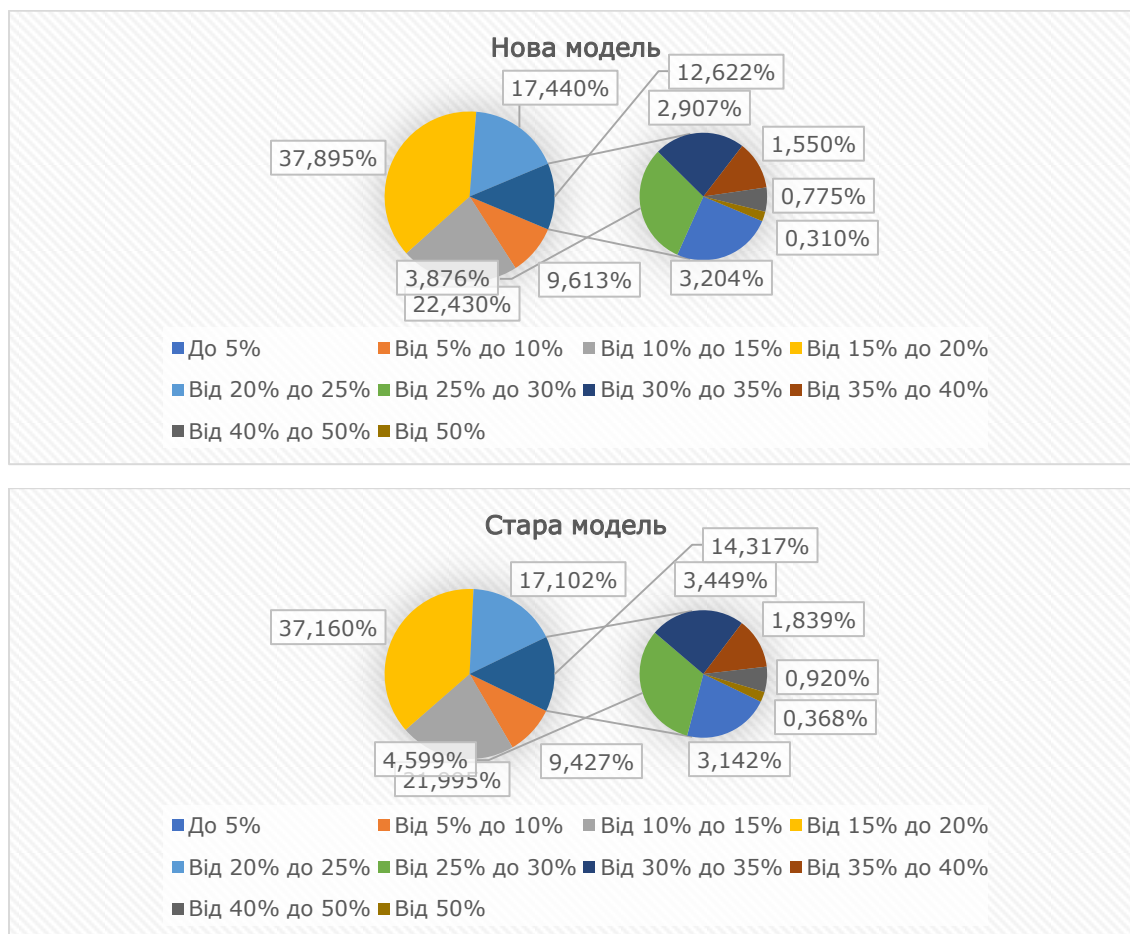


Рис. 2. Розподіл похибки моделей

Із діаграм можна побачити, що відсоток великої похибки знизився, а малої – збільшився. Це означає, що розроблену модель можна використовувати для прогнозування акційного попиту.

Висновки. Була досліджена залежність акційного попиту від основних факторів та відображені види даних залежностей. На їх основі була побудована оптимізаційна модель, коефіцієнти якої можна отримати, використавши історичні дані минулих акцій на товари того самого класу. Отже, є доцільним використання дослідженої моделі для прогнозування акційного попиту торгових мереж роздрібної торгівлі. Однак, також необхідно дослідити залежність акційного попиту кожного магазину від інших факторів. Так як це має бути більш детальний прогноз, то і кількість важливих факторів має бути більшою.

Література

1. Cooper, L. G., Baron, P., Levy, W., Swisher, M., & Gogos, P. A New Forecasting Method for Promotion Planning. *Marketing Science* – 1999.
2. Gür Ali, Ö., SayIn, S., van Woensel, T. and Fransoo, J. SKU demand forecasting in the presence of promotions. *Expert Systems with Applications*, № 36(10), С.12340-12348.
3. Ma, Shaohui, Robert Fildes, Tao Huang. Demand forecasting with high dimensional data: The case of SKU retail sales forecasting with intra- and inter-category promotional information. *European Journal of Operational Research*. – 2015.
4. Trusov, M., Bodapati, A. V., & Cooper, L. G. Retailer promotion planning: Improving forecast accuracy and interpretability. *Journal of Interactive Marketing*. – 2006. –№ 20(3). – С. 71-81.

5. C.A. Enz, G. Thompson. The Options Matrix Tool (OMT): A Strategic Decision-making Tool to Evaluate Decision Alternatives. – 2013.