

К. Е. Петров, І. В. Кобзев

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВАЖНОСТІ СПОЖИВЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОВАРУ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЙОГО ВИБІР ПОКУПЦЕМ

Анотація. Актуальність. Одним з найактуальніших завдань сучасного маркетингу є виявлення та аналіз споживчих уподобань переваг, які впливають на вибір товару покупцем. **Завдання.** У роботі запропоновано метод визначення переваг споживчих характеристик товару, що базується на застосуванні декомпозиційного підходу. На основі інформації про рейтинг популярності марок товарів серед покупців, вирішується завдання визначення часткової корисності для кожної характеристики, і потім, відтворюється структура переваг покупця за всіма споживчими властивостями, які характеризують марки товару, що вивчаються. **Результати.** В рамках аксіоматики теорії багатокритеріальної корисності (МАУТ) розроблено метод середньої точки для вирішення завдання визначення "вагових" коефіцієнтів відносної важливості споживчих властивостей товарів, що базується на ідеях теорії компараторної ідентифікації. Внаслідок застосування запропонованого методу можна отримати єдине стійке рішення задачі. Показано, що в цьому випадку завдання визначення переваг споживчих характеристик можна привести до стандартної задачі лінійного програмування, розв'язування якої не представляє принципових труднощів. Отримані у ході застосування запропонованого методу значення відносних "ваг" споживчих характеристик дозволяють порівнювати їх між собою за ступенем важливості ("корисності") для покупця і, таким чином, вибрати "найважливішу" з них або провести їх ранжування. Наведено результати комп'ютерного моделювання, що підтверджують ефективність застосування методу. **Висновок.** Практична значимість результатів роботи полягає в тому, що запропонований метод до визначення переваг споживачів дозволить маркетологам точно позиціонувати товар на ринку, активно застосовувати "таргетовану" рекламу для видачі релевантних рекомендацій покупцям, а також створювати нові марки товарів з найбільш затребуваними характеристиками для підвищення обсягів продажів.

Ключові слова: споживчі уподобання, теорія корисності, компараторна ідентифікація, декомпозиційний підхід, функція корисності.

Вступ

Невід'ємною частиною успішного ведення бізнесу є пошук постійних переваг над конкурентами. Підвищення конкурентоспроможності тісно пов'язане, зокрема, і з всебічним вивченням поведінки споживачів на ринку.

По суті, споживча поведінка [1] – це узагальнююче поняття для факторів та процесів, які визначають економічні дії покупця у процесі придбання та споживання товару.

Базуючись на особливостях споживчої поведінки [1, 2], компанії вибудовують свою маркетингову політику, встановлюють ціни, визначають характеристики та асортимент товарів, а також способи їх просування.

Слід констатувати, що у теперішній час, немає єдиного універсального підходу до вивчення поведінки покупця [3]. Щоб зрозуміти, чого саме хоче споживач, як саме він здійснює покупку і для чого використовує товар, тобто "проникнути в його голову", аналітики застосовують велику кількість різних методів.

Вербальний опис базової моделі споживчої поведінки [3] можна представити так: покупець здійснює вибір (з представленого на ринку асортименту) максимально корисного і цікавого товару (з точки зору його споживчих характеристик), враховуючи при цьому свої матеріальні можливості. При цьому передбачається, що кожен споживач поводиться раціонально, тобто здатний дати оцінку можливим наслідкам прийнятих ним рішень.

Компанії, що пропонує товар на ринку важливо знати, які з його споживчих властивостей найважли-

віші для покупця. Ця інформація може бути використана для залучення нових покупців та підвищення рівня продажів, що призведе до збільшення прибутку компанії. Тому розробка методів вирішення цієї проблеми є дуже актуальною.

1. Аналіз сучасних досліджень у галузі виявлення переваг споживачів

Споживач, пред'являючи попит на ті чи інші товари, прагне отримати від їх придбання найбільшу користь, тобто максимізувати сукупну корисність. При цьому він стикається з певними обмеженнями, пов'язаними з величиною свого наявного доходу і рівнем ринкових цін. Ці обмеження змушують споживача робити вибір між різними марками товарів.

У теперішній час для пояснення поведінки споживача використовуються два основні теоретичні підходи. Це теорія граничної корисності (кардиналістський підхід) [4] та аналіз кривих байдужості (ординалістський підхід) [4].

В основі цих теорій лежить низка таких припущень.

1. Основою споживчого вибору є корисність товару, величину якої можна якимось чином виміряти.

2. Усі покупці мають у своєму розпорядженні повну, достовірну та актуальну інформацію, необхідну їм для здійснення процесу вибору та прийняття рішень про придбання товару.

3. Споживачі завжди обирають товари, які мають більшу корисність.

Споживач розглядає будь-який товар як набір властивостей. При цьому, він схильний надавати різну значимість властивостям, які вважає актуаль-

ними для себе. Вважається, що кожній властивості покупець приписує деяку функцію корисності, яка визначає ступінь очікуваної задоволеності кожною окремою властивістю. Остаточне ставлення до кожної товарної альтернативи складається у споживача в результаті проведеної оцінки всього набору властивостей товару.

Для отримання узагальненої оцінки корисності товарів певного типу для споживачів зазвичай використовуються методи, що ґрунтуються на застосуванні композиційного та декомпозиційного підходів [4].

Композиційний підхід [4] полягає у визначенні значень узагальненої корисності на основі вимірювань значущості та корисності певних (часткових) характеристик товару, отриманих шляхом вивчення думок споживачів, що враховують їх індивідуальні уподобання. На основі цієї інформації проводиться "згорання" оцінок корисності за окремими частковими характеристиками товару в деяку узагальнену, інтегральну оцінку.

Основними методами, що використовуються при реалізації цього підходу є різні опитування, інтерв'ю, анкетування, за допомогою яких покупців спонукають до структурування та усвідомлення мотивів та переваг при виборі товару (так звані активні експерименти). Ці методи отримання інформації досить суб'єктивні, трудомісткі, дорогі, сильно корельовані зі складом групи споживачів, у якій проводиться дослідження, мотивацією споживачів, а також з методикою проведення дослідження.

Застосування декомпозиційного підходу [4], на відміну від композиційного, починається з визначення переважності для споживача товарів певного типу, сукупності характеристик яких заздалегідь відомі. А вже потім знаходяться значення цих часткових корисностей для кожної характеристики, що лежать в основі цих переваг. Для конкретного покупця узагальнена корисність товару певного типу дорівнює сумі значень її часткових корисностей. Часткові корисності асоціюються як із важливістю кожної окремої характеристики, так і з її значенням для кожного товару. Для реалізації декомпозиційного підходу зазвичай використовується метод спостереження за поведінкою покупців (пасивний експеримент), у ході якого реєструються їх реакції на різні марки товару, які можуть бути описані за допомогою набору значень однотипних часткових властивостей, що характеризують певну групу товарів. Таким чином, інформація, яка отримана від споживачів, зводиться до ранжування переваг щодо марок товару, що розглядаються. Далі, на основі цієї інформації, вирішується завдання визначення часткової корисності для кожної характеристики, і потім, відтворення структури переваг покупця за всіма споживчими властивостями, що характеризують марки товару, які вивчаються.

Метод спостереження позбавлений значної частини тих недоліків, які притаманні активним експериментам, оскільки не передбачає безпосереднього контакту з покупцями, проте дозволяє оперувати

зі значно меншим обсягом інформації, що отримана від них.

Розглянуті вище підходи не є взаємовиключними і можуть бути плідно використані (окремо чи разом) в залежності від цілей досліджень, що проводяться.

Актуальність розробки методів визначення споживчих переваг при виборі товару покупцем підтверджується великою кількістю публікацій, в яких розглядаються питання, що пов'язані з вирішенням низки практичних завдань. Так, у [6] розглядається задача побудови теоретичної моделі для вивчення споживчих характеристик кросівок в'єтнамських брендів та намірів їх покупки; в [7] – пропонується метод прогнозування популярності он-лайн курсів у Китаї на основі аналізу переваги їх атрибутів для користувачів; в [8] – підхід до оцінки поведінки покупців під час обирання транспортних засобів з урахуванням неоднорідності їх переваг з урахуванням використання логіт-моделі випадкових параметрів; в [9] – метод визначення оцінок споживачів декількох марок упакованих фрикадельок, отриманих на основі аналізу їх характеристик; в [10, 11] – можливості використання методів прогнозування оцінок переважності товарів для покупця в рекомендаційних системах.

Таким чином, задача визначення споживчих переваг для правильного формування пропозицій товарів, що відповідають їм, є актуальною.

Метою даного дослідження є розробка методу визначення переважності споживчих характеристик товару на основі декомпозиційного підходу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- розробити метод визначення коефіцієнтів відносної важливості ("вагових" коефіцієнтів) споживчих властивостей товару, які впливають на його вибір покупцем, що базується на ідеях теорії компараторної ідентифікації [12];
- провести експериментальну перевірку працездатності запропонованого методу.

2. Постановка завдання дослідження

Споживачам пропонується до розгляду деяка обмежена множина товарів різних марок однакового функціонального призначення (наприклад, мобільні телефони, автомобільні покривки тощо) $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, кожен з яких описується набором різномірних часткових характеристик

$$K(x_i) = \langle k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_m(x_i) \rangle, \quad i = \overline{1, n}.$$

Ці характеристики достатньо повно відображають якість, надійність, функціональні властивості, безпеку, економічність тощо товару, що пропонується та, крім того, допускають їх об'єктивне кількісне вимірювання.

Нехай відома інформація про рейтинг популярності, що отримана на основі статистики продажу товару кожної марки $x_i \in X$ для певного сегменту споживачів. Необхідно визначити відносну переважність (важливість) споживчих характеристик

$k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_m(x_i)$ товару для покупців на основі інформації про зроблені ними вибори тієї чи іншої марки товару з множини X .

3. Метод визначення відносної важливості для покупця споживчих характеристик товару

Теорія поведінки споживача [1, 2, 3] передбачає, що кожній марці товару $x_i, i = \overline{1, n}$ з множини X можна поставити у відповідність деяку узагальнену оцінку $P(x_i)$, яка виражає ступінь "корисності" цього товару для покупця.

У свою чергу, оцінка $P(x_i)$ може бути отримана на основі використання ідей теорії багатокритеріальної корисності (Multi Attribute Utility Theory – MAUT) [13]. У ній передбачається, що є деяка функція корисності альтернативи, яка залежить від часткових критеріїв.

Формально це означає, що таку оцінку, в загальному вигляді, можна представити у вигляді деякої функції корисності наступним чином:

$$P(x_i) = F[A, K(x_i)], \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де $A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle$ – кортеж параметрів (коефіцієнти відносної важливості часткових характеристик товару $K(x_i)$).

У межах теорії раціональної поведінки [4] передбачається, що споживач обирає "найкращу" марку товару (альтернативу), тобто ту, яка найбільш корисна для нього.

Отже, споживач із усіх можливих альтернативних варіантів $x_i \in X, i = \overline{1, n}$ обирає марку товару $x^0 \in X$ з максимальним значенням функції корисності, тобто

$$x^0 = \arg \max_{x_i \in X} P(x_i). \quad (2)$$

Декомпозиційний підхід передбачає спостереження за поведінкою споживача без втручання у процес вибору і пояснення його причин.

У результаті цього спостереження можна зафіксувати лише поведінку споживачів, яка проявляється у виборі однієї з марок товарів.

На основі цієї інформації необхідно визначити важливість для споживача тих чи інших часткових характеристик товару (тобто їх відносних "вагових" коефіцієнтів A).

Вирішення цього завдання потребує розвитку принципово нового методу визначення параметрів A функції корисності (1). Такий метод можна розробити на основі використання ідей теорії компаративної ідентифікації [12].

В рамках MAUT обґрунтовується використання двох форм функцій узагальненої корисності $P(x_i)$ – адитивної та мультиплікативної [14].

Для цілей нашого дослідження найбільше підходить адитивна форма представлення функції корисності альтернативи, яка має вигляд [15]:

$$P(x_i) = \sum_{j=1}^m a_j k_j^H(x_i), \quad (3)$$

де $0 < a_j < 1, j = \overline{1, m}$ – часткові шкалюючі параметри (коефіцієнти ізоморфізму), що фактично виражають відносну важливість ("вагу") для споживача часткових критеріїв $k_j(x_i), j = \overline{1, m}$, які характеризують альтернативи (товари) $x_i \in X$; $k_j^H(x_i)$ – однокритеріальна функція корисності, що характеризує оцінку товару $x_i \in X$ за частковим критерієм $k_j(x_i)$ і задовольняє умові нормування $0 \leq k_j^H(x_i) \leq 1, j = \overline{1, m}$.

Умова

$$\sum_{j=1}^m a_j = 1$$

дозволяє визначити відносні "вагові" коефіцієнти часткових критеріїв у звичній шкалі від 0 до 1, що в принципі наочно демонструє на скільки (або у скільки разів) один частковий критерій важливіший за інший та "вклад" кожного критерію у загальну оцінку товару. При цьому мультиплікативна функція не дає додаткових переваг при її використанні.

Таким чином, надалі значення параметрів $a_j, j = \overline{1, m}$ багатокритеріальних оцінок $P(x_i), i = \overline{1, n}$ визначатимемо виходячи з адитивної форми (3) представлення функції корисності.

Аксіоматика MAUT передбачає, що для функції корисності $P(x_i)$ виконуються такі співвідношення при порівнянні різних марок товарів [13]:

– якщо товар x_i краще для покупця ніж x_j , тобто $x_i \succ x_j$, то

$$P(x_i) > P(x_j); \quad (4)$$

– якщо товари x_i та x_j еквівалентні, тобто $x_i \sim x_j$, то

$$P(x_i) = P(x_j), \quad \forall x_i, x_j \in X, \quad i \neq j. \quad (5)$$

У загальному випадку, споживчі характеристики товару

$$K(x_i) = \langle k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_m(x_i) \rangle$$

є різномірними і до цього мають різну фізичну розмірність, не співпадаючі інтервали виміру і напрям домінування.

Для побудови функцій корисності $k_j^H(x_i), j = \overline{1, m}$ за кожною характеристикою та проведення нормування їх значень скористаємося формулою [16]:

$$k_j^H(x_i) = \frac{k_j(x_i) - k_j^-(x_i)}{k_j^+(x_i) - k_j^-(x_i)}, \quad j = \overline{1, m}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (6)$$

де $k_j(x_i)$ – дійсне (абсолютне) значення j -ої характеристики; $k_j^-(x_i)$ та $k_j^+(x_i)$ – відповідно його "найгірше" та "найкраще" значення в залежності від напрямку домінування.

При цьому $k_j^H(x_i) \in [0, 1]$ й меншому його значенню відповідатиме "найгірше" абсолютне значення характеристики товару.

Враховуючи прийнятий спосіб нормування характеристик, коефіцієнти $A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle$ стають безрозмірними та виконують такі функції: масштабують скалярну багатокритеріальну оцінку альтернативи $P(x_i)$, тобто визначають інтервал її можливих значень та враховують різну важливість ("вагу") для споживача характеристик товару.

Для того, щоб значення $P(x_i)$ варіювалися в інтервалі $[0, 1]$, достатньо щоб виконувались умови:

$$a_j \in [0, 1], \quad j = \overline{1, m}; \quad \sum_{j=1}^m a_j = 1. \quad (7)$$

Розглянемо метод визначення значень "вагови" коефіцієнтів кортежу A характеристик $K(x_i)$ на основі інформації про рейтинг популярності товарів різних марок серед покупців, що отримана від них у процесі аналізу їх покупок (виборів товару з деякої множини представлених їм альтернатив).

Нехай, наприклад, на основі аналізу статистики продажів чотирьох марок товару x_1, x_2, x_3, x_4 отримано інформацію про переваги споживачів (рейтинг популярності) в наступному вигляді: $x_2 \succ x_4 \succ \{x_1 \sim x_3\}$.

Тоді, в цьому випадку, враховуючи (3) – (5), можна записати систему лінійних обмежень, яка має вигляд:

$$\begin{cases} P(x_2) > P(x_4) \\ P(x_4) > P(x_1) \\ P(x_1) = P(x_3) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P(x_2) - P(x_4) > 0 \\ P(x_4) - P(x_1) > 0 \\ P(x_1) - P(x_3) = 0 \end{cases}. \quad (8)$$

Ця система виділяє опуклий багатогранник на гіперплощині (7) і будь-яка точка, що лежить усередині є допустимим рішенням.

Отже, задача визначення коефіцієнтів відносної важливості характеристик

$$A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle$$

є некоректною за визначенням Тихонова [17], оскільки вона не має єдиного розв'язку. Щоб отримати єдиний розв'язок необхідно доповнити вихідну задачу деяким регуляризуючим співвідношенням [17]. Так як у нашому випадку відсутня додаткова інформація, що дозволяє висунути об'єктивну гіпотезу про вид цього регуляризуючого виразу, виходитимемо з евристичного припущення, що шуканий розв'язок має знаходитися в центральній області багатогранника допустимих значень коефіцієнтів A , що визначаються системою обмежень (7) і (8). Аргументом на користь вибору саме такого розв'язку може

бути те, що це підвищить його стійкість за можливих змін меж багатогранника при надходженні нових даних.

Для визначення єдиного розв'язку задачі пропонується використати метод середньої точки. Розглянемо його реалізацію на прикладі (8).

Спочатку визначаються точкові граничні значення допустимої множини кожного з параметрів $a_j, j = \overline{1, m}$.

Для цього система обмежень (8) перетворюється таким чином:

$$\begin{cases} P(x_2) - P(x_4) \geq 0 \\ P(x_4) - P(x_1) \geq 0 \\ P(x_1) - P(x_3) \geq 0 \\ -P(x_1) + P(x_3) \geq 0 \end{cases}. \quad (9)$$

У системі (9) знаки ">" замінені на "≥" і рівність $P(x_1) - P(x_3) = 0$ представлено у вигляді двох нерівностей $P(x_1) - P(x_3) \geq 0$ та $-P(x_1) + P(x_3) \geq 0$. Зміна знаків обмежень не вплине на розв'язок задачі, оскільки воно знаходиться у внутрішній області багатогранника, який описується системою (7) та (9), а не на його межах.

Обмеження (9) з урахуванням (3) можуть бути записані таким чином:

$$P(x_r) - P(x_s) \equiv \sum_{j=1}^m a_j [k_j^H(x_r) - k_j^H(x_s)] \geq 0, \\ \forall x_r, x_s \in X, \quad r \neq s, \quad (10)$$

де $a_j, j = \overline{1, m}$ задовольняють умовам (7).

Далі система обмежень (7), (9) послідовно доповнюється регуляризуючими цільовими функціями, які мають вигляд [18]:

$$a_j \rightarrow \min, \quad j = \overline{1, m}, \quad (11)$$

$$a_j \rightarrow \max, \quad j = \overline{1, m}. \quad (12)$$

У результаті отримуємо $2m$ задач, кожна з яких є задачею лінійного програмування (ЛП) з цільовою функцією (11) або (12) та системою обмежень (7), (9).

Розв'язання всіх цих задач, наприклад, симплекс-методом, дозволяє отримати кортеж інтервальних значень a_j , тобто $A = \langle [a_j^{\min}, a_j^{\max}], j = \overline{1, m} \rangle$.

На основі цих значень, для кожного інтервалу $[a_j^{\min}, a_j^{\max}]$ знаходиться $j = \overline{1, m}$ його середина:

$$a_j^{cp} = \frac{a_j^{\min} + a_j^{\max}}{2}, \quad j = \overline{1, m},$$

де a_j^{\min}, a_j^{\max} – межі інтервалу допустимих значень a_j , що виходячи з (7), (9), (11) або (12). Мінімальне a_j^{\min} та максимальне a_j^{\max} значення співпадають з вершинами багатогранника допустимих значень і

тому a_j^{cp} центровано відносно його вершин. Для забезпечення виконання умови

$$\sum_{j=1}^m a_m = 1$$

далі проводиться нормалізація кожного з значень a_j^{cp} за формулою:

$$a_j = a_j^{cp} - \left(\sum_{w=1}^N a_w^{cp} - 1 \right) \frac{\Delta a_j}{\sum_{w=1}^N \Delta a_j}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (13)$$

де $\Delta a_j = a_j^{\max} - a_j^{\min}$ – величина інтервалу.

Таким чином, в результаті застосування методу середньої точки отримаємо точкові значення кортежу відносних вагових коефіцієнтів споживчих характеристик товарів $A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle$.

Це дозволить зробити висновки про відносну важливість тих чи інших споживчих характеристик для покупця.

Запропонований вище підхід до регуляризації задачі (7), (9) природно не є єдиним. Наприклад, у роботі [19] пропонується метод регуляризації, що ґрунтується на обчисленні чебишевської точки, а в роботі [20] – для цього використовується генетичний алгоритм.

4. Ілюстративний приклад застосування розробленого методу

Для ілюстрації працездатності запропоновано-го методу визначення відносної важливості споживчих параметрів товару розглянемо наступний приклад.

Нехай є інформація про рейтинг продажів 8 марок смартфонів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_8\}$.

Ці дані отримані від одного з найпопулярніших торгових інтернет-майданчиків України та знаходяться у відкритому доступі.

Дані містять інформацію про найбільш популярні смартфони, що мають 8-ми ядерні процесори та ціну до 10000 грн (табл. 1).

Кожен смартфон описується дев'ятьма споживчими характеристиками (табл. 1):

$k_1(x_i)$ – ціна (у грн. – чим менше, тим краще);

$k_2(x_i)$ – діагональ екрану (у дюймах – чим більше, тим краще);

$k_3(x_i)$ – роздільна здатність екрану (у пікселях – чим більше, тим краще);

$k_4(x_i)$ – частота оновлення екрану (у Гц – чим більше, тим краще);

$k_5(x_i)$ – частота роботи процесора (у ГГц – чим більше, тим краще);

$k_6(x_i)$ – роздільна здатність камери смартфона (у Мп – чим більше, тим краще);

$k_7(x_i)$ – обсяг оперативної пам'яті (у ГБ – чим більше, тим краще);

$k_8(x_i)$ – обсяг внутрішньої пам'яті (у ГБ – чим більше, тим краще);

$k_9(x_i)$ – ємність акумулятора (у мАг – чим більше, тим краще).

У табл. 1 представлені 8 моделей смартфонів у порядку зменшення їхньої переважності для покупців, тобто

$$x_1 \succ x_2 \succ \dots \succ x_8. \quad (14)$$

На основі цієї інформації необхідно визначити відносну важливість для споживачів характеристик смартфонів

$$K(x_i) = \langle k_1(x_i), k_2(x_i), \dots, k_9(x_i) \rangle.$$

Нормовані за формулою (6) значення характеристик смартфонів представлені у табл. 2.

Відповідно до інформації про переваги споживачів (14) та принципів (4) – (5), а також з урахуванням формули (6) та умов (7), система обмежень задачі може бути записана наступним чином:

$$P(x_1) - P(x_2) \geq 0, \quad P(x_2) - P(x_3) \geq 0, \\ P(x_7) - P(x_8) \geq 0, \quad (15)$$

$$a_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 9}; \quad \sum_{j=1}^9 a_j = 1.$$

В результаті обчислення середньої точки для системи лінійних обмежень (15) отримаємо кортеж значень

$$A = \langle a_1, a_2, \dots, a_9 \rangle$$

відносних вагових коефіцієнтів споживчих характеристик смартфонів (рядок a_j у табл. 2).

Таблиця 1 – Значення характеристик марок смартфонів

x_i	Марка смартфона	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9
x_1	Xiaomi Redmi Note 9 Pro	6499	6.67	1080	120	2.30	64	6	128	5020
x_2	Motorola Moto G60	7499	6.80	1080	120	2.30	108	6	128	6000
x_3	Xiaomi Redmi 9C	3899	6.53	720	60	2.30	13	3	64	5000
x_4	ZTE Blade A51	2999	6.52	720	60	1.60	13	2	32	3200
x_5	Samsung Galaxy A12	4599	6.50	720	60	2.00	48	4	64	5000
x_6	Huawei P Smart 2021	5499	6.67	1080	60	2.00	48	4	128	5000
x_7	Poco X3 Pro	8499	6.67	1080	120	2.96	48	8	256	5160
x_8	Realme 8 Pro	8699	6.40	1080	60	2.30	108	8	128	4500

Таблиця 2 – Нормовані значення характеристик смартфонів

x_i	$k_1^H(x_i)$	$k_2^H(x_i)$	$k_3^H(x_i)$	$k_4^H(x_i)$	$k_5^H(x_i)$	$k_6^H(x_i)$	$k_7^H(x_i)$	$k_8^H(x_i)$	$k_9^H(x_i)$
x_1	0.39	0.68	1.00	1.00	0.51	0.54	0.67	0.43	0.65
x_2	0.21	1.00	1.00	1.00	0.51	1.00	0.67	0.43	1.00
x_3	0.84	0.33	0.00	0.00	0.51	0.00	0.17	0.14	0.64
x_4	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
x_5	0.72	0.25	0.00	0.00	0.29	0.37	0.33	0.14	0.64
x_6	0.56	0.68	1.00	0.00	0.29	0.37	0.33	0.43	0.64
x_7	0.04	0.68	1.00	1.00	1.00	0.37	1.00	1.00	0.70
x_8	0.00	0.00	1.00	0.00	0.51	1.00	1.00	0.43	0.46
a_j	0.473	0.054	0.025	0.079	0.071	0.056	0.103	0.074	0.064

Усі результати отримано з використанням програмного засобу MathCad 14.

Таким чином, рейтинг споживчих характеристик смартфонів (у порядку зменшення їх важливості), що впливають на вибір покупців, виглядає так:

$k_1(x_i)$ – ціна ($a_1 = 0.473$),

$k_7(x_i)$ – обсяг оперативної пам'яті ($a_1 = 0.103$),

$k_4(x_i)$ – частота оновлення екрану ($a_1 = 0.079$),

$k_8(x_i)$ – обсяг внутрішньої пам'яті ($a_1 = 0.074$),

$k_5(x_i)$ – частота роботи процесора ($a_1 = 0.071$),

$k_9(x_i)$ – ємність акумулятора ($a_1 = 0.064$),

$k_6(x_i)$ – роздільна здатність камери смартфона ($a_1 = 0.056$),

$k_2(x_i)$ – діагональ екрану ($a_1 = 0.054$),

$k_3(x_i)$ – роздільна здатність екрану ($a_1 = 0.025$).

5. Обговорення та висновки

Вивчення поведінки споживачів на ринку та виявлення їх переваг при виборі товарів є одним із найактуальніших завдань маркетингу.

На основі зібраної інформації та подальшому її аналізі, компанії проводять свою маркетингову політику, встановлюють ціни, визначають споживчі характеристики та асортимент товарів, а також способи їх просування.

У роботі запропоновано метод визначення переважності споживчих характеристик товару для покупця, що базується на застосуванні декомпозиційного підходу до оцінки корисності товарів.

Основою цього методу є ідеї теорії компаративної ідентифікації, використання яких дозволяють отримати кількісні відносні оцінки важливості ("вагові" коефіцієнти) споживчих характеристик товару на основі інформації про його вибір покупцями.

Експериментальні дослідження підтвердили ефективність застосування запропонованого методу.

Наукова новизна роботи полягає в наступному: вперше запропоновано метод отримання відносних кількісних оцінок важливості споживчих характеристик товарів для покупця, який відрізняється від існуючих можливістю використання будь-якої інформації про відношення порядку на множині альтернатив (марок товару), що дає можливість отримувати адекватні результати навіть при невеликому обсязі даних.

Головною перевагою методу є те, що "вагові" коефіцієнти характеристик можуть бути отримані тільки на основі інформації, що отримана в ході спостереження за покупцем (пасивний експеримент) – у разі вибору ним "найкращої" марки товару, або в ході активного експерименту, коли покупець ранжує усі або частину марок товарів у порядку їх переважності.

На користь застосування саме такого підходу свідчать численні дослідження, результати яких показали, що людина більш точно виконує операцію порівняння, ніж кількісне вимірювання (приписування числових оцінок).

Практична значимість результатів роботи полягає в тому, що запропонований метод до визначення переваг споживачів дозволить маркетологам точно позиціонувати товар на ринку, активно застосовувати "таргетовану" рекламу для видачі релевантних рекомендацій покупцям, а також створювати нові товари з найбільш затребуваними характеристиками для підвищення обсягів продажів.

Перспективи подальших досліджень полягають у доповненні представленого методу можливістю обліку кількісних статистичних показників розподілу кількості виборів покупцями конкретних марок товару, а також у всебічній апробації розробленого методу визначення переваг споживачів під час вирішення різних практичних завдань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Rajagopal R.* Consumer Behavior: External Factors: Analyzing Consumer Behavior to Drive Managerial Decision Making. Contemporary Marketing Strategy. Cham: Springer International Publishing. 2019. P. 35–63. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11911-9_2.
2. *Rajagopal R.* Consumer Behavior: Internal Factors: Analyzing Consumer Behavior to Drive Managerial Decision Making. Contemporary Marketing Strategy. Cham: Springer International Publishing. 2019. P. 3–33. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11911-9_1.

3. Барден Ф. Взлом маркетинга. Наука о том, почему мы покупаем. К.: Форс. 2021. 304 с.
4. Moscati I. Measuring utility: from the marginal revolution to behavioral economics. New York, Oxford University Press. 2018. 326 p. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199372768.001.0001>.
5. Решетилова Т. Процесс исследования потребительских характеристик инновационного товара // Маркетинг в Україні. 2017. №5-6. С 56–63.
6. Ha T. M. The impact of product characteristics of limited-edition shoes on perceived value, brand trust and purchase intention // Cogent Business & Management. 2021. Vol. 8.Iss. 1. <https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1953680>.
7. Tang R. Research on Consumer Preferences in Online Courses. // 3-rd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA-2019). 2019. P. 147-151. <https://doi.org/10.1109/ICDSBA48748.2019.00039>.
8. Shabanpour R., Mousavi S. N. D., Golshani N., Auld J., Mohammadian A. Consumer preferences of electric and automated vehicles // 5-th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS-2017). 2017. P. 716-720. <https://doi.org/10.1109/MTITS.2017.8005606>.
9. Syarif I. H., Pawana N. I., Meilia Z. D. H., Laksmi D. Consumer Preferences In Purchasing Packaged Meatball Products // Proceedings of the International Conference on Science and Technology (ICST-2018). 2018. P. 594-603. <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.123>.
10. Gao T., Li X., Chai and Y., Tang Y. Deep learning with consumer preferences for recommender system // International Conference on Information and Automation (ICIA-216). 2016. P. 1556-1561. <https://doi.org/10.1109/ICInfA.2016.7832066>.
11. Петров К. Э., Кобзев И. В. Прогнозирование предпочтений пользователей на основе анализа их действий // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. 2018. № 1 (90). С. 97–101.
12. Петров К. Э., Крючковский В. В. Компараторная структурно-параметрическая идентификация моделей скалярного многофакторного оценивания. Херсон: Олди-плюс. 2009. 294 с.
13. Dyer, J. S. Multiattribute utility theory (MAUT). Multiple criteria decision analysis. International Series in Operations Research & Management Science. New York: Springer. 2016. P. 285–314. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_8.
14. Keeney R. L., Raiffa, H. Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs. Cambridge: Cambridge University Press. 1993. 569 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174084>.
15. Petrov K., Kobzev I., Orlov O., Kosenko V., Kosenko A., Vanina Y. Devising a method for identifying the model of multi-criteria expert estimation of alternatives // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4 № 3 (112). P. 56–65. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238020>.
16. Петров Э.Г., Крючковский В.В., Петров К.Э. Нормативная формализация процесса принятия решений в условиях многокритериальности и интервальной неопределенности // Проблемы информационных технологий: зб. наук. пр. Херсонського національного технічного університету. 2014. № 1(15). С. 7 – 13.
17. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1986. 288 с.
18. Петров К.Э., Дейнеко А.А., Чалая О.В., Панферова И.Ю. Метод ранжирования альтернатив при проведении процедуры коллективного экспертного оценивания // Радиоэлектроника, Информатика, Управление: науч. журнал. 2020. № 2 (53). С. 84–94. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-9>.
19. Ovezgeldyev A. O., Petrov K. E. Modeling individual multifactor estimation using GMDH elements and genetic algorithms // Cybernetics and Systems Analysis. 2007. Vol. 43. P. 126–133. <https://doi.org/10.1007/s10559-007-0031-0>.
20. Ovezgeldyev A. O., Petrov, K. E. Fuzzy-interval choice of alternatives in collective expert evaluation. Cybernetics and Systems Analysis. 2016. Vol. 52. p. 269–276. <https://doi.org/10.1007/s10559-016-9823-4>.

Received (Надійшла) 23.03.2022

Accepted for publication (Прийнята до друку) 18.05.2022

Method for determining the preference of consumer characteristics of a product based on information about its choice by the buyer /

Konstantin Petrov, Igor Kobzev

Abstract. Topicality. One of the most urgent tasks of modern marketing is to identify and analyze consumer preferences that affect the choice of goods by the buyer. **Task.** In the paper proposes a method for determining the preference of consumer characteristics of a product, which is based on the application of the decomposition approach. Based on the information about the popularity rating of brands of goods among buyers, the problem of determining the private utility for each characteristic is solved, and then, the structure of the buyer's preferences is reconstructed for all consumer properties that characterize the studied brands of goods. **Results.** Within the framework of the axiomatics of the theory of multicriteria utility (MAUT), a midpoint method has been developed to solve the problem of determining the "weight" coefficients of the relative importance of consumer properties of goods, which is based on the ideas of the theory of comparative identification. As a result of applying the proposed method, its can obtain a unique stable solution to the problem. It is shown that in this case, the problem of determining the preference of consumer characteristics can be reduced to a standard linear programming problem, the solution of which does not present fundamental difficulties. The values of the relative "weights" of consumer characteristics obtained during the application of the proposed method make it possible to compare them with each other in terms of importance ("usefulness") for the buyer and, thus, to choose the "most important" of them or to rank them. The results of computer modeling are presented, which confirm the effectiveness of the method. **Conclusion.** The practical significance of the results of the work lies in the fact that the proposed method for determining consumer preferences will allow marketers to more accurately position a product on the market, actively use "targeted" advertising to issue relevant recommendations to customers, and also create new products with the most demanded characteristics to increase sales.

Keywords: consumer preferences, utility theory, decomposition approach, comparative identification, utility function.