

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.4

Кирій В.В., к. е. н., доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою

Харківський національний університет радіоелектроніки

Мендюк О.В., магістр кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою

Харківський національний університет радіоелектроніки

Чеченець Д.О., аспірант кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою

Харківський національний університет радіоелектроніки

МОДЕЛЬ НЕЙРОЛІНГВІСТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ СПОЖИВАЧІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Кирій В.В., Мендюк О.В., Чеченець Д.О. Модель нейролінгвістичної сегментації споживачів в умовах обмеженої кількості інформації. У статті запропоновано сегментацію споживачів газорозподільної та газотранспортної сфер на основі двох факторів: зацікавленості споживача в товарі та його платоспроможності. Визначено, що в умовах обмеженої кількості інформації сегментацію найбільш доцільно зробити за допомогою введення нечіткості. Для отримання найбільш актуальних даних для сегментації було запропоновано спрогнозувати дані на майбутній період за допомогою штучних нейронних мереж. Розглянуто можливі маркетингові стратегії та рекомендації, які слід застосувати для кожної групи сегментів.

Ключові слова: сегментація споживачів, прогнозування, штучні нейронні мережі, нечіткість.

Кирий В.В., Мендюк О.В., Чеченець Д.А. Модель нейролингвистической сегментации потребителей в условиях ограниченного количества информации. В статье предложена сегментация потребителей газораспределительной и газотранспортной отраслей, основываясь на двух факторах: заинтересованности потребителя в товаре и платежеспособности. Определено, что в условиях ограниченного количества информации сегментацию наиболее разумно провести при помощи введения нечеткости. Для получения наиболее актуальных данных для сегментации было предложено спрогнозировать данные на будущий период с помощью искусственных нейронных сетей. Рассмотрены возможные маркетинговые стратегии и рекомендации, которые следует применить для каждой группы сегментов.

Ключевые слова: сегментация потребителей, прогнозирование, искусственные нейронные сети, нечеткость.

Kiryi V.V., Mendyuk O.V., Chechen D.A. Neurolinguistics model of segmentation consumers with a limited amount of information. Consumer segmentation in gas distribution and gas delivering area was proposed, based on their interest in product and solvency. In our research, we use fuzzy techniques to identify segments of customers. To receive the most current data, was suggested to forecast data, using neural networks. The paper concludes by highlighting the most promising gas consumer segments and discussing possible segment-specific marketing and policy strategies.

Keywords: consumers segmentation, forecasting, artificial neural networks, fuzzy.

Постановка проблеми. Сегментація споживачів для будь-якого підприємства виступає важливим етапом діяльності з реалізації своїх стратегічних планів та завдань. Однак на даний момент не існує єдиної універсальної моделі реалізації вказаної процедури, навпаки, існує безліч різноманітних методів сегментації, кожна з яких має

власні переваги залежно від остаточного завдання дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день було проведено багато досліджень щодо сегментування споживачів як вітчизняними, так і закордонними спеціалістами [1–3]. Але кількість проблем, які виникають під час розро-

блення моделі сегментації для конкретного випадку та напряму дослідження, а також відсутність однозначних методик досягнення результату призводять до того, що будь-які мінімальні зміни обчислюваних параметрів можуть вимагати кардинальних змін алгоритму моделі або взагалі заміни її на іншу.

У даній роботі буде розглянута модель прогнозування рівня заборгованості та сегментації споживачів підприємства ПАТ «Харківгаз» на основі якісних та кількісних показників. Складність даного завдання зумовлена тим, що:

- дане підприємство є монополістом на ринку послуг, транспортування та реалізації газу, що є його операційною діяльністю, та функціонує в умовах поступової лібералізації ринку з боку держави (тобто не існує попереднього досвіду побудови аналогічних моделей у подібних умовах);

- відсутність необхідної достовірної інформації у вільному доступі, процес її збору пов'язані з труднощами, які іноді роблять цей процес недоцільним;

- обмежені ресурси дослідження та обробки інформації предметної сфери.

Постановка завдання. Метою статті є формування моделі сегментації споживачів газотранспортного підприємства для її подальшого застосування в процесі управління дебіторською заборгованістю.

Виклад основних результатів. В умовах поступової лібералізації ринку газу в Україні та з прийняттям постанов НКРЕ КП «Про затвердження Кодексу газотранспортної системи» від 30.09.2015 № 2493 [4] та «Про затвердження Кодексу газорозподільних систем» від 30.09.2015 № 2494 [5] підприємства газового господарства були наділені новими правами щодо регулювання своєї діяльності. Увівши в дію нові кодекси, НКРЕ КП мало намір розширити повноваження комунальних підприємств у сфері регулювання своєї дебіторської заборгованості. Слід зазначити, що більш широкі повноваження не лише дають нові інструменти впливу, а й збільшують ступінь невизначеності дій щодо їх застосування. Отже, підприємства державних монополій, такі як ПАТ «Харківгаз», дотримуючись вимог нового законодавства, мають застосовувати нові ринкові механізми у ході своєї діяльності. Найбільш вагомим за даних обставин є створення нової, більш гнучкої політики взаємодії з боржниками. Найпершим кроком у створенні такої політики є дослідження та сегментація споживачів. Ця інформація може в подальшому використовуватися для:

- розроблення маркетингових заходів, спрямованих на певні групи клієнтів;
- стимулювання або стримування попиту;
- оптимізації витрат на супровід боргу;
- запобігання збільшенню кількості неплатників та суми заборгованості.

Завдання сегментації споживачів газу має свої специфічні особливості, серед яких слід особливо

відзначити відсутність або високу складність отримання якісних характеристик про кожного споживача або іншої інформації, яку можна здобути лише за межами ПАТ «Харківгаз», а значна кількість споживачів унеможливує використання деяких моделей. Через це запропонована модель буде ґрунтуватися лише на достовірній та точній інформації. Єдиною достовірною інформацією на підприємстві є дані внутрішнього бухгалтерського обліку взаєморозрахунків, зокрема відомості про об'єм оплат або споживання за даний період часу. Для вирішення поставлених завдань сегментації було відібрано абоненти, які користувалися послугами ПАТ «Харківгаз» протягом 2013–2015 рр.

Така наявна інформація описує лише минулий період і не може свідчити про те, яким чином певний споживач буде діяти у майбутньому. Виходом із цієї ситуації може бути прогнозування майбутньої поведінки споживача з огляду на ті тенденції, які він виявляв раніше. Виходячи зі складності виявлення факторів впливу на прогнозовану величину, у статті використані штучні нейронні мережі.

Згідно з останніми дослідженнями [6–8], інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж (ШНМ) дають змогу з успіхом вирішувати проблеми виконання прогнозів навіть в умовах обмеженої кількості інформації. ШНМ є електронними моделями нейронної структури мозку, який, головним чином, навчається з досвіду. Природний аналог доводить, що множина проблем, які поки що не підвладні розв'язуванню наявними комп'ютерами, можуть бути ефективно вирішені блоками нейромереж. Для ШНМ завдання прогнозування формалізується через завдання розпізнавання образів. Дані про змінну, що прогнозується, за деякий проміжок часу утворюють образ. Клас образу визначається значенням прогнозованої змінної в деякий момент часу за межами даного проміжку, тобто значенням змінної через інтервал прогнозування. Нейронна мережа не передбачає майбутнє, вона прагне «розпізнати» в поточному стані ринку ситуацію, що раніше зустрічалася, і максимально точно відтворити реакцію споживачів.

У даному дослідженні проведено прогнозування рівня заборгованості по кожному з контрагентів усіх територіальних підрозділів ПАТ «Харківгаз» із використанням зазначених вище даних. Програмний пакет MatLab дає змогу реалізувати власні алгоритми навчання нейронних мереж. Це дає можливість задовольнити особливості розв'язання будь-якої задачі, але потребує досконалих знань математичних алгоритмів навчання та внутрішньої мови пакету MatLab. Програма увібрала в собі найкращі досягнення у сфері використання штучних нейронних мереж. Графічний інтерфейс користувача системи забезпечує досить потужне та гнучке середовище для створення та реалізації ШНМ. Його інтуїтивність перевищує інтерфейси інших подіб-

них систем, а також він надає можливість швидко та легко будувати різноманітні ШНМ [6].

Нейронна мережа реалізована за допомогою додатка Matlab Neural Network Toolbox. Навчання ШНМ здійснювалося згідно з алгоритмом зворотного розповсюдження похибки Левенберга-Марквардта. Отриману інформацію можна інтерпретувати так:

- об'єм споживання газу свідчить про зацікавленість споживача у товарі;
- об'єм сплаченого споживання свідчить про платоспроможність споживача.

У результаті реалізації було отримано два масиви даних, які відображають ступінь зацікавленості споживача у товарі та його платоспроможність відповідно.

Базуючись на останніх працях [9; 10], можна зробити висновки, що сегментацію найбільш доцільно зробити за допомогою введення нечіткості. Отримані масиви було запропоновано оцінити декільком експертам у сфері фінансової діяльності ПАТ «Харківгаз», розділивши їх на три класи: високий ступінь зацікавленості споживача, середній та низький – для першого масиву, висока платоспроможність, середня та низька – для другого. Кожен з експертів визначив проміжок даних, який, на його думку, характеризує споживачів даного класу. У результаті того, що різні експерти вказували різні проміжки, крім третіх класів з однозначною приналежністю до них споживачів, було виділено ще чотири проміжні (додаткові) класи:

- між високим і середнім, ближче до високого;
- між високим і середнім, ближче до середнього;
- між середнім і низьким, ближче до середнього;
- між середнім і низьким, ближче до низького.

У результаті було отримано сім сегментів у кожному з двох масивів, поєднавши які можна отримати 49 сегментів, які повністю охоплюють усіх споживачів підприємства. Також можна скоротити кількість сегментів даного дослідження, залишивши основні три класи, а кожен із чотирьох підкласів віднести до трьох основних класів, визначившись із тим, за якого ступеню приналежності до якого класу слід віднести невизначені підкласи. Отже, кількість сегментів скоротиться до дев'яти.

Така сегментація споживачів є досить зручною для цілей управління, оскільки було отримано чіткі критерії, які зручно відсортувати від найбільш прийняттого до найменш прийняттого. Крім того, всі сегменти мають у результаті лінгвістичний опис, тобто вони надаються експертам, які будуть формувати політику взаємодії зі споживачами, у тих категоріях, якими зручніше оперувати саме людині, а не обчислювальному пристрою. Також слід зазначити, що дану сегментацію було побудовано в умовах відсутності попереднього досвіду подібної роботи для газотранспортних підприємств. У подальшому із застосуванням певних дій для регулювання дебітор-

ської заборгованості можна буде визначити залежність вихідних даних від методів впливу на них. Таким чином, можливе подальше зміщення меж класів на певному проміжку даних, що збільшуватиме адекватність та достовірність запропонованої моделі.

Висновки. У підсумку можна виділити два основні моменти, які роблять дану модель ефективним інструментом у руках аналітика:

- дана модель спирається на абсолютно достовірну інформацію, яка міститься у бухгалтерському обліку самого підприємства;
- запропоновані методи чітко відповідають поставленій меті.

Запропонована модель сегментації споживачів є досить потужним інструментом для формування моделі управління дебіторською заборгованістю, яка має низку переваг над класичними статистичними процедурами. Проте в ній є низка своїх недоліків та обмежень. По-перше, дана модель не вирішує завдання оптимального управління дебіторською заборгованістю, а лише надає підстави для відповідних управлінських рішень. По-друге, суб'єктивність цієї моделі: хоча будь-яка модель сегментації матиме суб'єктивний характер, оскільки спиратиметься на певні припущення, при цьому можливі втрати адекватності та достовірності. Крім того, можливі випадки, коли в результаті сегментації будуть отримані «пусті» сегменти, до яких не належать ніякі дані, однак буде необхідно приймати рішення щодо управління ними, тобто тим, чого в дійсності не існує.

До позитивних рис цієї моделі можна віднести її зручність для подальшого застосування експертами, можливість подальшого збільшення достовірності вихідних даних і невеликі потреби вхідної інформації та обчислювальної потужності. У подальшому можливе збільшення кількості критеріїв для сегментації, хоча це може негативно вплинути на ступінь порівняння між собою досліджуваних об'єктів. У запропонованій моделі вихідні дані мають ознаки лінгвістичних змінних, що робить їх досить зручними для використання людиною-експертом, оскільки обґрунтування запропонованих методів впливу випливає із можливості легкої інтерпретації цих параметрів.

Сегментування споживачів ПАТ «Харківгаз» за зазначеною моделлю дало змогу визначити:

- найбільш «доцільних» для роботи збутових служб сегментів споживачів;
- економічно не вигідні сегменти споживачів, для яких раціонально застосувати засоби контролю субсидування газу та інші методи контролю, передбачені законодавством;
- сегменти «сірої» зони споживачів, за якими необхідно вести постійний моніторинг виплат та розробити маркетингові стратегії, спрямовані на збільшення збуту газу.

Список літератури:

1. Крикавський Є. Маркетинг енергозабезпечення / Є. Крикавський, Н. Косар, Л. Мороз. – Львів: Львівська політехніка, 2001. – 196 с.
2. Промисловий маркетинг: Теорія, світовий догляд, українська практика: [підручник] / А.О. Старостіна, А.О. Длігач, В.А. Кравченко; за ред. А.О. Старостіної. – К.: Знання, 2005. – 764 с.
3. Westad F., Hersleth M., & Lea, P. (2004). Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. *Food Quality and Preference*, 15. – P. 681–687.
4. Постанова НКРЕКП «Про затвердження Кодексу газотранспортної системи» від 30.09.2015 № 2493.
5. Постанова НКРЕКП від 30.09.2015 № 2494 «Про затвердження Кодексу газорозподільних систем».
6. Круглов В.В., Борисов В.В. Штучні нейронні мережі. Теорія і практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Телеком, 2001. – 382 с.
7. Хайкін С. Нейронні мережі / С. Хайкін. – М.: Вільямс, 2006. – 1103 с.
8. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: [монографія] / А.В. Матвійчук. – К.: КНЕУ, 2011. – 439 с.
9. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: [монографія] / Т.С. Клебанова, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко. – Х.: ІНЖЕК, 2011. – 240 с.
10. Алтунін А.Е. Моделі та алгоритми прийняття рішень в нечітких умовах: [монографія] / А.Е. Алтунін, М.В. Семухин. – Тюмень: ТГУ, 2000. – 352 с.

УДК 330.43:330.55(100)

Норік Л.О., к. е. н.,
доцент кафедри вищої математики
та економіко-математичних методів
*Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця*

Григоренко А.А., здобувач наукового ступеня к. е. н.,
*Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця*

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЗА ПОКАЗНИКОМ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕННЯ

Норік Л.О., Григоренко А.А. Визначення оптимальної структури промислового комплексу національної економіки за показником ВВП на душу населення. У статті побудовано модель залежності показника ВВП на душу населення країни як багатофакторна лінійна регресія, значущість та якість якої оцінено за відповідними статистичними критеріями. Обґрунтовано найбільш доцільну структуру промислового комплексу країни, яка забезпечує цілісність національної економіки та високий рівень суспільної продуктивності праці.

Ключові слова: структура промисловості, економетрична модель, оптимізація, ВВП на душу населення, цілісний промисловий комплекс.

Norik L.A., Grygorenko A.A. Определение оптимальной структуры промышленного комплекса национальной экономики по показателю ВВП на душу населения. В статье построена модель зависимости показателя ВВП на душу населения страны как многофакторная линейная регрессия, значимость и качество которой оценено по соответствующим статистическим критериям. Обоснована наиболее целесообразная структура промышленного комплекса страны, которая обеспечивает целостность национальной экономики и высокий уровень общественной производительности труда.

Ключевые слова: структура промышленности, эконометрическая модель, оптимизация, ВВП на душу населения, целостный промышленный комплекс.

Norik L.O., Grygorenko A.A. Determining the optimal structure of the industrial complex of the national economy based on GDP per capita indicator. In the article, a model of dependence of the country's GDP per capita indicator was built as a multifactor linear regression, the significance and quality of which were evaluated on the basis of applicable statistical criteria; optimal values of instrumental variable indicators were obtained. By solving the optimization problem, the most viable structure of the industrial complex of the national economy that ensures integrity of the national economy and high GDP per capita indicator was substantiated.

Keywords: industrial structure, econometric models, optimization, GDP per capita, integral industrial complex.