

1.2. Моделювання функції попиту на фармацевтичні товари з використанням методів регресійного аналізу та нейронних мереж

В умовах поточної економічної кризи споживча поведінка населення швидко змінюється, зокрема змінюється рівень попиту населення на продукти першої необхідності [11]. Зміна споживчої поведінки щодо цієї групи товарів зумовлює зміну підходів до її аналізу. Для аналізу такої поведінки необхідно використати різні методики та порівняти результати, отримані за їхньою допомогою. В даній роботі було використано методи регресійного аналізу та нейронних мереж.

Основні напрями використання методів регресійного аналізу для визначення функції попиту на товари використовували у своїх роботах Г. Вітгінг [5], К. Грей [7], Р. Бастела [3]; можливості застосування нейронних мереж у сфері маркетингу описано у роботах А. Кочак [1], Г. Асмуса [2], Б. Каррі [4] та Ю. Армстронга [6]. Разом із тим метою роботи є порівняння результатів за двома підходами в період економічної нестабільності.

До товарів першої необхідності серед інших належать фармацевтичні препарати, виробники яких в умовах девальвації національної валюти змушені піднімати ціни. В такій ситуації конкуренція на ринку росте, а місткість самого ринку зменшується. Тому, актуальним для виробників є питання визначення функції попиту на їхній товар для розуміння можливих наслідків підвищення цін.

Разом із тим, в умовах активного конкурентного середовища важливим є також правильне позиціонування товару, донесення до споживачів його основних переваг. Таким чином, важливим фактор впливу на споживчу поведінку, а отже і на рівень попиту є реклама. Тому, при аналізі функції попиту важливим є розглядати не тільки ціну на товар, як визначальний фактор впливу на попит, але і рівень медіа-інвестицій, як фактор, що може компенсувати негативний вплив зростання ціни.

Для аналізу було обрано 9 препаратів-спазмолітиків різного спектру дії, та різних цінових сегментів. Було проаналізовано потижневі дані по обсягу попиту на ці препарати (в штуках) за період з 2014 по 2016-ий роки, а також по цінах на них. В даному аналізі рівень дистрибуції не брався до уваги, оскільки у всіх препаратів він однаково високий (~99%) з невеликими варіаціями в деяких періодах. Також, в якості ще однієї залежної змінної було обрано обсяг реклами на телебаченні, яка вимірюється у показниках TV TRP.

За допомогою регресійного аналізу було знайдено наступну форму функції попиту на кожен з обраних фармацевтичних препаратів-спазмолітиків. Результати моделювання (рівняння функції попиту, параметри отриманих моделей) та середній рівень цін на препарати за період подано у таблиці та проілюстровано на графіках нижче (усі

розрахунки та моделі були реалізовані в програмному середовищі (RStudio).

Аналізуючи отримані результати слід насамперед звернути увагу, що всі отримані моделі є адекватні, всі змінні значущі, автокореляції та гетероскедастичності в моделях не виявлено.

У всіх функціях попиту окрім змінних $1/P$ та реклами включено також лаг споживчого попиту. Це можна пояснити тим, що споживчий попит є інертним, тобто існує доля споживачів, які звикли до певного препарату і надають перевагу йому, або ж люди використовують ці препарати регулярно за рецептом лікаря.

Не у всіх функціях попиту присутня змінна, яка показує вплив реклами на обсяги попиту, оскільки не всі проаналізовані препарати рекламують на телебаченні. Проте, у всіх функціях, де ця змінна присутня ми можемо бачити, що реклама позитивно впливає на обсяги попиту на товар.

На основі отриманих моделей, можемо оцінити коефіцієнти еластичності по ціні для кожного препарату та співвіднести цю інформацію з особливостями проаналізованих препаратів.

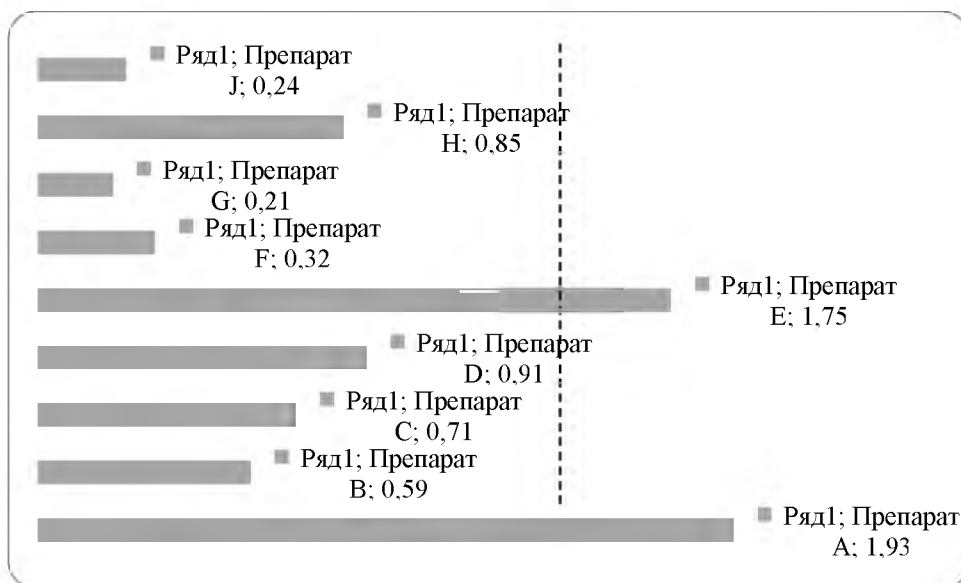


Рис. 1. Порівняння коефіцієнта еластичності по ціні для проаналізованих препаратів

Таблиця 1

Функція попиту на препарати-спазмолітики, отримана на основі регресійного аналізу

	Препарат	Середній рівень ціни за період, грн.	Функція попиту	Еластичність	p-value	R-squared
1	Препарат А	4,64	$Q_t(P) = \frac{7025000}{P} + 0,038 * Q_{-1} + 99,49 * TV_TRP$	1,93	2,182e-11	0,77
2	Препарат В	55,73	$Q_t(P) = \frac{147000}{P} + 0,78 * Q_{-1} + 0,97 * TV_TRP$	0,59	2,2e-16	0,86
3	Препарат С	33,01	$Q_t(P) = \frac{1570000}{P} + 0,71 * Q_{-1} + 3,37 * TV_TRP$	0,71	2,2e-16	0,79
4	Препарат D	5,41	$Q_t(P) = \frac{263200}{P} + 0,38 * Q_{-1} + 27,9 * TV_TRP$	0,91	1,477e-15	0,67
5	Препарат E	4,84	$Q_t(P) = \frac{527700}{P} + 0,33 * Q_{-1}$	1,75	2,129e-09	0,70
6	Препарат F	8,77	$Q_t(P) = \frac{120100}{P} + 0,26 * Q_{-1} + 15,28 * TV_TRP$	0,32	6,478e-16	0,70
7	Препарат G	12,91	$Q_t(P) = \frac{36761}{P} + 0,63 * Q_{-1}$	0,21	2,2e-16	0,92
8	Препарат H	35,74	$Q_t(P) = \frac{737700}{P} + 0,499 * Q_{-1} + 2,44 * TV_TRP$	0,85	2,2e-16	0,85
9	Препарат J	136,36	$Q_t(P) = \frac{5743136}{P} + 0,54 * Q_{-1}$	0,24	2,2e-16	0,69

Джерело: Складено авторами

Як бачимо, найбільшу еластичність по ціні мають препарат А та препарат Е (більша за 1), це означає, що при збільшенні ціни на 1%, обсяг попиту падає більше, ніж на 1%. Це пов'язано з тим, що ці препарати є досить дешевими і їхня цільова аудиторія – люди з відносно невисоким рівнем доходу. Таким чином, при підвищенні ціни на ці препарати велика частина аудиторії просто перестане купувати ці препарати, оскільки спазмолітики все ж не є препаратами першої необхідності для більшості людей.

Еластичність по ціні всіх інших препаратів є нижчою за 1, тобто при рості ціни на 1%, обсяг попиту падає менше, ніж на 1%. Найнижчу еластичність попиту мають препарати G, J – це досить дорогі препарати, які мають свою цільову аудиторію – людей з вищим рівнем доходу. А також, слід зазначити, що ці препарати мають більш сильну дію.

Звернемо також увагу на препарати В та J – це препарати більш широкого спектру дії, саме тому для них коефіцієнт еластичності також відносно низький.

Використовуючи даний підхід отримуємо досить точні результати, які можна легко інтерпретувати, а саму модель легко оцінювати та застосовувати. Разом із тим слід відмітити ряд недоліків регресійного підходу:

- Надто велика кількість факторів. У випадку кількох рекламних кампаній, що по-різному впливають на продукцію певного ринку, кількість факторів в регресійній моделі починає перевищувати 7, а іноді 10 і більше. В такому випадку регресійний аналіз може ускладнюватися, зокрема може виникати проблема мультиколінеарності, особливо при спробі включити всі можливі фактори впливу.

- Нелінійний вплив більшості факторів. При чому, зазвичай отримуємо регресію нелінійну за параметрами, а отже неможливо звести її до лінійного варіанту. Доводиться стикатися із методами нелінійної оптимізації, що зазвичай знаходять не глобальний, а локальний оптимум і залежності від заданих параметрів. Це, відповідно, робить модель нестійкою.

- Часто вид функціональної залежності між факторами визначається безпосередньо дослідником і не є точно відомим. Тому, підбір дослідником необхідної функціональної залежності також може бути здійснено хибно.

Враховуючи всі перелічені вище недоліки регресійних методів використаємо метод нейронних мереж та порівняємо отримані результати:

Для моделювання методами нейронних мереж було обрано модель багатошарового перцептрона з 1 прихованим шаром. У якості передатної функції було обрано сигмоїдальну передатну функцію. Така структура була обрана враховуючи відносно неважку задачу та досить точні вхідні дані. В якості вхідних даних було використано дані по обсягу попиту на

кожний препарат, ціну на препарат ($1/P$) та рівень рекламних інвестицій. Структури отриманих нейронних мереж проілюстровано на наступних графіках (Рис.2 - Рис.10):

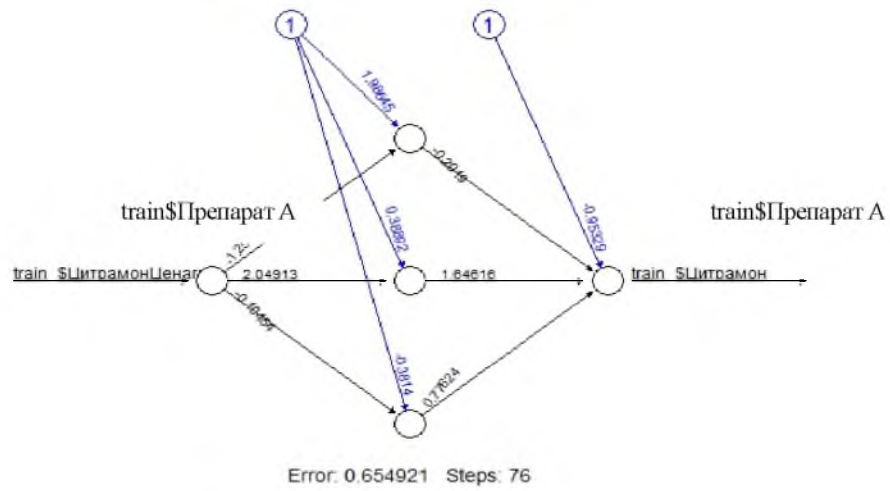


Рис.2. Структура отриманої нейронної мережі для препарату А

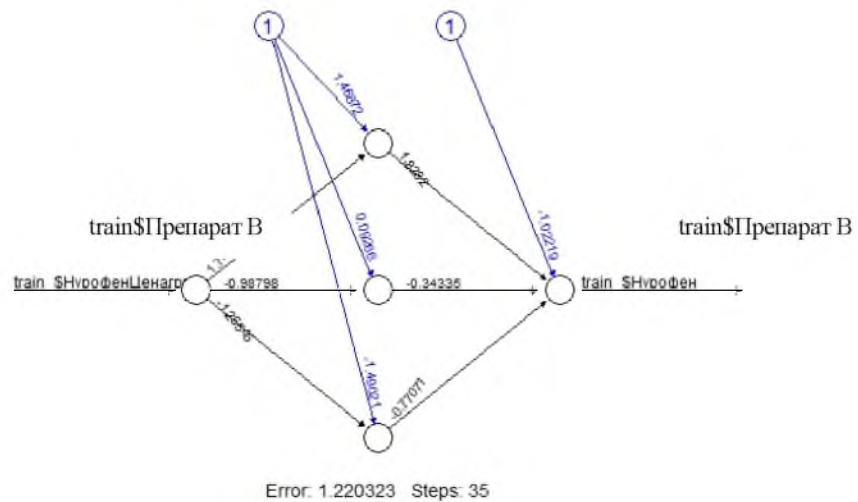


Рис.3. Структура отриманої нейронної мережі для препарату В

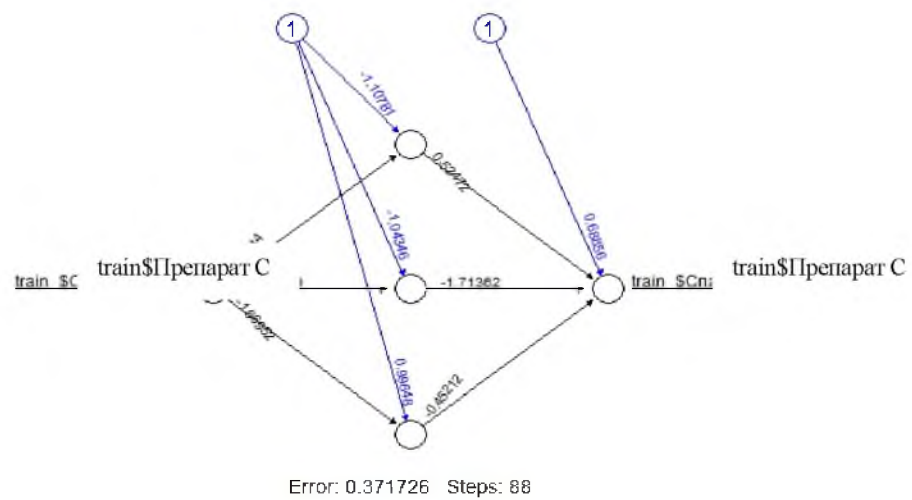


Рис.4. Структура отриманої нейронної мережі для препарату С

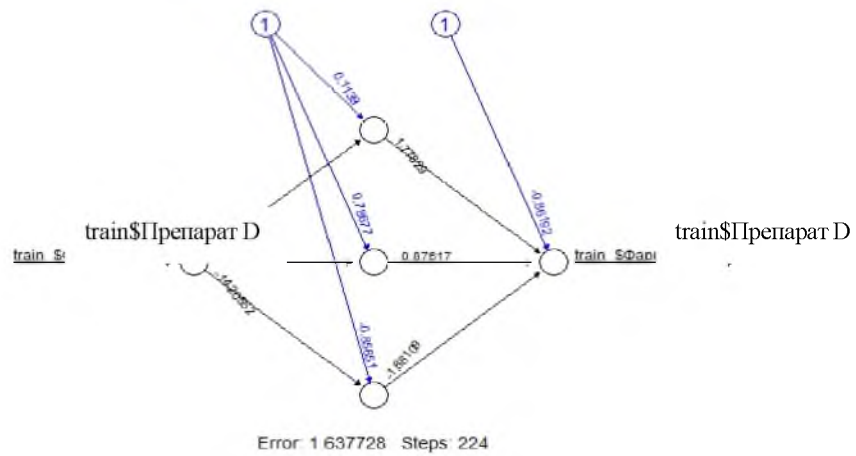


Рис.5. Структура отриманої нейронної мережі для препарату D

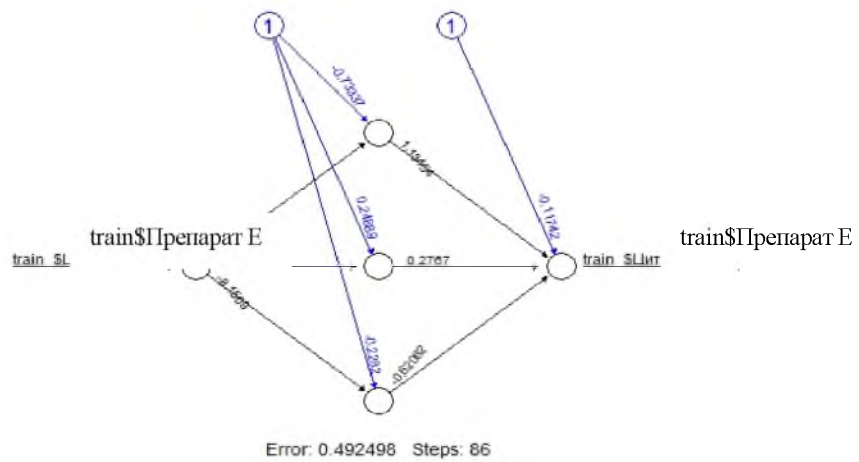


Рис.6. Структура отриманої нейронної мережі для препарату E

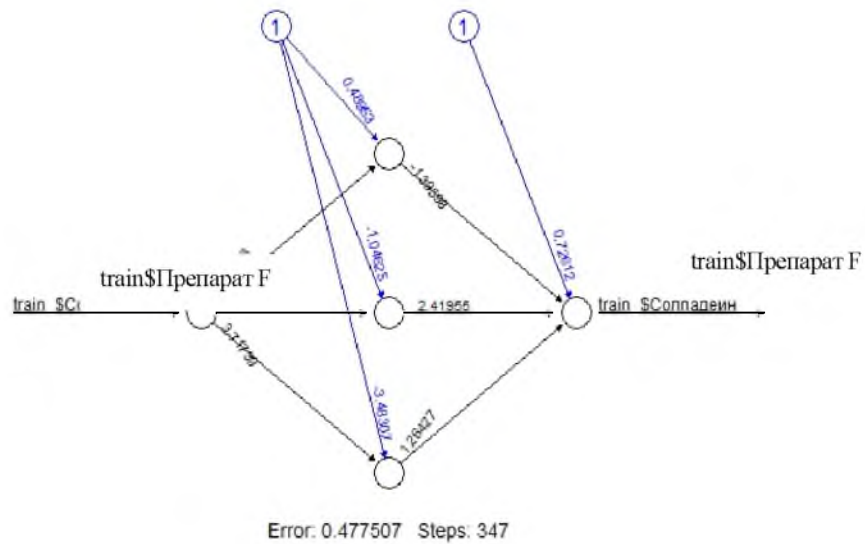


Рис.7. Структура отриманої нейронної мережі для препарату F

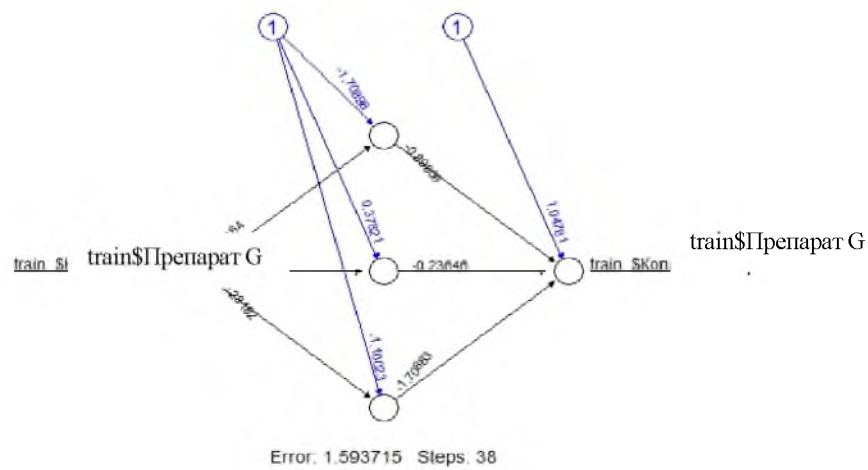


Рис.8. Структура отриманої нейронної мережі для препарату G

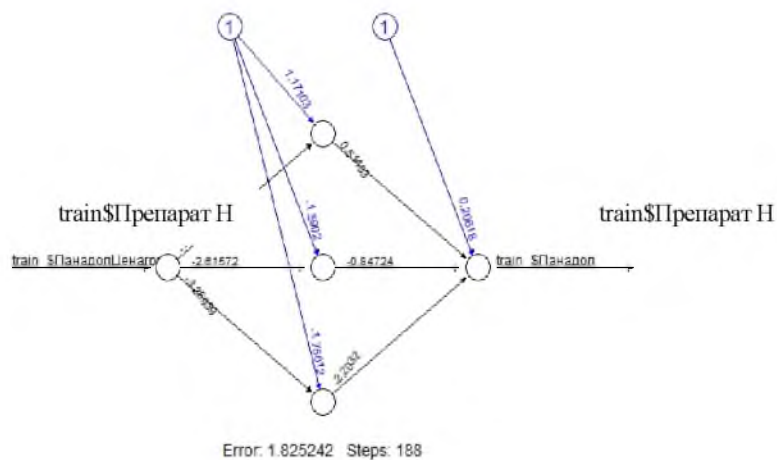


Рис. 9. Структура отриманої нейронної мережі для препарату H

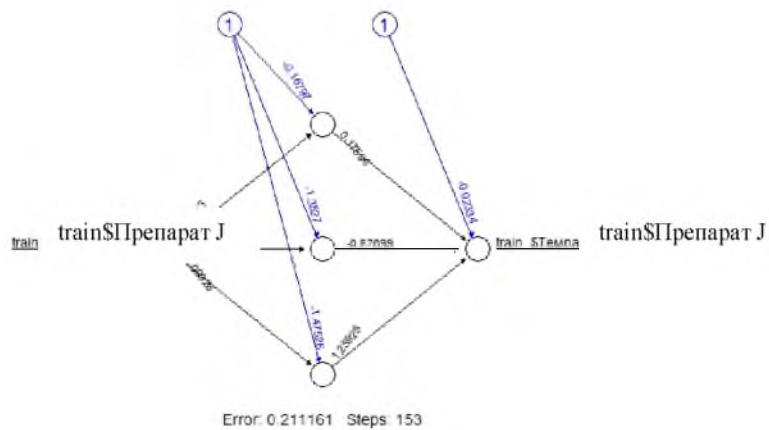


Рис.10. Структура отриманої нейронної мережі для препарату J.

Для розуміння достовірності змодельованих даних за допомогою нейронних мереж необхідно порівняти їх з реальними даними:

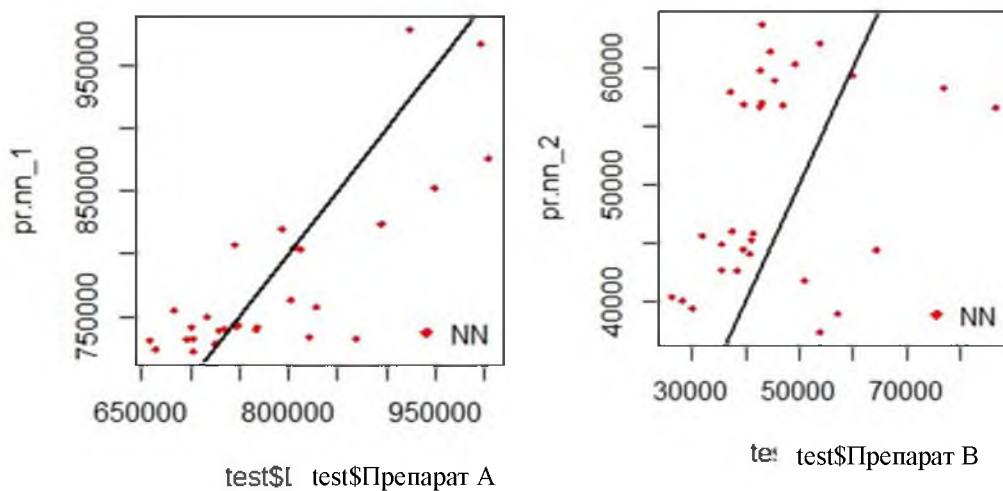


Рис.11. Порівняння реальних даних і змодельованих за допомогою багатосарового перцептрона для препаратів А та В.

Праворуч від чорної лінії на графіку представлені дані, отримані за допомогою нейронної мережі, а ліворуч – реальні дані, таким чином, чим ближче розташовані точки до чорної лінії на графіку, тим вища достовірність моделі.

Для препаратів А та В, похибка нейронної мережі була більшою, відносно моделей для інших препаратів (0,65 і 1,22 відповідно). Тому точність моделей відносно невисока, особливо моделі для препарату В.

Розглянемо аналогічні графіки для інших препаратів:

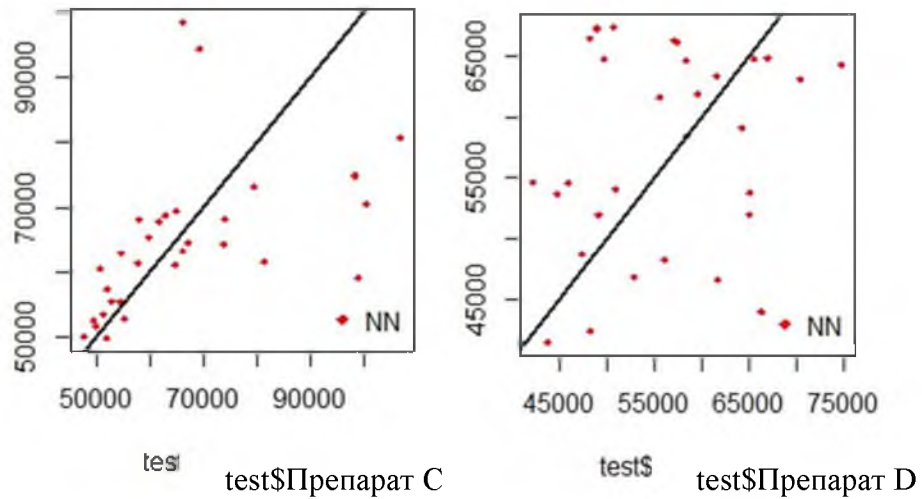


Рис.12. Порівняння реальних даних і змодельованих за допомогою багатшарового перцептрона для препаратів С та D.

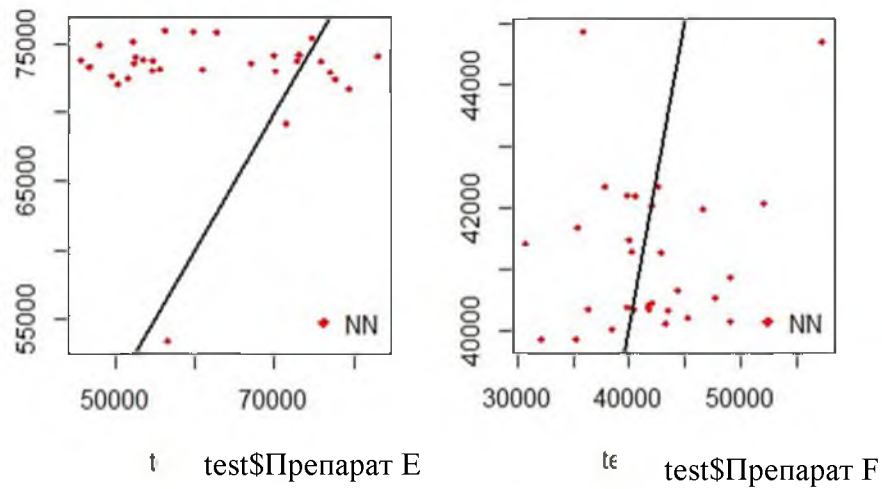


Рис.13. Порівняння реальних даних і змодельованих за допомогою багатшарового перцептрона для препаратів E та F.

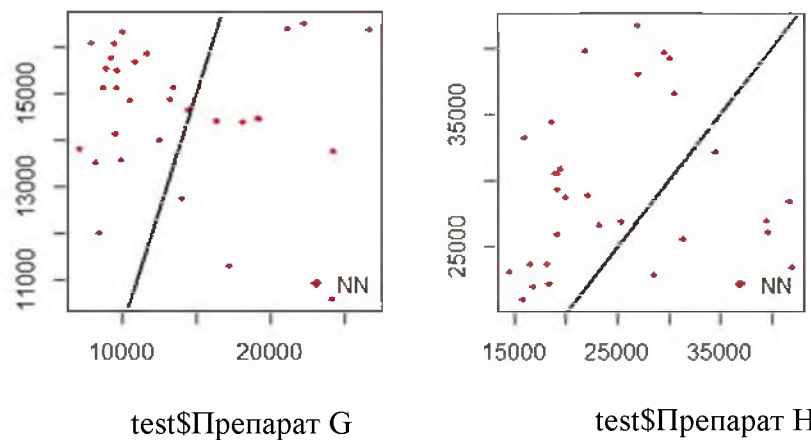


Рис.14. Порівняння реальних даних і змодельованих за допомогою багатшарового перцептрона для препаратів G та H.

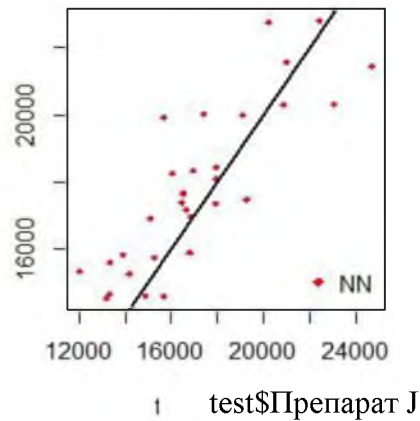


Рис.15. Порівняння реальних даних і змодельованих за допомогою багатосарового перцептрона для препарату J.

Результати моделювання методом нейронних мереж подано у наступній таблиці:

Таблиця 2

Отримані результати за допомогою методу нейронних мереж

		Рівень похибки моделі	Відхилення по значеннях для перевірки
1	Препарат А	0,65	12%
2	Препарат В	1,22	26%
3	Препарат С	0,37	21%
4	Препарат D	1,64	14%
5	Препарат Е	0,49	5%
6	Препарат F	0,48	11%
7	Препарат G	1,59	26%
8	Препарат H	1,83	18%
9	Препарат J	0,21	1%

Джерело: Складено авторами

Аналізуючи графіки, а також похибки, отримані для кожного препарату можемо зробити висновок, що найбільш точні моделі було побудовано для препарату J (похибка моделі 0,21), препарату С (похибка 0,37), препарату F (похибка 0,48) та препарату Е (0,49). Разом із тим, слід відмітити, що при збільшенні кількості даних рівень похибки моделей поступово б знижувався.

Також, слід відмітити, що кількість даних, яка використовувалася для моделювання в даному випадку, є відносно невеликою, враховуючи специфіку нейронних мереж.

Висновки. При дослідження функції попиту на препарати фармацевтичної галузі було виявлено основну функціональну форму для попиту на ці препарати. Зокрема, всім препаратам, які було проаналізовано притаманний інертний характер попиту, що вказує, що на ці препарати у великій мірі існує сформована споживча звичка. Виявлено

позитивний вплив рекламних інвестицій на обсяг попиту на такі препарати.

Було розраховано коефіцієнт цінової еластичності для всіх препаратів. Відзначимо, що найвище значення цінової еластичності (>1) відповідає препаратам із найнижчими цінами. Це вказує, що споживачі даних препаратів відмовляються від споживання препарату при невеликому рості цін. Найнижче значення цінової еластичності в препаратів із високим рівнем цін, що вказує, що цільова аудиторія цих препаратів малочутлива до зміни цін.

При порівнянні двох підходів до моделювання функції попиту слід відзначити, що в даному випадку регресійний аналіз дає кращі результати. Це пов'язано насамперед із відносно невеликим масивом даних, які були використані для аналізу, а також із похибкою у самих даних (оскільки дані отримано із моніторингів, які моторять лише певний % ринку). Таким чином, використання нейронних мереж для вирішення даної задачі залишається перспективним шляхом.

У майбутньому планується проведення досліджень з метою використання нейронних мереж RBF для вирішення даного завдання.

Список літератури:

1. Kochak A. Demand forecasting using neural network for supply chain management / A.Kochak, S. Sharma // International Journal of Mechanical and Robotics Research. – 2015. – N4(1). – P.96-103.
2. Assmus G. How Advertising Affect Sales: Meta-Analysis of Econometric Results / G.Assmus, J.U. Farley, D.R. Lehmann // Journal of Marketing Research. – 1984. – Vol. 21, N1. – P. 65-74.
3. Batsell R. A New Class of Market Share Models / R. Batsell, J.C. Polking // Marketing Science. – 1985. – Vol.4, N3. – P.177-198.
4. Curry B. Neural Networks in Marketing: Modelling Consumer Responses to Advertising Stimuli / B. Curry, L. Moutinho // European Journal of Marketing. – 1993. – Vol. 27, N7. – P.5–20.
5. Wittink D.R. Econometric Models for Marketing Decisions / D.R. Wittink // Journal of Marketing research. – 2000. – Vol. 42, No.1. – P.1-8.
6. Armstrong J.S. An application of econometric models to international marketing / J.S. Armstrong // Journal of Marketing research. – 1999. – Vol. 7, N 7. – P.180-192.
7. Gray K. Using marketing mix modeling to improve marketing decisions and ROMI / K. Gray, K. Pauwels // Journal of Ozyegin University. – 2015. – N6. – P.163-180.
8. Астахова К.С. Маркетинг: навч. посіб. / К.С. Астахова. - Х.: Вид. ХНЕУ, 2006. - 208 с.
9. Евменов В.П. Интеллектуальные системы управления: учебное пособие / В.П.Евменов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.

- 10.Іванов В.Д. Масова комунікація / В.Д. Іванов. – К.: Академія української преси, Центр вільної преси, 2013. – 903с.
- 11.Калина А. В. Современный экономический анализ и прогнозирование (макро- и микроуровень): учебно-методическое пособие / А.В. Калина, М.И. Конева, В.А. Яценко. – К.: МАУП, 1997. – 272 с.
- 12.Маркетинг: підручник / За ред. А.О. Старостіної. –К.: Знання, 2009. – 1070 с.

1.3. Прогнозування балансу трудових ресурсів промислового підприємства з використанням технології метамоделювання

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Перебіг бізнес-процесів суб'єктів підприємницьких відносин, які належать до будь-якої сфери сучасного бізнесу, зокрема й промислове виробництво, здійснюється в нестабільних економічних умовах, що об'єктивно визначається, насамперед, обмеженістю й, навіть, нестачею їх ресурсного забезпечення. Не викликає сумнівів і те, що найціннішим ресурсом і важливою частиною продуктивних сил для промислового підприємства є професійні кадри, структурна повнота, збалансованість, раціональність розміщення, якісний склад яких безпосередньо впливають на ефективність його роботи, обсяги і темпи приросту виробленої продукції, ступінь використання матеріально-технічних засобів і, на кінець, на рентабельність фінансово-господарської діяльності. Цілеспрямоване управління цим цінним ресурсом з боку підприємства втілюється в його кадровій політиці, яка повинна мати комплексний характер, формуватися на підґрунті системного підходу до вирішення складних задач сьогодення, враховуючи майбутній розвиток підприємства і регіонального ринку праці в перспективі. Кадрова політика полягає в інтеграції зі стратегічним плануванням, організації, регулюванні, мотивації та контролі роботи працюючих на підприємстві на підставі прогностичного (модельного) балансу трудових ресурсів підприємства – своєрідної інформаційно-аналітичної моделі, в межах якої відбувається узгодження, структурне й «якісне» «вирівнювання» між плановою потребою у кадрах різної кваліфікації, з одного боку, та їх фактичним розподілом, з іншого.

Безперечно, це знайшло своє відображення у наукових публікаціях вітчизняних і зарубіжних учених. Питання, пов'язані з управлінням персоналом підприємств та проблемами формування дієвої кадрової політики, досліджували у своїх роботах Т. Базарова, Л. Владимірова, Б. Генкін, Д. Мельничук, Г. Щьокін та інші. Ця сфера теорії управління є найбільш пріоритетною й серед наукових розвідок дослідників економічно розвинутих країн, результати яких висвітлені, зокрема, у