

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ

АНДРЕЙШИНА Н. Б.

УДК 338.27

Андрейшина Н. Б. Концептуальний підхід щодо прогнозування попиту

У статті розглянуто концептуальний підхід щодо прогнозування попиту на продукцію виробничого або торгівельного підприємства економіко-математичними методами. Обґрунтовано актуальність моделювання та прогнозування споживчого попиту на товари. Наведено класифікацію методів прогнозування попиту за двома вимірами: від суб'єктивних до об'єктивних і від наївних до причинно-наслідкових. Систематизовано групи факторів, які впливають на попит, проаналізовано характер їх впливу. Створено концепцію прогнозування попиту на продукцію підприємства економіко-математичними методами, яка складається з чотирьох етапів: визначення факторів, які впливають на попит, вибір математичної залежності, перевірка адекватності та точності моделі й прогноз попиту. Для конкретного торгівельного підприємства побудовано прогнозні моделі попиту: адаптивна поліноміальна модель Брауна першого порядку; двохфакторна модель, в якій попит залежить від ціни товару та її зміни. Перевірено адекватність кожної моделі та зроблено прогноз попиту на продукцію підприємства.

Ключові слова: попит, прогнозування, функція попиту, дохід, ціна, моделювання

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Формул:** 2. **Бібл.:** 9.

Андрейшина Наталія Борисівна – аспірантка, кафедра економічної кібернетики та статистики, Класичний приватний університет (вул. Жуковського, 70 Б, Запоріжжя, 69002, Україна)

E-mail: andrejshina@i.ua

УДК 338.27

UDC 338.27

Андрейшина Н. Б. Концептуальный подход к прогнозированию спроса

В статье рассмотрен концептуальный подход к прогнозированию спроса на продукцию производственного или торгового предприятия экономико-математическими методами. Обоснована актуальность моделирования и прогнозирования потребительского спроса на товары. Приведена классификация методов прогнозирования спроса по двум измерениям: от субъективных к объективным и от наивных к причинно-следственным. Систематизированы группы факторов, влияющих на спрос, проанализирован характер их влияния. Создана концепция прогнозирования спроса на продукцию предприятия экономико-математическими методами, которая состоит из четырех этапов: определение факторов, влияющих на спрос, выбор математической зависимости, проверка адекватности и точности модели и прогноз спроса. Для конкретного торгового предприятия построены прогнозные модели спроса: адаптивная полиномиальная модель Брауна первого порядка; двухфакторная модель, в которой спрос зависит от цены товара и ее изменения. Проверена адекватность каждой модели и выполнен прогноз спроса на продукцию предприятия.

Ключевые слова: спрос, прогнозирование, функция спроса, доход, цена моделирование.

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Формул:** 2. **Библ.:** 9.

Андрейшина Наталья Борисовна – аспірантка, кафедра економічної кібернетики та статистики, Класический приватный университет (ул. Жуковського, 70 Б, Запоріжжя, 69002, Україна)

E-mail: andrejshina@i.ua

Andreishina N. B. Conceptual Approach to Forecasting Demand

The article considers a conceptual approach to forecasting demand on products of a production or trading company using economic and mathematical methods. It justifies importance of modelling and forecasting consumer demand on goods. It provides a classification of methods of forecasting demand in two dimensions: from subjective to objective ones and from naive to cause-effect ones. It systemises groups of factors that influence demand and analyses character of their influence. It develops a concept of forecasting demand on products of a company using economic and mathematical methods, which consists of four stages: identification of factors that influence demand, selection of mathematical dependence, check of adequacy and accuracy of the model and forecast of demand. It builds forecast demand models for a specific trading company: Brown's adaptive polynomial model of the first order; and two-factor model, demand in which depends on the price of a good and its changes. It checks adequacy of each model and performs forecast of demand on products of a company.

Key words: demand, forecasting, demand function, income, price, modeling.

Pic.: 2. **Tabl.:** 1. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 9.

Andreishina Natalia B. – Postgraduate Student, Department of Economic Cybernetics and Statistics., Classic Private University (vul. Zhukovskogo, 70 B, Zaporizhzhya, 69002, Ukraine)

E-mail: andrejshina@i.ua

У сучасних умовах жорсткої конкуренції успішна діяльність виробничого або торгівельного підприємства неможлива без прогнозування попиту. Зміна доходів споживачів, а відповідно, їх купівельної спроможності, зміна цін на товари, вплив цілої низки інших факторів на попит, вимагає від підприємств мати чіткий план прогнозу попиту на товари, які випускаються або продаються. Дослідження та прогнозування споживчого попиту є однією із найзатребуваніших, але при цьому і найскладніших задач як кон'юнктурного, так і стратегічного аналізу ринку. Розробка маркетингової стратегії ринку виробництва та збуту товарів потребує науково обґрунтованих прогнозів перспектив розвитку ринку. Прогнозування та дослідження споживчого по-

питу може дати відповіді на питання: якими були об'єм, структура, рівень попиту, яка тенденція зміни попиту та її швидкість, які фактори визначають попит в досліджуваному періоді та що передбачається в майбутньому. Крім того, прогнозування попиту є найважливішим критерієм доцільності інвестицій у виробництво товарів.

Отже, можна сказати, що завдання моделювання та прогнозування споживчого попиту на товари, що випускаються підприємством, є актуальним, а впровадження таких моделей дозволить збільшити економічну ефективність і рентабельність роботи підприємства.

Питанням дослідження споживчого попиту на ринку присвячено труди багатьох представників світової економічної думки. До їх числа належать А. Мар-

шалл, В. Парето, Л. Вальрас, Д. Хікс, Г. Кассель та ін., якими була створена система, що описує поведінку споживача, досліджені фактори, що впливають на попит, вивчені співвідношення категорій попиту, пропозиції, ціни і доходів, ринкову рівновагу та інші економічні процеси [1]. В Україні проблемам моделювання попиту та прогнозуванню результатів економічної діяльності підприємств присвячені доробки видатних науковців В. В. Вітлінського, В. М. Геєця, В. Я. Заруби, Т. С. Клебанової, А. Н. Сергєєвої, Б. Я. Панасюка, В. Ф. Беседіна та ін.

Незважаючи на велику кількість наукових праць, присвячених оцінюванню, формуванню та прогнозуванню попиту на продукцію підприємства, деякі положення потребують подальшого розвитку та вдосконалення. До таких положень можна віднести створення концепції прогнозування попиту, яка буде враховувати комплекс взаємопов'язаних факторів, які визначаються як специфікою виробництва, так і особливостями споживання даної продукції, і практичні рекомендації щодо моделювання функцій попиту та їх подальше використання для прогнозування.

Виходячи із вищенаведеного, метою роботи є розробка концепції прогнозування попиту на продукцію підприємства економіко-математичними методами.

Задача прогнозування попиту полягає у визначенні об'єму продукції в грошовому чи кількісному вираженні на певні періоди часу в майбутньому. Існує багато методів прогнозування, які можна класифікувати за двома вимірами: ступінь свободи процесу прогнозування від суб'єктивності до об'єктивності, і більшою чи меншою мірою аналітичності цього процесу. У крайніх точках цих вимірів знаходяться суб'єктивні та об'єктивні методи і методи наївні та причинно-наслідкові [2].

До методів, в яких переважають суб'єктивні виміри, відносяться експертні та соціологічні. В основі експертного методу лежить деяка казуальна-структура, тобто сукупність суджень експертів, що стосуються причинних факторів первинного попиту та ймовірності їх реалізації в рамках одного або декількох сценаріїв. Дана структура пов'язана з особистістю експерта, тому можливе заниження прогнозу попиту з метою перевиконання плану продажів і отримання премій або завищення прогнозу попиту – з метою отримання більшого бюджету витрат або збільшення запасів. Серед експертних методів найчастіше застосовують метод «комісій», колективної генерації ідей, «Дельфі» «Паттерн» та матричний метод. Соціологічні методи засновані на опитуваннях кінцевих покупців про їхні наміри на покупки протягом певного періоду, при цьому наміри зробити покупку можуть розглядатися на двох рівнях: на загальному і на рівні певної товарної категорії.

До об'єктивних методів відносяться статистичні, ковзного середнього, регресійні, тобто ті, які засновані по-перше, на аналізі динамічних рядів і виявленні в них закономірностей і екстраполяції цих закономірностей в майбутнє, і по-друге, на оцінці причинно-наслідкових зв'язків попиту і зовнішніх факторів, що впливають на нього [3].

Класифікація факторів, які впливають на попит, дає змогу проаналізувати причини змін ринкової кон'юнктури, що відбулися, і передбачити можливі зміни залежно від тенденцій, які спостерігаються на ринку. Систематизація факторів створює теоретичні передумови для управління динамікою попиту та використовується в практиці маркетингу на мікроекономічному рівні.

Багатофакторний аналіз попиту можна здійснювати із застосуванням методів математичної статистики. Модель представляється регресійною функцією $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, де y – величина попиту, x_1, x_2, \dots, x_n – фактори, які його формують. При стратегічному аналізі важливо не стільки визначити тенденцію попиту, скільки оцінити ступінь і характер впливу тих чинників, які обумовлюють його зміну. На *рис. 1* наведені групи найбільш важливих факторів і тих, які піддаються формалізації [4].

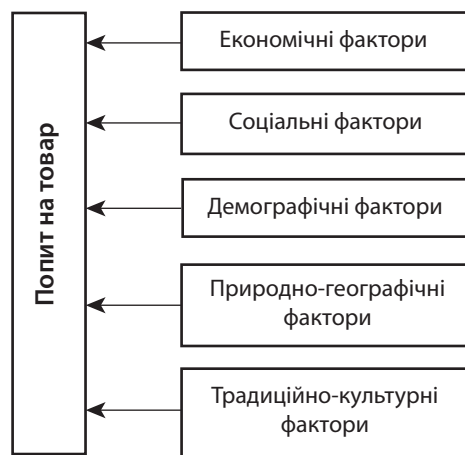


Рис. 1. Групи факторів, що впливають на попит

Групу *економічних факторів* можна розділити на цінові, до яких відноситься ціна на товар, і нецінові, до яких відносяться базовий рівень розвитку потреб і їх задоволення, рівень доходів споживачів, ціни на товари субститути та на комплементарні товари; реклама товару, цінові та дефіцитні очікування і т. ін.

Соціальні фактори враховують вплив соціальної та професійної структури суспільства, соціальне забезпечення і розвинення суспільних фондів споживання, рівень освіти і культурного розвитку учасників ринкових відносин і т. ін. Вплив соціальних факторів має довгостроковий характер і відзначається інерційністю. У їх основі лежить класово-професійна структура суспільства, рівень культури та освіти.

До групи *демографічних факторів* відносяться чисельність і статевовіковий склад населення, співвідношення між міським і сільським населенням, зміна розміру і складу сім'ї, рівень безробіття, міграційні процеси і т. ін. Ці фактори визначають пропорції суспільного виробництва і ринкових відношень.

Природно-географічні чинники – це клімат, тривалість окремих сезонів року; регіональні особливості споживання і т. ін.

Група *традиційно-культурних факторів* складається з національно-побутових та історично сформованих звичок, традицій, моди, релігії й т. ін.

Слід зазначити, що вплив неекономічних факторів на попит досить складно визначити як за допомогою математичних методів, так і за допомогою методів експертних оцінок, оскільки частка впливу даних факторів може істотно коливатися залежно від видів товарів, складу населення, місць продажу товарів [5].

Виявити і врахувати все різноманіття впливу факторів по кожному товару майже неможливо. Мова йде про те, щоб об'єднати систему факторів у струнку теоретичну концепцію, що дозволяє пояснити і виміряти сукупні результати її впливу на попит.

Прогноз ринку опирається на облік закономірностей і тенденцій його розвитку, основних факторів, що визначають цей розвиток, дотриманні суворой об'єктивності та ретельності при оцінці даних і результатів прогнозування [6].

Концепцію прогнозування попиту на продукцію підприємства економіко-математичними методами представимо у вигляді алгоритму, який складається з таких етапів.

На *першому етапі* необхідно визначити фактори, які будуть включені в модель, вони мають відображати найсуттєвіші особливості модельованого процесу, і їх кількісні характеристики мають бути приведені до зіставленого виду за одиницями виміру, цінами, часом реєстрації, методологією розрахунку. Оскільки попит на кожний товар залежить від багатьох факторів, то багатофакторні моделі будуються диференційовано, тобто для різних товарів у модель вводяться різні аргументи. У найзагальнішому вигляді залежність між величиною попиту і визначальними його факторами записують таким чином:

$$y = f(p, p_1 \dots p_n, t, Z, W, T, F, N, X),$$

де y – величина попиту на товар; p – ціна товару; $p_1 \dots p_n$ – ціни на інші товари; t – час; Z – дохід споживача; W – купівельна спроможність споживача; T – смаки і вподобання споживачів; F – очікування споживачів щодо майбутніх цін; N – кількість покупців; X – інші фактори.

Включення в модель великої кількості факторів наближує її до реальності, але збільшує трудомісткість її розробки та можливу наявність мультиколінеарності між факторами.

Найпростішими є однофакторні моделі, наприклад, трендові або адаптивні моделі (Брауна, Хольта, Тейла – Вейджа) з єдиним фактором впливу – часом, але такі моделі не пояснюють причини зміни попиту, тому сфера їх використання обмежується короткостроковим прогнозуванням. Перевагою адаптивних моделей є те, що вони дозволяють врахувати різну економічну цінність рівнів динамічного ряду попиту та враховують результат прогнозу, розробленого на попередньому кроці, але вони не здатні передбачити еволюцію зміни попиту.

У структурних моделях попит розглядається як функція, яка залежить лише від доходу, знаючи частоти розподілу споживачів за рівнем доходу, такі моделі дозволяють розраховувати загальну структуру попиту [7].

Ціна є одним з основних чинників зміни попиту, тому при прогнозуванні попиту поширений підхід, коли будують однофакторну модель залежності попиту від

ціни (p) або двофакторну модель залежності попиту від ціни та її зміни у часі ($p'(t)$) [8].

На *другому етапі* встановлюється математична залежність між попитом і факторами (x_i), які його обумовлюють, і знаходяться параметри моделі. На практиці найчастіше використовуються такі залежності:

✦ лінійна $y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i$;

✦ степенева $y = A \prod_{i=1}^n x_i^{a_i}$;

✦ показникова $y = A \prod_{i=1}^n a_i^{x_i}$.

Наприклад, Л. Торнквіст пропонує спеціальні види функцій попиту залежно від доходу (Z) для трьох груп товарів відповідно: товари першої необхідності, другої необхідності та предмети розкоші:

$$y = \frac{a_1 Z}{Z + c_1}; \quad y = \frac{a_2 (Z - b_2)}{Z + c_2}, \quad (Z \geq b_2);$$

$$y = \frac{a_3 Z (Z - b_3)}{Z + c_3}, \quad (Z \geq b_3).$$

Для знаходження параметрів регресійної моделі існує низка методів, найбільш часто використовуваним з яких є метод найменших квадратів.

На *третьому етапі* здійснюється перевірка адекватності та точності моделі. Модель вважається адекватною, якщо її залишкова компонента задовольняє властивостям випадкової компоненти [7]:

- ✦ випадковість коливань рівнів залишкової послідовності (перевірка проводиться за допомогою критерію Кендела або критерію серій);
- ✦ відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу (може бути проведена наближено за допомогою дослідження показників асиметрії та ексцесу);
- ✦ рівність математичного очікування випадкової компоненти нулю (перевірка проводиться на основі t -критерію Ст'юдента);
- ✦ відсутність автокореляції (перевірається, наприклад, за критерієм Дарбіна – Уотсона).

Для адекватних моделей формулюється задача оцінки точності. Статистичними показниками точності виступають такі показники: середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт детермінації, середня відносна помилка апроксимації. На підставі зазначених показників можна зробити вибір з декількох адекватних моделей найбільш точної.

На заключному, *четвертому етапі*, здійснюється прогноз попиту шляхом підстановки прогнозних значень факторів, врахованих у моделі, у розраховане рівняння регресії. Для оцінки прогнозуючих властивостей моделі доцільно використовувати ретроспективний прогноз. Оцінювання прогнозних властивостей моделі на ретроспективній ділянці особливо корисне при зіставленні різних моделей прогнозування з числа адекватних.

На цьому ж етапі проводиться верифікація прогнозної моделі, яка представляє собою сукупність кри-

теріїв і способів, що дозволяють на основі багатобічного аналізу оцінити якість одержуваного прогнозу. Однак найчастіше на етапі верифікації здійснюється оцінка методу прогнозування, за допомогою якого був отриманий результат, ніж оцінка якості самого результату.

На основі аналізу побудованої моделі та розробленого прогнозу попиту виробляються рекомендації щодо управлінських рішень. Так, отримавши прогноз, що передбачає зниження попиту, лице, яке приймає рішення (ЛПР), може вжити заходів, щоб прогноз не виправдався, а якщо прогноз пророчить збільшення попиту, що влаштовує ЛПР, то він може використати свої можливості для збільшення ймовірності настання прогнозу.

Точність виявлених тенденцій попиту і його прогноз великою мірою залежить від інформаційної бази розрахунків, а також інтуїції і досвіду дослідника. Інформаційною базою можуть служити дані статистики товарообігу та інші джерела загальних народногосподарських показників, матеріали вибіркового обстежень сімейних бюджетів.

Запропонована концепція була застосована до прогнозування попиту на продукцію підприємства, яке займається продажем будівельних матеріалів.

Як прогнозні були обрані такі моделі:

- ✦ адаптивна поліноміальна модель Брауна першого порядку, основою якої є метод експоненціального згладжування, прогноз в ній розраховується за формулою $\hat{y}(t + \tau) = a_{1,t} + \tau a_{2,t}$, де t – час, τ – період упередження прогнозу, $a_{1,t}$, $a_{2,t}$ – параметри моделі [8];
- ✦ двофакторна модель, в якій факторами впливу на попит виступають ціна товару та її зміна: $\hat{y}(p, p') = ap + bp' + c$, де a, b, c – параметри моделі [9].

У табл. 1 наведено дані про ціну товару та кількість проданого товару помісячно.

Перевірка адекватності показала, що випадкова компонента задовольняє всім вищенаведеним вимогам і моделі є адекватними.

На цьому прикладі можна побачити, що різні моделі прогнозування попиту, у даному випадку адаптивна і багатофакторна, можуть використовуватися на підприємстві, що підвищить ефективність його функціонування.

ВИСНОВКИ

Фактори, що впливають на попит, різні за своєю природою, характером і ступенем впливу, отже, їх правильна класифікація дає можливість пояснити природу змін, що відбуваються в структурі попиту, полегшує вибір найбільш значущих чинників і дозволяє застосувати методичні підходи до вимірювання ступеня впливу окремих факторів на обсяг і структуру попиту.

Розроблена концептуальна схема математичного моделювання попиту, на відміну від інтуїтивних моделей і методів, дозволяє виявити кількісні явища та взаємозв'язки між факторами, але математичні методи є продовженням економічного аналізу, тому будь-які результати за математичними моделями потребують економічної інтерпретації. Прогнозні моделі попиту дозволяють ЛПР врахувати загальноекономічні тенденції розвитку, кон'юнктуру ринків збуту, а також ринкові обмеження, які накладаються такими факторами, як платоспроможність споживачів і ступінь розвитку виробництва. Кінцевий результат прогнозування в першу чергу залежить від вибору базисного періоду, відбору факторів, ступеня стійкості ринку. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Савченко Т. Г. Генезис теорій економічної рівноваги / Т. Г. Савченко // Економіка і регіон. – 2010. – № 1. – С. 198 – 206.
2. Ламбен Ж.-Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Ж.-Ж. Ламбен / Пер. с фр. – СПб. : Наука, 1996. – XV + 589 с.

Таблиця 1

Вихідна статистика

Показник	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ціна одиниці товару, p (грн)	2,19	2,15	2,16	2,08	2,11	2,17	2,25	2,2	2,15	2,25	2,25	2,3
Кількість проданого товару, y (од.)	49	51	54	59	60	54	59	64	66	61	65	62

Для адаптивної моделі параметр згладжування α обирався шляхом перебору від 0 до 1 з кроком 0.1 так, щоб середньоквадратичне відхилення було мінімальним. Найкращим виявилось значення $\alpha = 0.9$. Прогноз за моделлю Брауна на наступний період склав 58 одиниць товару.

Для двофакторної моделі за допомогою методу найменших квадратів були визначені параметри функції попиту $\hat{y}(p, p') = 41,6p - 34,7p' - 32,12$. Щоб спрогнозувати попит на наступний період, задамо значення факторів: нехай ціна залишається на рівні останнього періоду, тоді зміна ціни дорівнює нулю, і прогноз складе 63 одиниці товарів (рис. 2).

3. Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем : монография / Под ред. Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ФЛП Павленко А. Г.; ИД «ИНЖЭК», 2010.

4. Клишко Г. Н. Основы экономической теории: политекономический аспект / Г. Н. Клишко, В. П. Нестеренко, Л. О. Канищенко, А. А. Чухно. – К. : Вища школа, 1999. – 743 с.

5. Федусенко Е. В. Моделирование и прогнозирование спроса методами многокритериальной оптимизации / Е. В. Федусенко, А. А. Федусенко // Управление развитием сложных систем. – 2010. – Вып. 3. – С. 66 – 70.

6. Заруба В. Я. Инвестиционная оценка конкурентных преимуществ рыночной конъюнктуры промышленных

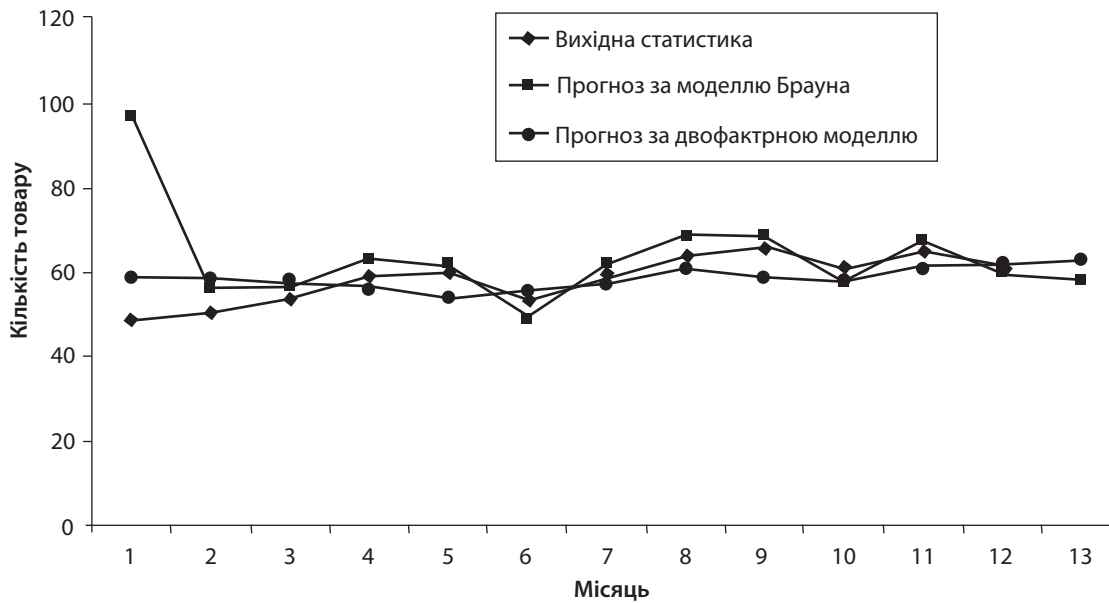


Рис. 2. Залежність попиту від часу та його прогноз

предприятий / В. Я. Заруба, П. А. Орлов, А. П. Косенко // Бизнес Информ. – 2012. – № 7. – С. 24 – 27.

7. Федосеев В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, У. А. Половников. – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 391 с.

8. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю. П. Лукашин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

9. Аллен Р. Дж. Математическая экономия / Р. Дж. Аллен. – М., 1963. – 670 с.

Науковий керівник – Порохня В. М., д-р техн. наук, д-р екон. наук, професор кафедри економічної кібернетики та статистики Класичного приватного університету (Запоріжжя)

REFERENCES

Allen, R. Dzh. *Matematicheskaja ekonomija* [Mathematical savings.]. Moscow, 1963.

Fedusenko, E. V., and Fedusenko, A. A. "Modelirovanie i prognozirovanie sprosa metodami mnogokriterialnoy optimizatsii" [Modeling and forecasting of demand multi-objective optimization methods.]. *Upravlenie razvitiem slozhnykh sistem*, no. 3 (2010): 66-70.

Fedoseev, V. V., Garmash, A. N., and Orlova, I. V. *Ekonomiko-matematicheskie metody i prikladnye modeli* [Economic-mathematical methods and application of the model]. Moscow: YuNITI-DANA, 2005.

Klymko, H. N., Nesterenko, V. P., and Kanishchenko, L. O. *Osnovy ekonomichnoi teorii: politekonomichni aspekt* [Basic economic theory: political economy aspects.]. Kyiv: Vyscha shkola, 1999.

Lamben, Zh.-Zh. *Strategicheskij marketing. Evropeyskaia perspektiva* [Strategic Marketing. The European perspective.]. St. Petersburg: Nauka, 1996.

Lukashin, Yu. P. *Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniia vremennykh riadov* [Adaptive methods of short-term time series prediction]. Moscow: Finansy i statistika, 2003.

Modeli otsenki, analiza i prognozirovaniia sotsialno-ekonomicheskikh sistem [Models of assessment, analysis and forecasting of socio-economic systems.]. Kharkiv: FLP Pavlenko A. G.; INZhEK, 2010.

Savchenko, T. H. "Henezys teorii ekonomichnoi ravnovahy" [Genesis theory of economic equilibrium]. *Ekonomika i rehion*, no. 1 (2010): 198-206.

Zaruba, V. Ya., Orlov, P. A., and Kosenko, A. P. "Ynvestytsionnaia otsenka konkurentnykh preymushchestv i rynochnoi koniunktury promyshlennykh predpriyatiy" [Investment assessment of competitive advantages and market industrial companies]. *Biznes Inform*, no. 7 (2012): 24-27.