УДК 681.5 (07)

О.В. Федусенко,
І.М. Доманецька,
А.О. Федусенко,
О.В. Хроленко

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ НЕЧІТКОЇ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена питанню розробки математичної моделі для прогнозування попиту споживачів на групи товарів, які випускає підприємство. Запропонована модель є багатокритеріальною нечіткою моделлю оптимізації, для розв‘язку якої пропонується використовувати методи паралельних обчислень, а саме методи дрібнозернистих обчислень у однорідних середовищах.

Ключові слова: *Системний аналіз, імітаційне багатокритеріальне нечітке моделювання попиту споживачів, дрібнозернисті обчислення в однорідних середовищах.*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросу разработки математической модели для прогнозирования спроса потребителей на группы товаров, которые выпускает предприятие. Предложенная модель является многокритериальной нечеткой моделью оптимизации, для решения которой предлагается использовать методы параллельных вычислений, а именно методы мелкозернистых вычислений в однородных средах.

Ключевые слова: *Системный анализ, имитационное многокритериальная нечеткое моделирование спроса потребителей, мелкозернистые вычисления в однородных средах.*

ANNOTATION

Paper deals with developing mathematical models to predict consumer demand for groups of products that the company produces. The model is a fuzzy multiobjective optimization model for the solution of which is proposed to use parallel computing techniques, namely methods of fine calculations in homogeneous media.

Keywords: *System analysis, simulation Multiple fuzzy modeling consumer demand, fine-grained calculations in homogeneous media.*

В умовах світової економічної кризи, при якої спостерігається спад виробництва і зменшення доходів споживачів, а відповідно і їх купівельної спроможності, дуже важливо мати найбільш чіткий прогноз попиту на групу товарів, що випускаються чи продаються підприємством.

Під попитом будемо розуміти обсяг товару, який може бути реалізований на ринку в певний період часу за заданою ціною.

Для прогнозування попиту можна використати математичне моделювання.

Метою роботи є підвищення економічної ефективності підприємства за допомогою моделювання обсягу продажі.

Для досягнення мети було поставлено завдання - розробити математичну модель для дослідження споживчого попиту на групу товарів, що випускаються підприємством.

Зробити аналіз попиту теоретично дуже складно, тому що будь-яке використання статистики, соціологічних досліджень тощо дає лише приблизний результат.

Дослідження попиту на групу товарів, що випускаються підприємством, є основою для управління господарською діяльністю підприємства, планування продажів і закупівель та ціноутворення на продукцію.

Для розробки стратегії розвитку підприємства необхідно не тільки враховувати поточний попит на продукцію, а й проводити його моделювання.

Для моделювання попиту можна використовувати такі методи:
- Статистичне моделювання;
- Узагальнені математичні моделі або принципи (системний аналіз у вузькому розумінні [1]);
- Аксіоматичні методи моделювання (системний аналіз в широкому сенсі або системний підхід [1]).
- Методи екстраполяції.

Застосування методів статистичного моделювання базується на застосуванні випадкових чисел. А саме, під статистичним моделюванням мається на увазі чисельний метод розв'язання математичних задач, при якому шукані величини представляють ймовірносними характеристиками якого-небудь випадкового явища, це явище моделюється, після чого потрібні характеристики наближено визначають шляхом статистичної обробки "спостережень" моделі [2].

Однак у складних процесах та явищах, до яких можна віднести і моделювання попиту, часто виявлені і зафіксовані статистичні параметри не можуть бути визнані вирішальними або визначальними. Хоча ці методи і мають механізми ранжирування параметрів. Крім того статистичні методи майже не пристосовані для виявлення істотних і невідомих раніше факторів.

До інших методів математичного моделювання відносяться математичні моделі (лінійне і нелінійне програмування, марковські ланцюги і процеси та інші), які дозволяють виявляти істотні і невідомі раніше фактори процесу або явища. Але будь-яка математична модель може застосовуватися лише в певних межах, тобто має обмеження щодо застосування. Саме тому в системному аналізі даний підхід описується як системний підхід у «вузькому розумінні» [1].

Використання системного підходу в «в широкому сенсі» [1], тобто з позицій запозичення його аксіоматичних методів для моделювання економічних процесів і явищ [1], хоча і дозволяє провести більш детальний моделювання, є досить складно формалізованим методом, оскільки передбачає перехід до ширших узагальнень в економічній науці шляхом вдосконалення аксіоматичних принципів для моделювання (системний підхід [1]).

Екстраполяція базується на поширенні тенденцій, що склалися в минулому, на майбутнє. Проте такий підхід найкраще застосовувати при короткостроковому прогнозуванні, оскільки ринок готової продукції в наш час досить нестабільний. Особливо це стосується продукції, що не є товарами повсякденного попиту.

З проведеного дослідження видно, що для моделювання і прогнозування попиту на групу товарів, що випускається підприємством, найбільш ефективно використовувати методи математичного моделювання.

Розробка математичної моделі

Попит на продукцію серйозно обмежує обсяг її виробництва, тобто впливає на пропозицію товарів підприємства споживачам. На попит може впливати багато факторів. Розробимо математичну модель для моделювання споживчого попиту на групу товарів, з урахуванням деяких з економічних факторів також будемо враховувати обсяг товару.

Постановка задачі

Розглянемо поставлену перед нами задачу, на змістовному рівні її можна описати таким чином: споживач за фіксованою ціною та зростаючому доході спочатку збільшує споживання даного товару до якогось максимального значення, а потім подальше зростання доходу веде до зниження споживання даного товару до якогось оптимального рівня.

Зниження викликається по-перше зростанням витрат на транспортування і зберігання товару і обмеженістю можливостей для зберігання запасів, по-друге перерозподілом зростаючого доходу на користь більш дорогих товарів, які стають доступними у міру зростання добробуту споживача [3].

Якщо формалізувати цю задачу то можна прийти до відомої «задачі про рюкзак»: є сукупність об'єктів, що володіють двома ознаками, необхідно скласти набір таким чином, щоб максимізувати оцінку за однією з ознак, за існуючого обмеження на другу ознаку. Задача про рюкзак буває двох типів - дискретна задача і безперервна. У першому випадку всі предмети неподільні, а в другому подільні.

Параметризація задачі

Проведемо параметризацію задачі, тобто визначимо основні обмеження та цільову функцію. Одним із властивостей товару є ціна, а обмеженням дохід. Тому ми можемо прийти до наступного лінійного обмеження (1).

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i \le b \quad (1)$$

де p_i - ціна i-го товару,

x_i - обсяг i-го товару, який купить споживач,

b - дохід.

Крім обмеження (1) для більш точного моделювання пропонується розширити дану модель введенням обмеження на максимальний обсяг продажу товару, тобто на той обсяг, який у нас є на складах. Це обмеження дає більш широкі можливості для імітаційного моделювання. Обмеження приведено в (2)

$$x_i \le q_i \quad (2)$$

де q_i - максимальний обсяг i-го товару.

Найскладнішим є питання про коефіцієнти цільової функції, пропонується використовувати коефіцієнт корисності товару. Даний коефіцієнт повинен враховувати наступні фактори:

- якість товару;
- ціна взаємозамінного товару;
- ціна сполучаємого товару;
- важливість товару для споживача.

При цьому важливість товару пропонується розраховувати за допомогою моделі М.Фішбейна, яка базується на наступних принципах:

1. Споживач спочатку створює своє ставлення до набору важливих характеристик товару шляхом внутрішніх і зовнішніх пошуків

інформації. Відношення довіри до характеристик виражається у відносних показниках.

2. Потім кожна характеристика (атрибут) оцінюється з позиції переваг. Згідно з моделлю М. Фішбейна, відношення споживача до ринкового товару в самому загальному вигляді виражається формулою:

$$\Pi_0 = \sum_{i=1}^{N} b_i\, L_i$$

де Π_o - відношення споживача до товару

b_i - сприймається споживачем ступінь присутності і - того атрибуту

L_i - оцінка і - того атрибуту (відносна важливість і - того атрибуту для споживача

n - кількість суттєвих атрибутів товару.

Ця модель дає високий рівень достовірності відношення споживача до товару який має певні атрибути.

Досліджуємо більш детально інформацію про атрибути товару. Зрозуміло, що в кожному випадку вона буде різна, але є загальні властивості товару, які, можна використовувати. Ці атрибути можна згрупувати за такими елементами [4]:

- Продукт;
- Ціна;
- Доведення продукту до споживача;
- Просування продукту.

Фактори, які входять до цих груп є досить різнорідними якщо параметри з цінами можна представити в числовому вигляді, як визначити значення для нечислових параметрів, таких як якість?

Для визначення значень нечислових параметрів пропонується використовувати п'ятибальну шкалу, де 5 – це найвища оцінка, а 1 - найнижча. Вихідні дані для визначення цих параметрів необхідно отримувати за допомогою проведення анкетування серед споживачів.

Слід зазначити що вище наведено лише список з 4-х основних параметрів товару, залежно від виду товару даний список може бути істотно розширений.

В подальшому для розрахунку коефіцієнтів корисності пропонується використовувати метод лінійної згортки критеріїв.

Математична модель задачі

Таким чином, отримана наступна модель задачі (3).

$$\sum_{i=1}^{n} C_i x_i \to \max$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i \le b \tag{3}$$

$x_i \le q_i$, i =1,..,n

$x_i \ge 0$, i =1,..,n,

де C_i - коефіцієнт корисності i-го товару.

Дана модель є моделлю задачі лінійного програмування. Найбільш відповідним методом для вирішення даного завдання є симплекс метод.

Постановку задачі симплекс методу можна знайти, наприклад, в [5-8]. Даний метод доцільніше всього використовувати при аналізі можливості зміни ціни на товар у процесі його життєвого циклу.

Багатокритеріальна нечітка математична модель задачі

Але, запропонована модель (3) не враховує декількох важливих моментів.

1. Ціна товару не повинна бути нижчою від собівартості, таким чином, з'являється ще одне обмеження

$p_i \ge S_i$

де S_i - собівартість i-го товару.

2. Якщо дивитися з точки зору підприємства, то його мета продати не максимальну кількість товару за мінімальною ціною, а максимізувати свій прибуток, отже, необхідно ввести другу цільову функцію

$$\sum_{i=1}^{n} p_i q_i \to \max$$

3.При цьому витрати на виробництво i-го товару (собівартість) повинні бути мінімальні, тобто

$$\sum_{i=1}^{n} S_i q_i \to \min$$

Також при мінімізації собівартості виникає обмеження на розмір складу, де зберігається випущена продукція.

$$\sum_{i=1}^{n} q_i \le O \quad ,$$

де O - розмір складу

Однак при розгляді собівартості не раціонально обмежуватися одним значенням. Необхідно вказати інтервал значень для собівартості, тобто

$S_i \in [S_i^L \ldots S_i^U]$, i=1..n

Така задача оптимізації називається - нечіткою. Постановка та методи рішень таких задач описані в [9].

Таким чином переходимо до наступної постановки задачі - Необхідно провести моделювання попиту на групу товарів, що випускаються підприємством для споживачів з різним рівнем доходу. Нехай J = {1 .. m} безліч споживачів з доходом b_j.

Таким чином, отримана мат. модель такого вигляду:

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} C_{ij}x_{ij} \to \max$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i q_i \to \max$$

$$\sum_{i=1}^{n} S_i q_i \to \min$$

(4)

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} p_i x_{ij} \le b_j$$

$$\sum_{i=1}^{n} q_i \le O$$

$p_i \ge S_i$

$S_i \in [S_i^L \ldots S_i^U]$

$x_{ij} \le q_i$, *i =1,..,n,j=1..m*

$x_{ij} \ge 0$, *i =1,..,n, j=1..m*

Дана модель є моделлю багатокритеріальної нечіткої оптимізації. Одним з можливих шляхів вирішення багатокритеріальних задач є шлях перетворення з багатокритеріальної в однокрітеріальну задачу такий підхід, наведений в [10,11].

Декомпозиція багатокритеріальної нечіткої задачі моделювання споживчого попиту

Наступним шляхом для вирішення багатокритеріальної задачі є її декомпозиція, тобто розбиття, на окремі однокрітеріальні задачі оптимізації. Приклад такої декомпозиції можна знайти в [12].

Спочатку вирішимо дві однокрітеріальні задачі оптимізації для мінімізації собівартості і максимізації прибутку. При цьому необхідно пам'ятати, що перша задача це задача нечіткої оптимізації.

1. Мінімізація собівартості.

$$\sum_{i=1}^{n} S_i q_i \to \min$$

$$\sum_{i=1}^{n} q_i \le O$$

(5)

$q_i \ge 0$

$S_i \in [S_i^L \ldots S_i^U]$

2. Максимізація прибутку

$$\sum_{i=1}^{n} p_i q_i \to \max$$

$p_i \geq S_i$

(6)

$$p_i \geq 0$$

Після чого на кожному такті розрахунку j будемо послідовно вирішувати однокрітеріальні задачі моделювання попиту:

$$\sum_{i=1}^{n} C_{ij} x_{ij} \to \max$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_{ij} \leq b_j$$

(7)

$x_{ij} \leq q_i$, *i =1,..,n,j=1..m*

$x_{ij} \geq 0$ *, i =1,..,n, j=1..m*

Як ми бачимо, моделі тісно пов'язані між собою загальними параметрами, тому на будь-якому кроці моделювання попиту може виникнути необхідність перерахувати показники, що отримуються в моделях (5) і (6).

Кожну з моделей (5) - (7) можна привести до цілочисельного вигляду, тому при їх вирішенні доцільно використання методу лінійної цілочисельної оптимізації.

Ціна як функція багатьох змінних

Розглянемо більш детально такий параметр даної моделі, як ціна товару. Уявімо ціну товару як функцію декількох змінних, а саме: p (Z, Pr, K, R, In),

де Z - витрати на виробництво товару,

Pr - прогноз продажу товару (як правило, розглядається три варіанти прогнозу - оптимістичний, песимістичний і середній варіанти),

K - показник якості товару. Даний показник може визначатися за допомогою методів експертних оцінок і приводитися до єдиної шкали.

Необхідно відзначити, що витрати на виробництво товару також можна представити в вигляді функції багатьох змінних.

$Z(Q_1, Q_2, \ldots, Q_l) \to \min$

Ця функція є монотонної для кожної змінної і має розриви на координатних площинах. Для мінімізації даної функції можна використовувати чисельні методи, а саме метод найшвидшого спуску. Даний метод описаний в [13-17].

Напрямок найшвидшого спуску задається антіградієнтом ∇F (8):

$$\vec{x}^{[u+1]} = \vec{x}^{[u]} - \lambda^{[u]} \nabla F\left(\vec{x}^{[u]}\right) \quad (8)$$

$\lambda^{[u]}$ вибирається:

• постійною, тоді метод може розходитися;

• за допомогою дрібного кроку, тобто довжина кроку при спуску ділиться на задане число;

• якнайшвидше спуском (9):

$$\lambda^{[u]} = argmin_{\lambda} F(\vec{x}^{[u]} - \lambda^{[u]} \nabla F\left(\vec{x}^{[u]}\right) \quad (9)$$

Оскільки параметри функції ціни належать до різних груп, тобто зовнішні, внутрішні і т.п., то для дослідження і моделювання ціни на товар пропонується використовувати нейронні мережі.

Під нейронної мережею будемо розуміти набір нейронів, які певним чином пов'язаних між собою [18,19].

Для вирішення нашого завдання досить використовувати тришаровий перцептрон з n входами та одним виходом.

Перший шар - вхід, тільки передає вхідні сигнали до всіх H нейронів другого шару. Кожен нейрон другого шару має n входів, у кожного з них є вагові коефіцієнти w_{i1}, w_{i2}, ..., w_{in} для i-го нейрона. При отриманні вхідного сигналу нейрон підсумовує їх відповідно до вагових коефіцієнтів, після чого застосовує до результату передавальний функцію і пересилає на вхід одного і нейронів третього шару. Після цього нейрон третього шару підсумовує отримані з другого шару результати відповідно до вагових коефіцієнтів v_i. Припустимо, що передавальні функції в прихованому шарі є сігмоіднимі, а у вихідному шарі використовується функція p (x) = x, тобто зважена сума виходів другого шару і буде відповіддю нейромережі [18].

Тоді, при подачі на входи перцептрона будь-яких чисел x_1, x_2, ..., x_n, одержуємо на виході значення деякої функції F (x_1, x_2, ..., x_n), що є відповіддю (реакцією) нейромережі. Відповідь нейромережі при цьому залежить як від вхідного сигналу, так і від значень її внутрішніх параметрів - вагових коефіцієнтів нейронів [18].

Дрібнозернисті обчислення в однорідних середовищах

Після введення ціни як функції багатьох змінних в математичну модель (4) неможливо її ітераційне послідовне рішення, запропоноване раніше.

Дану задачу можна вирішити тільки за допомогою застосування методів паралельного обчислення, а саме дрібнозернистих обчислень, тому що саме для них використовуються моделі нейронних мереж. Під дрібнозернистими обчисленнями будемо розуміти велику кількість відносно простих обчислювальних задач[24].

У нашому випадку можна говорити про паралельне вирішенні наступних задач:

1. Мінімізація витрат за допомогою чисельних методів, а саме методу найшвидшого спуску.
2. Визначення ціни на товар як функції багатьох змінних.
3. Мінімізація собівартості.
4. Максимізація прибутку.
5. Моделювання попиту.

Як можна помітити, з попереднього опису задачі наведені в укрупненому вигляді, і кожна з них складається з великої кількості дрібних підзадач.

Якщо розглянути дані задачі з точки зору класифікації обчислювальних задач, то вони являють собою потоки. Отже, можна говорити про те, що даний підхід раціональніше застосовувати в однорідних обчислювальних середовищах.

Однорідні обчислювальні середовища є розвитком однорідних обчислювальних систем. Під однорідної обчислювальною системою будемо розуміти таку систему, в якій майже всі прості завдання приблизно однакові за обсягом обчислень і пов'язані між собою однаковими схемами обміну.

Тобто система для вирішення складної задачі може бути побудована за допомогою якихось стандартних однакових блоків.

Крім того в однорідної обчислювальної системі дотримуються принципи паралельності завдань і змінності логічної структури.

Обчислювальні середовища являють собою багатовимірну структуру решітки.

Висновки

В статті розглянуті питання використання методів дрібнозернистих обчислень в однорідних обчислювальних середовищах при моделюванні попиту на групу товарів, що випускаються підприємством. Розроблена нечітка багатокритеріальна модель попиту яка дозволяє:

• враховувати основні фактори, які впливають на попит,

• мінімізувати собівартість, за допомогою цільової функції з інтервальними значеннями,

• моделювати і максимізувати ціну на товар з використанням методу штучного інтелекту, а саме нейронних мереж.

Після проведеного дослідження побудованої моделі був зроблений висновок про неможливість її розрахунку послідовно і запропоновано використовувати методи дрібнозернистих обчислень в однорідних середовищах. Крім того, були виділені основні потоки для паралельних обчислень.

Список літератури:

1. *Блауберг И.В., Юдин Э.Г.* Становление и сущность системного подхода. М: Наука, 1973. 269 с.

2. *Волков Е.А.* Численные методы. М.: Наука, 1982. 254 с.

3. *Нецеевский А.Ю.* Маркетинговая модель оптимизации ценовой политики предприятия: Автореф. дис. канд. экон. наук / Ульянов, гос. ун-т-СПб., 2002.- 19 с.

4. *Федусенко Е.В.* Методы и средства реализации многофункциональной подсистемы ценообразования// кандидатская диссертация, К.-2005г.

5. *Вентцель В.С.* Исследование операций задачи, принципы, методология. М.:Дрофа,2004.

6. *Афанасьев .* Исследование операций в экономике. Модели, задачи, решения-М.: Инфра-М.,2003

7. *Волков И.К., Загоруйко И.М.* Исследование операций.-М.: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,2004.

8. *Конюховский В.П.* Математические методы исследования операций. С.-Петербург:Питер, 2001.

9. *Зайченко Ю.П.* Исследование операций. Киев: Слово, 2003. 688 с.

10. *Денисенко Т. И.* Проблемы многокритериальной оптимизации // Сборник научных трудов СевКавГТУ. 2006. № 2. С. 9-11.

11. *Трифонов А.Г.* Многокритериальная оптимизация // Консультационный центр MATLAB: раздел Optimization Toolbox. – Интернет-ресурс: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/16.php

12. *Прилуцкий М.Х., Власов С.Е.* Оптимальное распределение ресурсов в задачах календарного и объемно-календарного планирования //Труды Нижегородского государственного технического университета. Системы обработки информации и управления. 2004, вып. 11. С. 31-36.

13. *Ермаков С.М.* Методы Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1971. 471 с.

14. *Самарский А.А., Гулин А.В.* Численные методы. М.: Наука, 1989. 430 с.

15. *Турчак Л.И.* Основы численных методов .М.: Наука, 1987. 318 с.

16. *Steven C.C., Raymond C.*. Numerical Methods for Engineers: With Software and Programming Applications. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2001. 944 p.

17. *R. W. Hamming.* Numerical Methods for Scientists and Engineers. Dover Publications, 1987. 721 p.

18. *Струнков Т.* Думал ли Гильберт о нейронных сетях? // PC Week RE. 1999. №

19. *Малышкин В.Э.* Введение в параллельное программирование мультикомпьютеров. Новосибирск: ИВМ и МГ СО РАН, 2003. 268 с.

Отримано: 29.05.2012

УДК 69.003

С.В. Гарнець

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА СТРУКТУРИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

АНОТАЦІЯ

В даній статті показано переваги від використання технологій дистанційного зондування землі під час проведення робіт з моніторингу земель сільськогосподарського призначення, а також запропоновано структуру показників для проведення моніторингу.

АННОТАЦИЯ

В данной статье показаны преимущества использования технологий дистанционного зондирования земли во время проведения работ по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения, а также предложена структура показателей для проведения мониторинга.

ANNOTATION

In the article shows the practical advantages of using technologies of remote sensing during the work on monitoring of land for agricultural purpose, and the proposed structure of indicators for monitoring.