

А.О. Овезгельдись, д.т.н., проф.

О.І. Прилипко, к.ф.-м.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

## АНАЛІТИЧНО-ІМІТАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ У НЕЧІТКИХ УМОВАХ

*Розглянуто фактори, що всебічно характеризують сучасний оптовий ринок. Проаналізовано проблеми моделювання реального процесу ефективного управління комерційною діяльністю підприємств оптової торгівлі, що оперують великими партіями товарів у широкому асортименті в умовах неточної і недостатньої інформації та непрогнозованості ринкової ситуації. Вказані моделі характеризується нечіткими процесами прийняття рішень. На основі теорії нечітких множин побудована математична модель для знаходження районів ефективної комерційної діяльності підприємств оптової торгівлі в умовах реформованої економіки, тобто в умовах великомасштабного спаду випуску продукції, непередбачуваних цінових стрибків у суміжних галузях, різкого зросту частки імпортованої продукції та в умовах посиленої фінансової диференціації між підприємствами. Наведена модель діяльності оптового торговельного підприємства дозволяє визначити:*

- оптимальний набір залежних споживачів, тобто таких, для яких дане оптове підприємство є практично єдиним постачальником;
- набір конкурентів – підприємств оптової торгівлі, які також поставляють свої товари тим самим споживачам, що і досліджуване підприємство;
- набір споживачів, які практично не користуються послугами досліджуваного підприємства.

**Ключові слова:** управління економічними об'єктами; оптова торгівля; оптовий ринок; прийняття рішень; моделювання; модель; метод; нечіткі множини.

**Постановка проблеми.** Широке застосування сучасних комп'ютерних технологій в управлінні економічними об'єктами як інструментального засобу автоматизації інтелектуальної діяльності людини надало додатковий імпульс загальнотеоретичним і проблемно-орієнтованим науковим дослідженням у даній області. При цьому ефективність застосування комп'ютерних технологій більшою мірою залежить від якості формалізації та алгоритмізації автоматизованих інтелектуальних процесів. Необхідно підкреслити, що центральне місце в автоматизації інтелектуальної діяльності людини займає проблема формалізації процесів прийняття рішень, оскільки саме це є обов'язковим і багаторазово повторюваним етапом будь-якої цілеспрямованої діяльності людини.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблема прийняття рішень є синтетичною і базується на таких наукових напрямках, як системний аналіз, багатофакторне оцінювання, теорія систем, математичне моделювання, імітаційне моделювання, математичне програмування, дослідження операцій та теорії ігор. Структуризація процедури прийняття рішення дозволяє виділити чотири загальні етапи: визначення мети; виділення множини можливих шляхів її досягнення (множини можливих рішень); формування оцінки, що дозволяє встановити відношення порядку на множині рішень (задача оцінювання); вибір найкращого рішення (задача оптимізації). З перерахованих етапів концептуальним є етап оцінювання. Його реалізація вимагає формалізації лінгвістичних змінних типу «кращий», «переважний», «ефективний» варіант розв'язку. Це пов'язано з виділенням деякої множини часткових (локальних) якостей об'єкта, що достатньо повно характеризують її як ціле, і визначенням на цій множині деякої метрики (багатофакторної оцінки), на підставі якої проводиться порівняння якості рішень. Ця проблема відома як проблема багатофакторного оцінювання [1]. Складність її вирішення обумовлена багатовимірністю факторного простору і різномірністю по розмірності, інтервалу можливих значень, вимірювальних шкал, суперечливостю локальних характеристик, що описують якість рішення. Додаткова складність пов'язана з принциповою суб'єктивністю поняття «краще рішення», а отже, з необхідністю врахування переваг особи, яка приймає рішення.

Сучасна теорія багатокритеріального оцінювання і вибору, в більшості випадків, розглядає прийняття рішень у стаціонарних умовах. Це означає, що множина допустимих розв'язків, їх хар © А.О. Овезгельдієв, О.І. Прилипка, 2015 системи в цілому є стабільними, що не змінюються про наявності елементів невизначеності, стохастичності, еволюційного розвитку, внаслідок чого допускається стійке оцінювання та прогнозування.

Поряд зі стаціонарними системами існує великий клас систем, які є нестаціонарними, високодинамічними, з погано прогнозованою динамікою розвитку. До таких систем належить багато економічних об'єктів: підприємства, банки, біржі, муніципальні системи, фірми, що функціонують в умовах нестабільної кризової економіки. В даному випадку нестабільність економіки визначає висока динаміка зміни зовнішнього середовища (некерованих змінних систем): цін, попиту, пропозиції тощо, а постійні директивні дії (законотворчість, постанови центральних та місцевих виконавчих органів, рішення національного банку) роблять часові ряди короткими і неоднорідними, що практично виключає можливість прогнозування змін характеристик зовнішнього середовища.

**Мета дослідження** – розглянути можливі підходи до розв'язання задачі багатокритеріального оцінювання та прийняття рішень для ефективного управління економічними об'єктами в нестаціонарних умовах на прикладі управління підприємствами оптової торгівлі.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** В сучасних економічних умовах оптова торгівля підтримує необхідну інтенсивність і пришвидшує процес руху товарів, забезпечує його необхідними фінансовими засобами, знижує загальні обсяги необхідних для його існування фінансових витрат, скорочує сукупні витрати обігу, розвиваючись на принципах єдиної саморегульованої економічної системи. Головною метою функціонування підприємства оптової торгівлі є забезпечення свого сталого розвитку, що досягається, в першу чергу, ефективною комерційною діяльністю і мінімізацією ризиків. У даний час успіх підприємства оптової торгівлі на ринку визначається не стільки раціональною організацією комерційної діяльності, зниженням витрат обігу за рахунок внутрішніх резервів, підвищенням продуктивності праці та ефективним використанням усіх видів ресурсів, скільки тим, як вдало підприємство оптової торгівлі пристосовується до свого зовнішнього оточення – економічного, політичного та соціального. Реорганізація комерційної діяльності підприємств оптової торгівлі на основі створення на базі кожного з них відкритої економічної системи дозволяє сформулювати загальні напрями досліджень, структури та змісту кінцевої наукової продукції.

Розвиток сучасних математичних методів моделювання дозволив в останні роки розв'язати багато економічних задач, що раніше вважалися недоступними для вивчення точними науками. До таких «незручних» для побудови математичних моделей належали і проблеми формалізації комерційної діяльності підприємств. У той самий час, стрімкі економічні перетворення, що відбуваються в самій структурі сучасної торгівлі, вимагали не просто впровадження точних математичних методів при підготовці інформації для прийняття рішення, а й при математичному моделюванні самого процесу прийняття цього рішення. В першу чергу, це характерно при розв'язанні задач ефективного управління комерційною діяльністю підприємств оптової торгівлі. Оскільки вони являють собою в системному сенсі найбільш складну групу комерційних підприємств, в організаційному сенсі ієрархічно структуровані по вертикалі та по горизонталі, оперують великими партіями товарів у широкому асортименті, що істотно підвищує ціну помилки при прийнятті рішення, а тому набагато збільшує економічний ефект моделювання.

Сучасний оптовий ринок характеризується присутністю численних специфічних факторів (наявністю багаторівневого управління, зворотного зв'язку, потоків інформації, що впливають на прийняття рішення тощо), тобто являє собою складну систему, для дослідження якої найбільш перспективними виявляються підходи, що базуються на методі аналітико-імітаційного моделювання. Тут необхідно зазначити, що традиційні дослідження комерційної діяльності, як правило, базуються на припущенні однорідності та прозорості ринку. Побудовані моделі виявляються неадекватними для розгляду реальних ситуацій, що характеризується неточною і недостатньою інформацією, нечіткими процесами прийняття рішень. Дана обставина накладає серйозні обмеження на використання традиційних методів, оскільки часовий чинник не є визначальним. Традиційні балансові методи короткострокового економічного аналізу та прогнозування, що базуються на передумовах щодо узгодженої динаміки регіональних

підприємств оптової торгівлі і виробництв, стали недостатньо змістовними і надійними. Додаткові труднощі при побудові короткострокових прогнозів обумовлені тим, що, як показує досвід, траєкторія діяльності комерційних підприємств у сучасних умовах має нерівномірний та «ступінчастий» характер.

В умовах реформованої економіки різко ускладнилася система факторів, що визначають комерційну діяльність, динаміку виробництва, попиту та інфляції. Великомасштабний спад випуску продукції, цінові стрибки в суміжних галузях мають неузгоджений характер, різко зросла на ринку частка імпортової продукції. Посилилася фінансова диференціація між підприємствами. Існують також важливі аспекти комерційної діяльності підприємства оптової торгівлі, що не охоплені обліком і безпосередньо статистично не спостерігаються, але, тим не менш, вони відіграють ключову роль у динаміці комерційної діяльності підприємства. До них належать: рівень попиту, переваги споживачів, виробничі та інфляційні очікування, інвестиційні наміри. Тому для розв'язання задач моделювання комерційної діяльності підприємства оптової торгівлі найбільш прийнятним виявляється використання припущень нечіткого сприйняття привабливості фірм, відстані, якості товарів у вигляді опуклої нечіткої множини. Основу даного методу складає теорія нечітких множин, що оперує нечітким представленням нечітких понять [2]. Теоретико-множинний підхід дозволяє враховувати соціально-психологічні та економічні змінні оптового ринку. Отже, побудова математичної моделі для знаходження районів ефективної комерційної діяльності підприємств оптової торгівлі методом нечітких множин є найбільш ефективним і адекватним. Це і є метою даної статті.

У принциповому аспекті, комерційна стратегія оптового підприємства має містити розробку основних питань: чим торгувати? з ким торгувати? яку функціональну структуру мати? Основу системи оптових структур на споживчому ринку складають підприємства, що спеціалізуються на оптовій торгівлі, тобто здійснюють повний цикл закупівельно-збутових операцій з переходом права власності на товар до оптової ланки. У концепції управління економікою ринкового типу даний тип оптових підприємств називають «незалежними оптовими торговцями». Провідна роль підприємств оптової торгівлі цього типу пояснюється тим, що, виконуючи найбільший комплекс операцій з обробки товарної маси, вони замикають на собі дуже широкий спектр роздрібних торгових підприємств, більшість з яких представляє великі роздрібні структури. З іншого боку, завдяки добрим матеріально-технічним можливостям, підприємства, що спеціалізуються на оптовій торгівлі, є зручним партнером для великих виробників споживчих товарів. У даній роботі під поняттям «підприємства оптової торгівлі» розуміється саме цей тип оптових торгових підприємств.

Методичний інструментарій вирішення означених питань вкрай різноманітний. За класифікацією Шеннона, всі методи вивчення та моделювання комерційної діяльності підприємств можна згрупувати таким чином:

- екстраполяційні (трендові) методи;
- методи математичного моделювання;
- методи експертних оцінок.

Згідно з наведеною класифікацією, методи теорії нечітких множин та структур лежать на стику методів математичного моделювання (оскільки використовують формальний математичний апарат) і методів експертних оцінок (в теорії нечітких множин побудова функції приналежності здійснюється з використанням останніх). Фактором, що визначає необхідність використання експертних оцінок у практиці розробки підприємницької поведінки оптової структури, є також те, що в багатьох випадках за сучасного перебігу комерційних процесів керівник підприємства – особа, яка приймає рішення, – не володіє в повному обсязі необхідними даними і зв'язками між ними, тобто діє в умовах неповної та неточної інформації. Використання експертних методів як інструментів наукового передбачення стає необхідним у тих умовах, коли доводиться оперувати показниками, які не можуть бути безпосередньо кількісно виміряні, що, наприклад, справедливо при визначенні значень функції приналежності. З іншого боку, неминучі похибки методу експертних оцінок, що закладені на початковому етапі побудови моделі, згладжуються в результаті обчислень, які зроблені на основі теорії нечітких множин і структур. Таким чином, методи теорії нечітких множин виявляються найбільш ефективними методами при побудові математичної моделі комерційної діяльності оптового торговельного підприємства. Виходячи з цього, задачу обчислення районів

ефективної комерційної діяльності підприємств оптової торгівлі пропонується розв'язати за допомогою побудови нечіткої моделі.

При здійсненні комерційної діяльності зі збуту споживчих товарів підприємство оптової торгівлі робить аналіз своєї зовнішньої сфери. Для чого потребує:

1) визначення основних своїх конкурентів серед усіх підприємств оптової торгівлі, що діють на оптовому ринку;

2) визначення району ефективної комерційної діяльності, тобто набору «залежних» роздрібних торгових підприємств – споживачів, які здійснюють оптові закупівлі переважно у даного оптового підприємства;

3) визначення районів свого слабкого і конкурентного впливу.

Виходячи з постановки цілей комерційної діяльності підприємства оптової торгівлі, розв'язання цієї задачі передбачає вибір регіону діяльності, тобто визначення адміністративно-територіальних меж діяльності оптового торговельного підприємства.

Для вирішення перерахованих завдань пропонується застосувати метод перетину опуклих нечітких підмножин, модифікований для задачі розділення торговельних зон підприємств оптової торгівлі.

Дано:

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  – множина підприємств роздрібною торгівлі;

$B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$  – множина підприємств оптової торгівлі;

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_p\}$  – множина ознак підприємств оптової торгівлі.

Потрібно знайти райони ефективної комерційної діяльності, тобто набір «залежних»  $a_i$  для кожного  $b_j$ , які будуть потенційними споживачами  $b_j$ .

Математична модель будується за таких припущень:

1) існування ринку, на якому діють постачальники і споживачі – відповідно оптові та роздрібні торгові підприємства;

2) довільне розміщення підприємств роздрібною торгівлі  $a_1, a_2, \dots, a_n$ ;

3) розміщення конкуруючих підприємств оптової торгівлі  $b_1, b_2, \dots, b_m$  у даних точках;

4) підприємства оптової торгівлі характеризуються  $p$  ознаками;

5) ступені важливості ознак при прийнятті рішення про закупівлю варіюються між окремими підприємствами роздрібною торгівлі;

6) одне підприємство оптової торгівлі має перевагу у виборі перед іншим кожен раз, коли його ознаки  $d_i$  за ступенем важливості більш близькі до оцінки споживача (роздрібною підприємства).

Нехай  $\lambda_R : A \times D \rightarrow [0,1]$  – функція приналежності нечіткого бінарного відношення  $R$ .

Для всіх  $a \in A$  і всіх  $d \in D$  функція приналежності є ступенем важливості ознаки  $d_i$  за оцінкою споживача при визначенні ним переваги постачальника  $b_j$ .

Відношення  $R$  наводиться в матричній формі таким чином:

$$R = \begin{matrix} & d_1 & d_2 & \dots & d_p \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \lambda_R(a_1, d_1) & \lambda_R(a_1, d_2) & \dots & \lambda_R(a_1, d_p) \\ \lambda_R(a_2, d_1) & \lambda_R(a_2, d_2) & \dots & \lambda_R(a_2, d_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_R(a_n, d_1) & \lambda_R(a_n, d_2) & \dots & \lambda_R(a_n, d_p) \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

У цій матриці елементи кожного рядка виражають відносні ступені важливості ознак у прийнятті підприємством роздрібною торгівлі рішення про закупівлю партії товару у підприємства оптової торгівлі. Чим вище значення, тим більш важлива ознака.

Нехай  $\mu_T : D \times B \rightarrow [0,1]$  – функція приналежності нечіткого бінарного відношення  $T$ . Для всіх  $d \in D$  і всіх  $b \in B$  рівна ступеню приналежності або сумісності підприємства оптової торгівлі  $b_j$  з ознакою  $d_i$ .

У матричній формі відношення  $T$  має вигляд:

$$T = \begin{matrix} & b_1 & b_2 & \dots & b_m \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_p \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mu_T(d_1, b_1) & \mu_T(d_1, b_2) & \dots & \mu_T(d_1, b_m) \\ \mu_T(d_2, b_1) & \mu_T(d_2, b_2) & \dots & \mu_T(d_2, b_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_T(d_p, b_1) & \mu_T(d_p, b_2) & \dots & \mu_T(d_p, b_m) \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

З матриць  $R$  і  $T$  отримуємо матрицю  $S$ :

$$S = \begin{matrix} & b_1 & b_2 & \dots & b_m \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \eta(a_1, b_1) & \eta(a_1, b_2) & \dots & \eta(a_1, b_m) \\ \eta(a_2, b_1) & \eta(a_2, b_2) & \dots & \eta(a_2, b_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \eta(a_n, b_1) & \eta(a_n, b_2) & \dots & \eta(a_n, b_m) \end{bmatrix} \end{matrix},$$

елементи якої визначаються функцією приналежності:

$$\eta_{X_1}(a, b_i) = \frac{\sum_d \lambda_R(a, d) \cdot \mu(d, b_i)}{\sum_d \lambda_R(a, d)}, \text{ для всіх } a \in A, d \in D, b \in B.$$

Сума  $\sum_d \lambda_R(a, d)$  дорівнює ступеню нечіткої підмножини, що вказує число найважливіших ознак  $d$ , яке споживач використовує для оцінки постачальника.

Тому можна побудувати матриці:

$$F = \begin{pmatrix} \eta_{X_1}(a_1, b_1) \wedge \eta_{X_2}(a_1, b_2) & \dots & \eta_{X_{m-1}}(a_1, b_{m-1}) \wedge \eta_{X_m}(a_1, b_m) \\ \dots & \dots & \dots \\ \eta_{X_1}(a_n, b_1) \wedge \eta_{X_2}(a_n, b_2) & \dots & \eta_{X_{m-1}}(a_n, b_{m-1}) \wedge \eta_{X_m}(a_n, b_m) \end{pmatrix}.$$

Необхідно зазначити, що тут і далі кон'юнкція означає операцію попарного мінімуму.

Поріг розподілу  $k$  району ефективної комерційної діяльності обмежується умовою:

$$k \left( \min_{i,j} \max_a \min(\eta_{X_i}(a, b_i), \eta_{X_j}(a, b_j)) \right).$$

Якщо поріг  $k$  вибраний, то район ефективної комерційної діяльності описується множиною рівня:

$$M_i = \left\{ a \mid \eta_{X_i}(a) \geq \min_{i,j} \max_a \min(\eta_{X_i}(a, b_i), \eta_{X_j}(a, b_j)) \right\}, \text{ для всіх } a \in M_i.$$

**Висновки з даного дослідження.** Наведена модель дозволяє підприємству оптової торгівлі шляхом порівняння свого району ефективної комерційної діяльності з районами інших підприємств оптової торгівлі визначити:

- набір залежних підприємств роздрібною торгівлі, тобто той набір споживачів, для якого дане оптове підприємство є практично єдиним постачальником (область монопольного впливу);
- групи споживачів, які користуються послугами одночасно декількох підприємств оптової торгівлі (спірні або конкурентні групи), що дозволяє визначити набір конкурентів – підприємств оптової торгівлі, які також постачають свої товари цим споживачам;
- набір споживачів, які практично не користуються послугами даного підприємства оптової торгівлі (область слабого впливу).

При подальшому розвитку своєї комерційної діяльності підприємство оптової торгівлі може, наприклад:

- закріпити за собою області монопольного впливу, будувати в регіоні, де розташована основна кількість залежних підприємств роздрібною торгівлі, нові склади, що призведе до зниження транспортних витрат у самому жвавому районі перевезень;
- залучати спірні групи споживачів до пропозицій нових видів послуг у регіонах їх розташування;

- зупинити вкладення коштів у торговельну інфраструктуру району, де розташовуються підприємства роздрібної торгівлі третьої групи.

У випадку виходу підприємства оптової торгівлі на ринок з принципово новим для нього товаром або його відмови від недостатньо рентабельної групи товарів (тобто при зміні товарного профілю), зміна району ефективної комерційної діяльності прораховується за допомогою того самого алгоритму.

**Список використаної літератури:**

1. *Овезгельдыев А.О.* Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / *А.О. Овезгельдыев, Э.Г. Петров, К.Э. Петров.* – К. : Наукова думка, 2002. – 163 с.
2. *Zadeh L.A.* Fuzzy sets. Information and control / *L.A. Zadeh.* – 1965. – 8. – P. 338–353.

ОВЕЗГЕЛЬДИЄВ Ата Оразгельдійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- паралельні та розподілені системи;
- методи оптимізації;
- сучасні Інтернет-технології.

E-mail: metanova@yahoo.com.

ПРИЛИШКО Олександр Іванович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та вищої математики Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- теоретико-алгебраїчні дослідження систем диференціальних рівнянь;
- методи оптимізації.

E-mail: poizh@ukr.net.

Стаття надійшла до редакції 24.09.2015.