

ХАРКІВСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

МЕЛЬНИКОВ ОЛЕГ СТАНІСЛАВОВИЧ

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ФОРМУВАННЯ
АКТИВНИХ СТРАТЕГІЙ ЦІНОУТВОРЕННЯ

08.00.13 - Економіко-математичні методи

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Харків - 1994

Робота виконана на кафедрі технічної кібернетики
Харківського політехнічного університету

Наукові керівники: кандидат технічних наук,
доцент В. Я. ЗАРУБА
кандидат економічних наук,
доцент В. С. ПОНОМАРЕНКО

Офіційні опоненти: доктор економічних наук,
професор С. Г. ДІОРДИЦА
кандидат економічних наук
І. М. ВОЛИК

Провідна організація - Інститут інформатики та управління
Міністерства освіти України і
АН України (м. Харків)

Захист дисертації відбудеться "1" КВІТНЯ 1994 р.
на засіданні спеціалізованої Ради, шифр Д 02.12.01, по присудженню
наукового ступеня кандидата економічних наук в Харківському
інженерно-економічному інституті за адресою: 310001, Харків,
пр. Леніна, 9-а.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського
інженерно-економічного інституту.

Автореферат розіслано "26" ЛЮТОВОГО 1994 р.

Вчений секретар

спеціалізованої Ради,

кандидат економічних наук,

доцент

М. С. Дороніна

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00802277 (Q)

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

М. С. ДОРОНІНА

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

1.1. Актуальність теми. Перехід країн СНД до ринкової економіки активізував інтерес до проблем ціноутворення. Особливу увагу привертає мікроекономічний аспект цієї проблеми, бо зараз встановлення цін на переважну частину номенклатури продукції, що випускається, є прерогативою незалежних економічних суб'єктів - підприємств, а не центральних планувальних органів.

Традиційний витратний підхід до планування цін не відповідає новим умовам господарювання. Тому особливий інтерес викликають методи ціноутворення, що орієнтовані на попит. Їм присвячено ряд публікацій оглядового та прикладного характеру, що з'явилися останнім часом. У більшості цих досліджень домінує класичний апарат мікроекономічного аналізу, що базується на рівноважних моделях та аналізі граничних витрат. Але можливість застосування такого підходу для аналізу практичних проблем діяльності більшості підприємств України та держав СНД далеко не явна внаслідок специфіки періоду переходу до ринку в цих країнах. Для останнього характерні такі особливості:

- ціни на більшість видів продукції є далекими від рівноважних, завдяки чому ціни на ті ж самі товари коливаються у досить широких межах;

- ряд продуктів, особливо тих, що реалізуються підприємствами-учасниками зовнішньоекономічних стосунків, є новими для ринку, й інформація щодо попиту на них обмежена або повністю відсутня;

- високий рівень інфляції та відсутність стабільної політики компенсації приводять до нерівномірності змінювання індексу цін у порівнянні з індексом доходів, внаслідок чого споживчий попит відзначається високою нестабільністю;

- цілий ряд причин обмежує можливості підприємств щодо гнучкого регулювання обсягу виробництва (поставок) і, отже, можливість використання маргінальних моделей ціноутворення.

В цих умовах зростає значення активних методів ціноутворення. Останні припускають індивідуальний підхід до вирішення конкретних задач реалізації продукції і розуміння ціни як інструментального засобу управління збутом та досягнення фінансових цілей підприємства, а не як екзогенно заданого параметру ринкової ситуації. Зокрема здається перспективним використання диверсифікації цін за часом, тобто оперативного

змінювання цін з метою найкращої адаптації до мінливої ринкової ситуації.

Політика диверсифікації цін, по-перше, є ефективним методом управління збутом і, по-друге, дозволяє за рахунок спостереження за динамікою попиту при варіації цін одержати більший обсяг інформації про ринок, ніж політика стабільних цін. Таким чином, диверсифікація цін за часом правомірно розглядати як один з методів дослідження ринку.

Використання диверсифікації цін за часом особливо доцільно при реалізації партій продукції фіксованого обсягу, бо можливість управління збутом за рахунок регулювання обсягу продукції, що пропонується на ринок, у цьому випадку відсутня. Така ситуація особливо характерна для підприємств оптової та роздрібною торгівлі, а також для експортно-імпорتنих операцій. Часто ставляться також часові обмеження щодо періоду реалізації партії продукції. Слід відзначити, що методи диверсифікації цін відповідно до цієї задачі досліджено недостатньо.

Формування цінової стратегії підприємства з використанням активних методів ціноутворення є більш складною задачею, ніж встановлення єдиної ціни на продукцію, що реалізується. Для її вирішення необхідне використання математичних методів планування і варіації цін, здійснення статистичної обробки апріорної та оперативної інформації щодо збуту продукції та реалізація даних методів у межах комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень. Таким чином, для практичної реалізації активних стратегій ціноутворення необхідна розробка названих методів та алгоритмів, що й обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи.

1.2. Мета та задачі дослідження. Метою роботи є розробка активних методів ціноутворення при реалізації партії продукції на обмеженому інтервалі часу з використанням автоматизованих систем підтримки прийняття рішень.

Для цього в роботі обґрунтовано необхідність вирішення наступних задач:

- розробки математичної моделі процесу реалізації партії продукції на обмеженому інтервалі часу;
- розробки математичної моделі задачі вибору оптимальної цінової стратегії з використанням активних методів ціноутворення;
- дослідження умов ефективності цінової стратегії при різних припущеннях щодо обсягу партії продукції та характеру взаємодії

організації зі споживачами;

- розробки алгоритмів синтезу стратегій ціноутворення, оптимальних за різними критеріями, що використовуються в теорії прийняття рішень;

- розробки структури інформаційного та математичного забезпечення процедур ціноутворення;

- розробки, випробування та упровадження автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для сприяння особі, що приймає рішення (ОПР) у плануванні цінової політики підприємства на базі запропонованих алгоритмів.

1.3. Предмет та об'єкт дослідження. Предметом дослідження є проблеми формування та аналізу активних стратегій ціноутворення. Об'єкт дослідження - промислові підприємства та комерційні структури, що орієнтовані на ринковий механізм реалізації продукції.

1.4. Методи дослідження засновані на теорії прийняття рішень в умовах невизначеності, теорії активних систем, теорії керованих марківських процесів і методах статистичного та інтервального аналізу даних.

1.5. Наукова новизна одержаних результатів полягає в такому:

- запропоновано оригінальну методику зіставлення стратегій ціноутворення на базі принципу стохастичного домінування;

- одержано необхідні та достатні умови ефективності стратегій ціноутворення;

- розроблено алгоритми синтезу M-, K- і P-оптимальних стратегій ціноутворення для задач реалізації неподільної партії продукції, що пов'язані з фіксованою або випадковою кількістю покупців, а також для пуассонівської моделі обслуговування покупців;

- розроблено алгоритм синтезу M-оптимальної стратегії ціноутворення для задачі реалізації довільно подільної партії продукції;

- розроблено схему проведення переговорів і критерій прийняття пропозицій щодо постачання продукції при активному характері поведінки покупців.

1.6. Практична цінність роботи полягає у тому, що розроблені методи й алгоритми дозволяють здійснювати як якісне, так і кількісне планування цінової стратегії підприємства. Показано, що використання розроблених методів дозволяє організації отримати більший середній прибуток, ніж використання стабільних цін. На базі розроблених методів і алгоритмів створено автоматизовану систему підтримки прийняття рішень у галузі ціноутворення, яка

дозволяє здійснювати імітаційне моделювання процесу реалізації партії продукції та обробку реальних даних. Система має можливість інтеграції в єдину інформаційну систему підприємства.

1.7. Реалізація результатів роботи. Розроблені методи, алгоритми та систему підтримки прийняття рішень упроваджено в суспільних підприємствах "Саб Скрай" (м. Москва) і "Метал-Хід" (м. Харків), де вони використовуються для планування цінової політики та навчання персоналу. Економічний ефект від упровадження результатів роботи був досягнутий за рахунок підвищення оборотності коштів та зниження витрат на маркетингові дослідження.

1.8. Апробація роботи. Головні результати дисертації доповідались і були підтримані на I Всесоюзній науково-технічній конференції "Координирующее управление в технических и природных системах" (с. Малий Маяк Кримської області, 1991 р.), міжнародній науково-практичній конференції "Бизнес и наука" (м. Феодосія, 1992р.), міжнародній науково-технічній конференції "Компьютер: наука, техника, технология, здоровье" (м. Харків, 1993 р.).

1.9. Публікації. Зміст дисертації відображено у семи друкованих працях.

1.10. Обсяг і структура роботи. Дисертація складається із вступу, трьох глав, висновку, переліку літератури з 81 найменування, п'яти додатків, містить 127 сторінок основного тексту, 11 малюнків.

2. ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета та задачі дослідження, описано методи дослідження, подано характеристику наукового та практичного значення одержаних результатів, наведені дані про апробації та практичну реалізацію основних положень дисертації.

У першій главі аналізуються існуючі методи ціноутворення, що орієнтовані на попит. Обгрунтовано необхідність використання активних методів ціноутворення і визначено сферу їх застосування. Розглянуто методику оцінки ефективності стратегій ціноутворення і запропоновано використання для цієї мети принципу стохастичного домінування.

У другій главі розроблено математичну модель процесу реалізації партії продукції на обмеженому інтервалі часу і

сформульовано задачу оптимального управління цим процесом. Виділено необхідні та достатні умови ефективності стратегій ціноутворення для різних сценаріїв діяльності організації-реалізатора. Розроблено алгоритми синтезу M-, K- і P-оптимальних стратегій ціноутворення та досліджено їх властивості.

У третьій главі розглянуто питання інформаційного та математичного забезпечення автоматизованих процедур ціноутворення. Описано використані алгоритми збору, селекції та статистичної обробки апріорної, оперативної та суб'єктивної інформації. Розглянуто функціонування розробленої автором системи підтримки прийняття рішень в галузі ціноутворення в імітаційному та реальному режимах.

У висновку узагальнені головні підсумки виконаних розробок і показано практичну цінність одержаних результатів.

У додатках містяться математичні доведення окремих положень роботи, приклади розрахунку цін за розробленими алгоритмами та інформація щодо впровадження результатів досліджень.

3. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РОБОТИ

3.1. Критично проаналізовані різні методи ціноутворення, що орієнтовані на попит. Методам ціноутворення, що орієнтовані на попит, присвячено цілий ряд робіт оглядового та прикладного характеру, що з'явилися останнім часом. Підходи, що використовуються в цих роботах, можна умовно розподілити на три групи: адаптивний, теоретико-ігровий та використання маргінальних моделей.

У рамках адаптивного підходу ринкова ціна на продукцію підприємства вважається фіксованою величиною, що задано екзогенно, тобто не залежить від політики, що проводиться підприємством. Тому задачею підприємства вважається найкраща адаптація до існуючих ринкових умов за рахунок регулювання виробничої програми, організаційної структури підприємства і т.д. Недоліком цього підходу є той факт, що ринкову ціну можна вважати постійною тільки для випадку повної конкуренції, в той час як ринки більшості товарів на Україні не є конкурентними. З маркетингової точки зору найбільш ефективними є підприємства, що проводять активну цінову політику, а не пасивно дотримуються кон'юнктури ринку, що склалася на даний момент.

У рамках теоретико-ігрового підходу встановлення продажної

ціни розглядається як кінцевий результат процесу переговорів між реалізатором і споживачем продукції. Процес переговорів описується як гра двох (або більше) осіб з ненульовою сумою, а кінцева ціна обумовлюється параметрами досягнутої у цій грі коаліційної рівноваги. Незважаючи на високу теоретичну обґрунтованість такого підходу, його недоліком є статичність таких моделей, тому що неявно вважається, що усі учасники переговорів зацікавлені у досягненні погодження, а їх відмова від формування коаліції означає збитки для усіх учасників гри, що не завжди відповідає дійсності.

Найбільш розробленим здається класичний апарат мікроекономічного аналізу, що базується на зіставленні граничних (маргінальних) витрат і доходів та враховує різниці у структурі ринку. Проте для сучасної економічної ситуації в Україні та інших країнах СНД характерний ряд специфічних особливостей, що обмежують можливість застосування такого підходу. В основі маргінального підходу лежить припущення щодо можливості підприємства гнучко і довільно змінювати обсяг випуску продукції, що виробляється, чому в Україні заважає ряд причин (розрив господарських зв'язків, складна ситуація на ринку ресурсів, стан основних виробничих фондів, нестабільність фінансової політики та інше).

Таким чином, виникає необхідність розробки методів ціноутворення, що адекватні реальним умовам роботи підприємств і комерційних структур.

3.2. Обґрунтовано необхідність і виділено сферу можливого застосування активних стратегій ціноутворення. Внаслідок дії вищеназваних факторів, для ряду підприємств, особливо в галузях оптової та роздрібною торгівлі, посередницьких і зовнішньоторговельних організацій, характерний режим діяльності, при якому продукція реалізується окремими партіями. Фірма-реалізатор зацікавлена головним чином у високій прибутковості і максимально швидкій оборотності вкладених коштів. При цьому її можливості щодо регулювання поставок аналогічної продукції обмежені, і, отже, кожна партія повинна розглядатися окремо.

При такому сценарії діяльності ціни, що встановлюються на продукцію, повинні розглядатися головним чином як інструментальний засіб управління збутом і досягнення фінансових цілей підприємства. Відповідно підприємство мусить виробити активну цінову стратегію, що була б орієнтована на вирішення цих задач. Під терміном "активна стратегія ціноутворення" тут розуміється

стратегія, що враховує можливість управління цінами відповідно до цілеспрямованого характеру поведінки сторін, що залучені до процесу реалізації.

Головне місце в роботі приділено активним стратегіям диверсифікації цін за часом, що передбачають оперативне змінення цін у залежності від протікання процесу продажу. Моделі і методи диверсифікації цін за часом досліджені недостатньо, хоча й досить широко використовуються на емпіричному рівні. Аналіз досвіду вітчизняних та зарубіжних фірм дозволяє виділити такі основні напрямки використання стратегії диверсифікації цін за часом:

- упровадження на ринок нової продукції, рівень попиту на яку попередньо не відомий;
- адаптація до мінливого попиту;
- забезпечення підвищеної оборотності коштів або її підтримання на потрібному рівні;
- присутність жорстких часових обмежень щодо періоду реалізації продукції.

Таким чином, стратегії диверсифікації цін за часом можуть бути застосовані до широкого кола практично важливих для підприємств України та країн СНД задач.

3.3. Розроблено методику аналізу і зіставлення різних стратегій ціноутворення на базі принципу стохастичного домінування. Оскільки організації-реалізатору (Продавцю) звичайно невідомі реальні потреби покупців, поставлена вище задача формування активних стратегій Продавця є задачею прийняття рішень в умовах невизначеності. Для її вирішення перш за все повинна бути розроблена методика оцінки різних стратегій. При цьому виникає ряд труднощів, бо критерії прийняття рішень в умовах невизначеності мають суб'єктивний характер.

Як методологічну базу для зіставлення різних стратегій ціноутворення в роботі пропонується використовувати принцип стохастичного домінування, який полягає в наступному. Позначимо стратегію ОПР через S , а множину результатів процесу реалізації (тобто отриману Продавцем виручку або прибуток) через $X = [a, b]$. Розподіл ймовірностей можливих результатів на X , що відповідає стратегії S , будемо описувати інтегральним законом розподілу і позначати $F[S](x)$ чи $F_S(x)$, де $x \in X$. Будемо вважати, що на множині X задана природна структура переваг, тобто результат $x_1 \in X$ вважається більш переважним, ніж результат $x_2 \in X$, якщо $x_2 > x_1$. Тоді

повну інформацію щодо індивідуальних схильностей ОПР дає функція його суб'єктивної корисності (ФК) $u(x)$, $u'(x) > 0$. Функція $u(x)$ має такі властивості:

- $u(x)$ є лінійною на X , якщо Продавець нейтральний до ризику;
- $u(x)$ є випуклою вверх, якщо Продавець відхиляється від ризику;
- $u(x)$ є випуклою вниз, якщо Продавець прагне ризику.

Введемо відношення стохастичного домінування (СД) наступним чином: для будь-яких двох альтернатив ОПР p, q $p \succ q \Leftrightarrow Mu\{p\} > Mu\{q\} \forall u \in U$, де $Mu\{p\}$, $Mu\{q\}$ - очікувані корисності альтернатив p і q , що визначаються за формулою

$$Mu\{S\} = \int u(x) dF_S(x). \quad (1)$$

Відношення СД вимагає завдання ФК лише з точністю до належності до певного класу функцій U . Класи функцій корисності ОПР можна ввести наступним чином: $U_1 = \{ u \mid \forall x \in X u'(x) > 0 \}$ - клас зростаючих на X ФК; $U_2 \subset U_1 = \{ u \mid u \in U_1 \text{ і } \forall x \in X u''(x) < 0 \}$ - клас зростаючих і випуклих вверх ФК, належність ФК класу U_2 інтерпретується як відхилення ОПР від ризику. Відповідно можна говорити про СД першого та другого порядків \succ_i , $i=1,2$. В роботі наведено ряд теорем, що дозволяють зіставляти альтернативи щодо відношення СД.

Якщо для деякої альтернативи S не існує такої альтернативи S' , що $S' \succ_i S$, то альтернатива S є $S(i)$ -недомінуємою, або $S(i)$ -ефективною. Для $i=1$ будемо говорити просто про ефективні альтернативи. Виділення множини ефективних альтернатив аналогічно виділенню множини Парето-оптимальних рішень у задачах багатокритеріальної оптимізації.

При аналізі активних стратегій ціноутворення для різних ситуацій у роботі використовується такий підхід:

- 1) встановлюються умови належності стратегій ОПР до класу ефективних стратегій і досліджуються їх властивості;
- 2) розробляються алгоритми пошуку оптимальних за критерієм (1) (M -оптимальних) стратегій ОПР на множині ефективних стратегій.

Для повноти викладення в ряді випадків наведено також алгоритми синтезу K - і P -оптимальних стратегій, що широко використовуються в задачах стохастичної оптимізації.

3.4. Розроблено математичну модель процесу реалізації партії продукції на обмеженому інтервалі часу. Задача реалізації партії продукції на обмеженому інтервалі часу математично може бути

формалізована як задача оптимального управління марківським процесом з перехідними ймовірностями

$$\mu_{xy}^t(\pi(t)) = \text{Pr} \{ X(t') = y \mid X(t) = x, \pi(t) \} (t' > t) \quad (2)$$

та функціоналом якості

$$w = \sum_{t \in \mathcal{T}} p^*(t) s^*(t) \rightarrow \max, \quad (3)$$

де $X(t)$ - кількість продукції, що знаходиться у Продавця в момент часу t ; $\pi(t)$ - стратегія, що використовується Продавцем; $p^*(t)$ і $s^*(t)$ - відповідно ціна і обсяг реалізованої в момент t продукції, $s^*(t) = X(t') - X(t)$; \mathcal{T} - множина моментів часу, в які потенційно можливий контакт між Продавцем і покупцями.

Структура описання перехідних ймовірностей і стратегії Продавця $\pi(t)$ залежить від характеру поведінки покупців, сценарія діяльності та рівня інформованості ОПР. Можливі два варіанти поведінки покупців:

- пасивна поведінка; в цьому випадку стратегією Продавця є ціна $p(t)$, що встановлюється в момент часу t ; покупець максимізує свою корисність, вибираючи кількість купованої продукції $s(t) \geq 0$;

- активна поведінка, при якій покупці пропонують Продавцю зустрічні варіанти, на яких вони згодні придбавати продукцію. В цьому випадку стратегією Продавця є стартова ціна $p(t)$ і механізм проведення переговорів з покупцями. Задачею аналізу є в цьому випадку виділення множини умов, при яких Продавець мусить приймати пропозиції покупців.

Залежно від рівня інформованості та сценарія діяльності ОПР протікання процесу реалізації продукції за часом також може бути описане різними засобами. В найпростішому випадку множина \mathcal{T} має вигляд $\{1, 2, \dots, N\}$. Така структура може мати місце:

- якщо Продавцю точно відома кількість своїх потенційних покупців, але немає можливості для організації аукціону;

- якщо Продавець має лише оцінку належності кількості покупців інтервалу $[N_1, N_2]$ і послуговується песимістичною оцінкою $N=N_1$;

- якщо заданий директивний строк реалізації продукції T і Продавець може змінювати свою стратегію тільки через фіксовані інтервали часу ΔT ; в цьому випадку $N=T/\Delta T$.

Якщо задано інформацію про належність кількості покупців інтервалу $[N_1, N_2]$, але Продавець не бажає користуватися песимістичною оцінкою, може бути заданий апріорний розподіл ймовірностей кількості покупців. Нарешті, в найбільш складному

випадку множина \mathcal{T} становить відрізок $[0, T]$, а надходження покупців до Продавця описується певним випадковим процесом з функцією розподілу $D(t) = \text{Pr}(\tau < t)$, де τ - інтервал між послідовно надходячими покупцями.

У роботі розглянуто задачу формування активних стратегій Продавця для всіх описаних вище особливостей.

3.5. Одержані умови ефективності і розроблені алгоритми формування активних стратегій ціноутворення для випадку реалізації неподільної партії продукції при різних режимах роботи організації-реалізатора. Як перший етап аналізу загальної задачі вибору цінової стратегії розглядається її окремий випадок, коли партія продукції, що реалізується, є одиничною або неподільною, а множина \mathcal{T} має вигляд $\{1, \dots, N\}$. Така задача має не тільки теоретичний, але й прикладний характер і виникає в тих випадках, коли об'єкт продажу є унікальним (нерухомість, антикваріат, наукові розробки, патенти) або виявляється недоцільним роздрібнення партії продукції, що має Продавець, у зв'язку зі зростанням супутних витрат.

Стратегією Продавця в цьому випадку є послідовність призначуваних ним цін p_i , $i=1, N$. Покупець з номером i придбає продукт, якщо p_i не перебільшує тієї максимальної ціни ξ_i , яку він згоден за нього заплатити (резервованої ціни), $0 < \xi_i < \infty$ $\forall i=1, N$. Справжні значення ξ_i Продавцю невідомі. Вважається, що вони являють собою незалежні, однаково розподілені випадкові величини, що описуються інтегральним законом розподілу $F(p) = \text{Pr}(\xi < p)$.

Внаслідок зроблених припущень розподіл резервованих цін зосереджено на компактi

$$\Gamma = \{ p \in \mathbb{R} \mid \text{Pr}(\xi \in \Gamma) = 1 \wedge \forall \Gamma' \subset \Gamma \text{ Pr}(\xi \in \Gamma') < 1 \}. \quad (4)$$

Перетвореннями стиснення і зсуву компакт Γ може бути зведеним до відрізка $[0, 1]$. Тому будемо вважати $\xi_i \in \Gamma = [0, 1]$.

Оскільки Продавець має тільки одну одиницю продукції, то процес продажу закінчується з першим же покупцем, у якого $\xi_i \geq p_i$. Виграш Продавця w у цьому випадку дорівнює p_i . В протилежному випадку i -й покупець зупиняє участь у процесі продажу. Якщо за N кроків жоден покупець не придбав продукт, то збитки Продавця складають R .

Таким чином, ми маємо багатохідну ігрову ситуацію, в якій стратегією Продавця S є вектор $p_N = (p_1, p_2, \dots, p_N)$. Позначимо $G_N = \{i \mid 1 \leq i \leq N \text{ і } \xi_i \geq p_i\}$. Тоді точка зупинення гри n визначається таким чином:

$$n = \begin{cases} \min \{i | i \in G_N\}, & G_N \neq \emptyset \\ N+1, & G_N = \emptyset \end{cases} \quad (5)$$

Виграш Продавця

$$w = \begin{cases} p_N, & 1 \leq n \leq N \\ R \leq 0, & n = N+1. \end{cases} \quad (6)$$

Розглянемо питання існування ефективних стратегій. Очевидно, для ефективності стратегії S мусить виконуватись вимога $p_i \in \Gamma$ $\forall i=1, N$, тобто ціни p_i повинні бути обмежені діапазоном зміння резервованих цін покупців. Вибором $p_N=0$ Продавець завжди може забезпечити собі гарантований виграш $w=0$. Тому для $i=1, N-1$ повинна крім того виконуватись вимога $p_i > 0$. Стратегію S , що задовольняє цим умовам, назвемо коректною.

У роботі доказано наступне твердження.

Для того, щоб коректна стратегія S була ефективною, необхідно та достатньо, щоб послідовність p_N була незростаючою, тобто виконувалось співвідношення

$$p_1 \geq p_2 \geq \dots \geq p_N. \quad (7)$$

У роботі розглянено задачу вибору конкретної стратегії з множини ефективних стратегій. Для пошуку M -оптимальної стратегії S^* використано метод динамічного програмування і одержано наступну систему рекурентних рівнянь:

$$\begin{cases} v_{N+1}^* = R \\ v_k^* = \max_{p_k} [p_k + F(p_k)(v_{k+1}^* - p_k)], & p_k \in [0, 1] \\ p_k^* = \arg \max v_k, \end{cases} \quad (8)$$

вирішуючи яку послідовно для $k=N, N-1, \dots, 1$, знаходимо S^* . Для пошуку максимуму в (8) доцільно використовувати метод золотого перетину. Показано, що: 1) M -оптимальна стратегія є диверсифікованою за часом, 2) середній виграш Продавця асимптотично прямує до 1 при $N \rightarrow \infty$.

K -оптимальні стратегії створюють параметричну сім'ю прямих $p^* = F^{-1}(\sqrt[N]{\rho})$, що відповідають різним ступеням ризику Продавця ρ . Легко бачити, що при $N \rightarrow \infty$ і $\rho \neq 0$ $\sqrt[N]{\rho} \rightarrow 1$, і $p^* \rightarrow 1$. Таким чином, M - і K -оптимальні стратегії є асимптотично еквівалентними. P -модель критерію оптимальності $Pg(w \geq p_{\min}) \Rightarrow \max$ тривіальним чином приводить до P -оптимальної стратегії $(p_{\min}, p_{\min}, \dots, p_{\min})$, що дозволяє розглядати її як окремий випадок K -оптимальної стратегії з ризиком $\rho = F^N(p_{\min})$.

У випадку активного характеру поведінки покупців на i -му кроці, покупець у відповідь на призначену Продавцем ціну продукту p_i повідомляє свою зустрічну ціну \hat{p}_i , за яку він згоден придбати продукт. У відповідь, можливо, Продавець сповістить покупця своєю переглянuto ціну \hat{p}_i і т.д. аж до досягнення фінальної ціни p_i^* .

Використання принципу стохастичного домінування до цієї грової ситуації дозволяє зробити такі висновки:

- пропозицій слід приймати завжди, якщо $p_i^* > p_{i+1}$;

- у разі відхилення від ризику умов прийняття пропозиції є відоме правило зворотної індукції $p_i^* \geq v_{i+1}$.

Аналогічні результати одержані і для того випадку, коли кількість потенціальних покупців N не відома заздалегідь, а є випадковою величиною з відомим розподілом $v_k = \text{Pr}\{N=k\}$, $\sum_{k=1}^{\infty} v_k = 1$. (Вважається, що кількість потенціальних покупців скінчена і $\exists M < \infty$, $\text{Pr}\{N \leq M\} = 1$). Стратегією Продавця в цьому разі є вектор $S = (p_1, p_2, \dots, p_M)$. У роботі доведено справедливості наступного ствердження: для того, щоб коректна стратегія S була $S(2)$ -ефективною, необхідно, щоб послідовність p_M була незростаючою, тобто виконувалось співвідношення

$$p_1 \geq p_2 \geq \dots \geq p_M. \quad (9)$$

У роботі одержані алгоритми синтезу M -, K - і P -оптимальних стратегій для цієї задачі, що аналогічні розглянутим вище.

У попередніх задачах інформація про кількість потенціальних покупців була задана априорно, тобто вважалось, що уявлення Продавця про кількість майбутніх покупців не змінюється за часом. Щоб врахувати фактор часу, надходження до Продавця покупців можна описати як випадковий процес.

Нехай T - заданий строк реалізації продукту, а процес надходження до Продавця покупців описується однорідним пуассонівським процесом $\xi(t)$, причому $\xi(t)$ дорівнює нулю, якщо в момент t покупець відсутній, а в протилежному випадку $\xi(t)$ являє собою резервовану ціну покупця, що з'являється в момент часу t . Стратегією Продавця S у цьому випадку є функція $p(t)$ - ціна, що призначає Продавець в момент часу t при умові, що до цього моменту продукт ще не реалізований. Точкою припинення гри t_0 буде перший момент стрибка процесу $\xi(t)$ такий, що $\xi(t_0) \geq p(t_0)$, і виграш Продавця в цьому разі буде дорівнювати $p(t_0)$. Умови ефективності стратегій Продавця є аналогічними раніш одержаним і для цієї

моделі, що становить наступне твердження.

Для того, щоб стратегія S була ефективною, необхідно та достатньо, щоб функція $p(t)$ була незростаючою, тобто

$$t_1 < t_2 \quad (t_1, t_2 < T) \Rightarrow p(t_1) \geq p(t_2). \quad (10)$$

M -оптимальна стратегія Продавця для цієї моделі може бути одержана рішенням такого диференціального рівняння Ейлера:

$$\frac{\partial v}{\partial u} = Q'(u)(v-u) - Q(u) = 0, \quad (11)$$

де $u=p(\tau)$ ($\tau=T-t$), $Q(\cdot)=1-F(\cdot)$, $v(\tau)$ - очікуваний виграш Продавця на інтервалі $[T-\tau, T]$, що описується рівнянням динаміки $\frac{dv(\tau)}{d\tau} = -\lambda Q(u)v(\tau) + \lambda Q(u)u$. Для будь-якого конкретного розподілу резервованих цін $Q(u)$ (11) є алгебраїчним рівнянням, звідки оптимальне управління u^* можна виразити як функцію від v . Підставивши далі $u^*(v)$ у рівняння динаміки для $v(\tau)$ і проінтегрувавши його при граничній умові $v(0)=0$, можна одержати u і v як функції від часу. Зокрема, для рівномірного $U(0,1)$ розподіл резервованих цін покупців $p^*(\tau) = (\lambda\tau+2)/(\lambda\tau+4)$, $v^*(\tau) = \lambda\tau/(\lambda\tau+4)$, де λ - інтенсивність пуасонівського процесу. Для загального випадку розроблені чисельні методи. Одержані також алгоритми синтезу P - і K - оптимальних стратегій.

Відзначимо, що оскільки розроблені методи дозволяють виразити виграш Продавця як функцію від часу, можливе рішення зворотної задачі: визначити інтервал часу, який буде достатнім для одержання заданого виграшу. Це дає Продавцю можливість ефективно регулювати оборотність коштів.

3.6. Розроблені методи формування активних стратегій ціноутворення для загального випадку реалізації довільно подільної партії продукції. Для формалізації найбільш загальної задачі реалізації довільно подільної партії продукції використано марківську модель (2)-(3). Вважається, що процес продажу відбувається в дискретному часі при фіксованій кількості кроків $N=T/\Delta T$. Споживчий попит описується величинами $s_k(p)$, що задають імовірності реалізації k одиниць продукції за ціною p за час ΔT .

Стратегія Продавця в цьому випадку є адаптивною і залежить не тільки від часу, але й від стану, в якому Продавець опиняється на i -му кроці: $S = \{p_i^j\}$, де p_i^j - ціна, що встановлена Продавцем на i -му кроці при умові $X(i)=j$. В роботі доведено, що необхідною та достатньою умовою ефективності стратегії Продавця для цієї моделі є вимога

$$p_1^j \geq p_2^j \geq \dots \geq p_N^j \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, L\}, \quad (12)$$

де L - обсяг партії продукції, що реалізується. Розроблено алгоритм пошуку M -оптимальної стратегії Продавця. Розглянуті умови прийняття пропозицій при активному характері поведінки покупців. Одержані аналітичні співвідношення можуть бути використані для планування оптових знижок на продукцію, що реалізується.

3.7. Визначені вимоги до інформаційного та математичного забезпечення процедур ціноутворення.

Практична реалізація запропонованих методів ставить високі вимоги до інформаційного та математичного забезпечення процедур ціноутворення. Тому уявляється найбільш доцільним реалізація розроблених методів і алгоритмів у рамках комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень у галузі ціноутворення (ППРЦ), інтегрованої в загальну інформаційну систему підприємства. При створенні системи ППРЦ повинні бути вирішені наступні задачі:

- вибір джерел інформації;
- реалізація збору, накопичення, відновлення і статистичної обробки інформації;
- створення імітаційної моделі ринку;
- реалізація діалогу з ОПР, зокрема виявлення й аналіз його переваг та суб'єктивної інформації;
- організація контролю за реалізацією прийнятих рішень;
- організація оперативної корекції прийнятих рішень на базі уточнених даних.

В роботі розглянуто шляхи вирішення цих задач на прикладі розробленої автором системи ППРЦ. Аналізуються різні джерела повторної та первинної інформації (урядові статистичні дані, дані незалежних статистичних і маркетингових служб, рекламна інформація, результати опитувань споживачів, комерційні комп'ютерні мережі і т.д.). Розглянуто різні моделі і методи статистичної обробки цих даних.

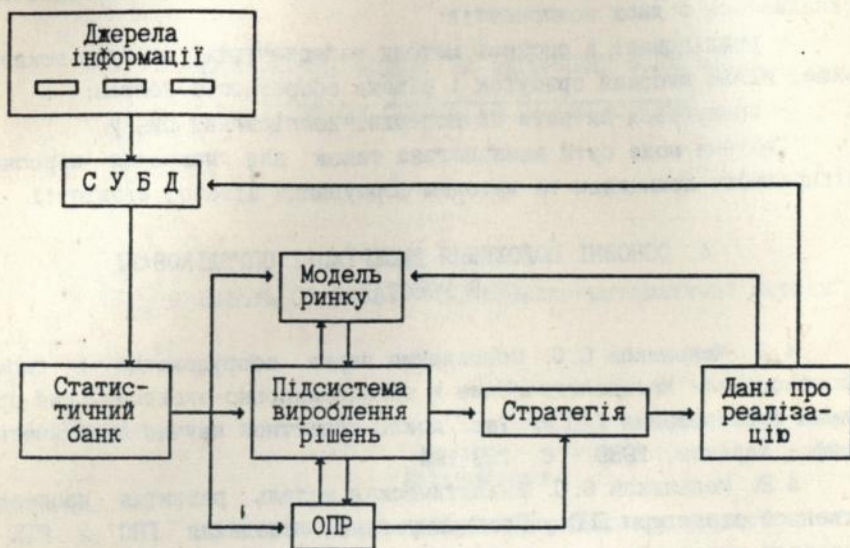
3.8. Визначено структуру і розглянуто функціонування автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у галузі ціноутворення. В роботі розглянуто схему формування стратегій ціноутворення з використанням системи ППРЦ, яка схематично зображена на мал. 1.

Найбільш істотними алгоритмічними компонентами системи є:

- статистичний банк, тобто модуль статистичного аналізу апіорної (повторної та первинної) і оперативної інформації, що надходить;
- модуль діалогу з ОПР, що призначений для встановлення його

переваг і аналізу суб'єктивної інформації;

- підсистема вироблення рішень, що реалізує безпосереднє планування цін за розробленими в дисертації алгоритмами.



Мал. 1. Схема прийняття рішень по ціноутворенню з використанням системи ППРЦ

Система дозволяє користувачу працювати в двох режимах:

- імітаційному - для навчання ОПР, прогнозування результатів діяльності фірми за схем "що-якщо", оцінки доцільності укладення контрактів на поставку фірми продукції і

- реальному - для фактичного управління збутом продукції і аналізу оперативної інформації, що надходить.

Для реалізації статистичної обробки інформації в системі використано ряд методів регресивного, інтервального та комбінованого аналізу даних. Вибір конкретного методу здійснюється залежно від рівня інформованості ОПР на момент прийняття рішення. На базі існуючої апріорної інформації створюється модель ринку і формується базова стратегія. В процесі стеження за її реалізацією здійснюється корекція моделі ринку та раніш обраної стратегії. Реалізовано діалог з ОПР з метов ідентифікації його функції корисності й аналізу суб'єктивної інформації. Розглянути

використані в системі структури даних, а також особливості її програмної реалізації.

Оскільки в процесі експлуатації системи ППРЦ уточнюється попередня інформація про ринок, економічний ефект її використання складається з двох компонентів:

- реалізовані в системі методи забезпечують, як було показано вище, більш високий прибуток і рівень оборотності коштів;
- знижуються витрати на попередні дослідження ринку.

Система може бути використана також для навчання персоналу підприємств принципам та методам формування цінової стратегії.

4. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ:

4.1. Мельников О.С. Обновление парка оборудования в гибком производстве / Методологические и организационно-экономические проблемы формирования ГАП // Тез. докл. областной научно-практической конф. - Харьков, 1989. - С. 193-194.

4.2. Мельников О.С. Аналитическая модель развития производственной структуры ГПС / Прогнозирование создания ГПС и РТК в условиях интенсификации производства // Тез. докл. I Всесоюзной научно-технической конф. - Киев, 1990. - С. 51-53.

4.3. Мельников О.С. Алгоритм распределения производственной программы по календарным периодам // Вестник Харьковского политехнического института. - 1992. - №2. Техническая кибернетика и ее приложения. - Выпуск II. - С. 27-30.

4.4. Мельников О.С. Эффективные стратегии реализации продукции на ограниченном интервале времени / Бизнес и наука // Тез. докл. международной научно-технической конф. - Харьков: ХИВД, 1992. - С. 17-18.

4.5. Костенко Ю.Т., Раскин Л.Г., Мельников О.С. Деловая игра "MarketQuest" / Тамо ж. - С. 45-46.

4.6. Заруба В.Я., Мельников О.С. Математическое и программное обеспечение процедур формирования адаптивных стратегий ценообразования / Компьютер: наука, техника, технология, здоровье // Тез. докл. международной научно-технической конф. - Харьков: ХПИ, 1993. - С. 243.

4.7. Мельников О.С. Синтез эффективных стратегий ценообразования в двусторонних динамических торгах / Тамо ж. - С. 248.

Мельник

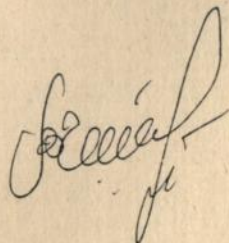
МЕЛЬНИКОВ ОЛЕГ СТАНІСЛАВОВИЧ

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ФОРМУВАННЯ
АКТИВНИХ СТРАТЕГІЙ ЦІНОУТВОРЕННЯ

Спеціальність 08.00.13 - "Економіко-математичні методи"

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

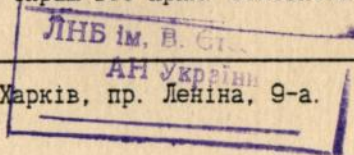
Відповідальний за випуск
к.е.н., проф.



В. В. Чубук

Підписано до друку 21.02.94 Формат 60x84 1/16. Друк офсетний.
Папір друкарський. Обсяг 1,0 д. а. Тираж 100 прим. Замовлення N 28
Безкоштовно

Ротапінт ХІЕІ. 310001, Харків, пр. Леніна, 9-а.



462752

AB 29.944