

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»**

Ткаліченко Сергій Володимирович

УДК 519.86:[339.14:005.936.41]

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В
ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМАХ
(НА ПРИКЛАДІ ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ)**

*Спеціальність 08.00.11 – Математичні методи, моделі та інформаційні технології
в економіці.*

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Київ - 2009

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Торгівля, що представляє собою сферу обігу, є однією з найбільш динамічних галузей народного господарства. У “Концепції розвитку внутрішньої торгівлі України” (постанова Кабінету Міністрів України № 1449 від 20.12.97), зокрема, зазначається, що для удосконалення управління торгівлею необхідно підвищувати ефективність управління товарними запасами, покращувати інформаційне та математичне забезпечення управління торговими процесами.

Аналіз проблеми управління товарними запасами сучасного торгового підприємства багато у чому став можливим завдяки підходу до підприємства, як до активної системи. Щодо підходів та методів досліджень, теорія активних систем, яка розвивається відомими російськими вченими Бурковим В.М., Новіковим Д.О. та іншими, тісно пов'язана з такими розділами теорії управління соціально-економічними системами: теорія ієрархічних ігор (або інформаційна теорія ієрархічних систем) - наукова школа М.М.Моїсєєва і Ю.Б.Гермейєра, засади якої розвивають Ф.І.Єрешко, А.Ф.Кононенко, В.В.Федоров; програмно-цільове планування (К.А.Багріновський, В.Л.Макаров, Г.С.Поспелов, О.П.Суслов, В.А.Іріков та ін.); теорія управління проектами (В.І.Воропаєв, Д.І.Голенко-Гінзбург та ін.); теорія контрактів, що досліджує проблеми стимулювання в умовах невизначеності тощо.

Ринки товарів народного споживання являють собою складну економічну систему, що має певні особливості, зокрема, обумовлені споживчими властивостями різноманітних товарних груп. Специфічною товарною групою на ринку споживчих товарів є побутова техніка, зокрема тому що вона відноситься до категорії товарів довготривалого вжитку. Соціальний аспект побутової техніки як товару пред'являє підвищені вимоги до якості таких товарів, відносно великого гарантійного періоду експлуатації, відповідності пропозиції щодо попиту, а, отже, до ефективних стратегій і методів управління товарними запасами побутової техніки, які можуть бути більш якісно розроблені шляхом використання інструментарію економіко-математичного моделювання.

Теоретичні і практичні аспекти проблеми, що досліджується, знайшли відображення в роботах відомих вчених: Ф. Харріса, К. Стефанік-Алмейєра, К. Андлера, Р.Уілсона, Дж. Букана, Е.Кенігсберга, П. Зерматі, П. Мілгрона, Дж. Роберта, Кудрявцева Б.М., Хруцького Е.А., М.Д. Виноградського, Ю.І. Рижикова, В.І. Сергєєва, А.М. Гаджинського, Волковича В.Л., Галіцина В.К., Михалевича В.С., Касьянова В.О., Заруби В.Я., Суміна В.А., Шарапова О.Д., Наконечного С.І., Суслова О.П., Клименюка М.М., Черняка О.І., Краснікової Л.І. та інших.

Дослідження і вирішення низки проблем, пов'язаних із управлінням товарними запасами та їх розподілу в ієрархічних системах на підґрунті застосування економіко-математичного моделювання залишаються актуальними, що й обумовило вибір теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт ДВНЗ "Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана" (тема: "Математичне моделювання економічних систем і процесів в умовах невизначеності

та конфлікту: проблеми теорії та практики", № 0106V001804 державної реєстрації). В межах даної теми особисто автором досліджено проблеми розподілу ресурсів в ієрархічних системах, зокрема проблеми управління запасами в торговельних мережах.

Мета і задачі дослідження. *Метою наукового дослідження є розробка економіко - математичних моделей та науково обґрунтованих рекомендацій для підвищення ефективності системи управління товарними запасами та їх розподілу в торговельному підприємстві.*

Реалізація поставленої мети обумовила необхідність вирішення таких *задач*:

- проаналізувати сутність як класичних, так і новітніх концептуальних підходів, математичних моделей та систем управління запасами;
- дослідити структуру та механізми функціонування сучасного розгалуженого торгового підприємства на підґрунті адекватних математичних моделей теорії активних систем з метою підвищення ефективності управління запасами;
- сформулювати методологічні положення та побудувати математичні моделі щодо розподілу товарних запасів і підтримки їх раціонального рівня в мережевих торговельних системах;
- розробити концептуальні положення щодо визначення цінової стратегії центру при розподілі товарів на основі неокласичної мультиплікативної функції та оцінки відповідних ризиків;
- проаналізувати сутність стимулювання, як мотивуючого фактору підвищення ефективності управління товарними запасами та побудувати математичні моделі, які адекватно враховують вплив чинників стимулювання на ефективність функціонування ієрархічної торговельної системи;
- розробити методичні положення щодо розбудови існуючих інформаційних систем управління запасами та їх розподілу в ієрархічних системах з використанням відповідного програмного забезпечення, побудованого на основі запропонованих математичних моделей.

Об'єктом дослідження є система управління товарними запасами на торгових підприємствах України.

Предмет дослідження – методологія та інструментарій економіко-математичного моделювання системи управління товарними запасами.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційної роботи методологічним підґрунтям стало застосування системного аналізу, комплексного підходу, що базується, з одного боку, на принципах економічної теорії, а з іншого – на концептуальних засадах економіко-математичного моделювання процесів в економічних системах. Для аналізу торгового підприємства як ієрархічної економічної системи використовується теорія активних систем, підґрунтям для побудови механізмів розподілу ресурсів в економічних системах і врахування притаманних таким системам ризиків слугує теорія контрактів та відповідні моделі теорії активних систем. Стимулювання в ієрархічних економічних системах розглядається як основний мотивуючий фактор для оптимізації управління та розподілу торгових запасів. Для визначення відповідного рівня стимулювання торгових представників використовуються статистичні методи, кореляційний аналіз,

теорія нечітких множин. Обробка даних здійснювалася з використанням пакету EXCEL для Windows, пакети програм MATLAB, STATGRAFICS, SAS, SPSS тощо.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні результати, отримані автором дисертації, що складають наукову новизну, полягають в розробці концепції, математичних моделей щодо аналізу та управління розподілом ресурсів (торгових запасів) в ієрархічних торговельних системах.

В межах дисертаційної роботи
вперше:

- запропоновано та обґрунтовано концептуальні положення застосування інструментарію теорії активних систем, на підґрунті якої розроблено математичні моделі управління товарними запасами в ієрархічних системах з урахуванням невизначеності, яка зумовлена, зокрема, проявами активності та конфліктності елементів системи;
- розроблено відповідну систему економіко-математичних моделей оптимізації обсягу товарних запасів торгових агентів шляхом врахування в моделях механізмів стимулювання;

удосконалено:

- існуючі математичні моделі розподілу ресурсів на засадах теорії активних систем шляхом адаптації їх до вимог торговельної мережі. На відміну від існуючих підходів запропоновано використання комбінованих механізмів розподілу з метою зниження ступеня ризику нелояльності агентів щодо центру;
- математичну модель управління товарними запасами з використанням математичного апарату мереж Петрі, що на відміну від існуючих математичних моделей та відповідних алгоритмів більш адекватно описують паралельні процеси в системах управління;
- математичні моделі управління запасами в торговельних мережах, які на відміну від існуючих враховують вплив асиметричності інформованості окремих ланок торговельної мережі (центру та агентів);

дістали подальшого розвитку:

- концепція розгалуженого торгового підприємства, яку пропонується подати як ієрархічну систему з частковою "свободою" елементів, що дозволяє задачу управління торговельними запасами інтерпретувати як задачу багатокритеріального вибору;
- існуючі механізми раціонального розподілу обмежених ресурсів шляхом використання у відповідних математичних моделях неокласичної мультиплікативної функції, з врахуванням цінової стратегії підприємства та економічного стимулювання агентів торгової мережі.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані автором концептуальні положення та економіко-математичні моделі дозволяють підвищити ефективність систем управління запасами в торгових мережах.

Концептуальні підходи, створені на їх основі економіко-математичні моделі та отримані результати можуть використовуватись:

- торговельними підприємствами, які побудовані за ієрархічним принципом для підвищення ефективності управління товарними запасами та каналами їх розподілу;
- торговельними підприємствами для визначення необхідного рівня стимулювання агентів з урахуванням дефіциту товарного ресурсу;
- підприємствами, які займаються розподілом як дискретного, так і неперервного ресурсу: водоканалами, транспортними мережами, сервісними та ремонтними підприємствами тощо.

Результати дослідження набули практичного впровадження в діяльність двох великих торговельних підприємств: ТОВ «Універсалпромсервіс»- мережі магазинів Криворізького регіонального представництва фірми «Фокстрот – техніка для дому» (довідка № 15 від 20.04.2007 р.), фірми «Атлант - Сервіс – Люкс» - мережі магазинів по продажу побутової техніки (довідка № 45/33 від 18.05.2007 р.), та ТОВ «Авторемпобутбуд» - підприємства по ремонту та обслуговуванню автомобільної техніки (довідка № 18/11 від 18.09.2007 р.). Окремі положення дослідження використовуються в процесі викладання дисциплін "Економіко-математичне моделювання", "Інформаційні системи і технології в менеджменті", "Ризикологія" в Криворізькому економічному інституті ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» (довідка №3 від 02.09.2007 р.).

Аналітичні та методичні матеріали дисертації можуть бути використані в навчальному процесі економічних факультетів ВНЗ при викладанні дисциплін «Ризикологія», «Моделювання економіки» та інших.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійного наукового дослідження. Теоретичні узагальнення, концептуальні положення, економіко-математичні моделі, висновки, рекомендації одержані автором самостійно на основі проведеного дослідження стосовно ефективності управління товарними запасами на підприємствах роздрібної торгівлі. Аналітична частина роботи виконана на основі обробки звітних даних торговельних підприємств.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися на низці конференцій, зокрема: всеукраїнській науково-практичній конференції «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті» (м. Кривий Ріг, КЕІ КНЕУ, 2002р.), міжвузівській науково-практичній конференції «Проблеми економічної освіти і науковий прогрес» (м. Кривий Ріг, КТУ, 21.11.2003р.), II міжнародній науково-практичній конференції «Динаміка наукових досліджень» (Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економічної освіти і науковий прогрес» (м. Кривий Ріг, КТУ, 24.11.2006р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 8 публікаціях загальним обсягом 2,52 друк.арк. (з них особисто автору належить 2,21 друк.арк.), з яких 4 статті надруковані в наукових фахових виданнях обсягом 1,78 друк.арк. (з них особисто автору належить 1,67 друк.арк.).

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Робота нараховує 165 сторінок друкованого тексту, містить 6 таблиць на 3 сторінках, 21

рисунок на 8 сторінках та 10 додатків на 12 сторінках. Список використаних джерел налічує 170 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, визначено зміст апробації результатів дисертації.

У **розділі 1 "Теоретичні основи управління запасами в умовах невизначеності"** висвітлено сутність матеріально-товарних запасів як економічної категорії та їх значення, досліджено проблеми управління запасами, їх місце в управлінні підприємством та існуючі підходи до управління запасами.

Виявлено, що товарні запаси торгових підприємств представляють основну питому вагу у вартості активів, є основним джерелом поповнення власних засобів і разом з тим, товарні запаси є основною проблемою щоденного контролю. Проаналізовано існуючі системи управління запасами, проведено аналітичний огляд розвитку систем управління запасами та математичних моделей їх реалізації, виявлено їх переваги та недоліки. Зроблено висновок про недостатність використання класичних моделей управління запасами з огляду на їх детерміністичний характер, складність розподілу ресурсів в мережевих системах на основі яких побудована значна частина сучасних торговельних підприємств, а також зважаючи на стохастичний характер попиту в ринкових умовах. Зокрема, обґрунтовано необхідність логістичного підходу до розподілу та збереження оптимального обсягу торговельних запасів на торговельних підприємствах, побудованих за такою організаційною структурою.

Зазначимо, що особливим аспектом у процесі вирішення цієї проблеми є побудова математичних моделей управління торговельними запасами, які враховують певну свободу елементів торгової мережі, їх власні інтереси і систему пріоритетів.

Як підґрунтя для побудови моделей управління товарними запасами запропоновано використовувати теорію активних систем, яка вивчає механізми функціонування ієрархічних систем в умовах невизначеності обумовленої проявами активності учасників (елементів) системи.

У загальному вигляді модель управління активною системою можна подати у вигляді:

$$\eta^* = \text{Arg max}_{\eta \in U} K(\eta) = \{\eta \in U | \forall v \in U, K(\eta) \geq K(v)\},$$

де $K(\eta) = \Phi(\eta, G(\eta))$ - оцінка ефективності управління системою; $\eta \in U$ - управляючі дії з допустимої множини значень U ; $y = G(\eta)$ - дії активного елемента (АЕ), що належать множині допустимих дій $y \in A$.

Сукупність суб'єктів і об'єктів, які є елементами системи задають склад активної системи. Допустимі множини станів (стратегій) учасників активної системи відображають загальні обмеження зумовлені зовнішнім середовищем, технологіями тощо.

Економіко-математичні моделі побудовані на основі теорії активних систем знаходять застосування для розв'язування широкого кола задач управління в ієрархічних системах.

Рішення задач підвищення ефективності управління підприємством в цілому неможливе без застосування сучасних обчислювальних систем і програмних комплексів. Як показує практика, пряма автоматизація існуючих методів управління підприємством не завжди дає належний ефект. Необхідна їх адаптація до сучасних умов, інтеграція відповідних програмних модулів в діючі системи управління, у тому числі і управління запасами.

У розділі 2 «Комплекс моделей управління запасами в активних системах з урахуванням стимулювання» присвячено розробці комплексу моделей управління товарними запасами в ієрархічних системах, механізмів розподілу запасів з урахуванням активності елементів мережі та стимулювання як основного мотивуючого фактора для ефективного функціонування системи в цілому.

Власне, ієрархічна система управління товарними запасами та їх потоками в дисертації розглядається як дворівнева ієрархічна система обміну між центром (верхній рівень ієрархії) та активними елементами (агентами) системи на нижньому рівні ієрархії. Центр (головний офіс торгового підприємства, підприємство-виробник) виділяє активним елементам (представництвом, дилерам, посередникам тощо) певну кількість товарних запасів за узгодженою з ними ціною, а в обмін одержує гроші, або інші ресурси. Іншими словами, задачу розподілу ресурсів можна представити як окремий випадок задачі обміну. Варіації об'єму та ціни у разі обміну визначають множину альтернатив, яку можна розглядати як вектор евклідового простору.

Характерно, що принципово такі системи відрізняються певною «свободою» елементів нижніх рівнів ієрархії, а саме, можливістю вибору ними альтернативи, або відмовою від будь яких дій, аж до відмови щодо взаємодії з центром. Виникає поняття «стимулювання» яке слугує головним важелем впливу центру на економічну мотивацію агентів. Під стимулюванням ми розуміємо комплексну цілеспрямовану зовнішню дію на діяльність керованої системи.

Стратегією агента є вибір дії $y \in A$, яка належить множині допустимих дій A . Змістовно дією агента може бути обсяг виробленої або проданої продукції, вибір цінової стратегії для збільшення продаж тощо. Множиною допустимих дій агента є набір альтернатив, з яких він обирає, на його погляд оптимальну. Стратегією центру є вибір функції стимулювання $\sigma \in M$, яка ставить у відповідність дії y агента деяке невід'ємне винагородження, яке виплачується йому центром: $\sigma: A \rightarrow \mathfrak{R}_1^+$.

Вибір агентом дії $y \in A$ визначає функції витрат агента $c(y)$ і доходу центра $H(y)$. Структура і вигляд цих функцій досліджувалися багатьма авторами. Для агента його цільову функцію задамо, як різницю між стимулюванням і витратами (1), а для центру – як різницю між доходом і витратами центру на стимулювання (винагороду), що виплачується агенту (2):

$$f(y) = \sigma(y) - c(y), \quad \sigma(y) \in M(y), \quad (1)$$

$$\Phi(y) = H(y) - \sigma(y), \quad \sigma(y) \in M(y), \quad (2)$$

де $M(y)$ - множина значень функцій стимулювання, яких вони набувають для фіксованої дії $y \in A$.

Цільова функція центра залежить від дій, які вибирає агент. Множина дій агента, що забезпечують максимум його цільової функції на множині допустимих рішень визначається співвідношенням:

$$\mathfrak{R}(\sigma(y_f^*)) = \text{Arg max}_{y \in A} \{\sigma(y) - c(y)\} = \{y_f^* \mid \sigma(y_f^*) - c(y_f^*) > \sigma(y) - c(y), \forall y \in A\}. \quad (3)$$

Центр повинен знайти функцію стимулювання, яка максимізувала б його власну цільову функцію. Оскільки множина $\mathfrak{R}(\sigma)$ може містити більше однієї дії (елемента) то вибір одного з них здійснюється з позиції гіпотези доброзичливості, а саме, тієї дії, яка найбільш сприятлива для центру:

$$\Phi(\sigma(y_\Phi^*)) = \max_{y \in P(\sigma)} \Phi(y). \quad (4)$$

Тоді оптимальним буде закон стимулювання $\sigma(y_{f,\Phi}^*)$, який визначається співвідношенням $\sigma(y_{f,\Phi}^*) = \arg \max_{\sigma \in M} \Phi(\sigma(y_\Phi^*))$.

В такій постановці задачі функція $H(\cdot)$ доходу центру – ввігнута (властивість спадаючої граничної корисності), функція $c(\cdot)$ витрат агента – опукла (граничні витрати збільшуються зі зростанням дії), стимулювання не може перевищувати дохід, який одержує центр від діяльності агента. Область обмежену графіками функцій $H(\cdot)$ і $c(\cdot)$ назовемо областю компромісу (рис.1), якій і належить множина допустимих рішень. Як відомо, оптимальним буде рішення, що належить відрізку АВ (максимальний за довжиною переріз області допустимих рішень прямими, перпендикулярними осі абсцис).

З точки зору агента стимулювання, як інструмент підвищення економічної активності, не може бути меншим, ніж його витрати. Змістовно це означає, що агенти, які вибрали оптимальний обсяг торгових запасів y^* (план агента, бажаний з точки зору центру), отримують певну надбавку δ (рис.1), а агенти, замовлення яких було, скажімо, більшим, тобто “про запас”, загальмували свій торговий оборот та отримують тільки компенсацію своїх витрат. Точковий закон стимулювання в такому випадку набуває вигляду:

$$\sigma(y^*) = \begin{cases} c(y) + \delta, & y = y^* \\ c(y), & y \neq y^* \end{cases}$$

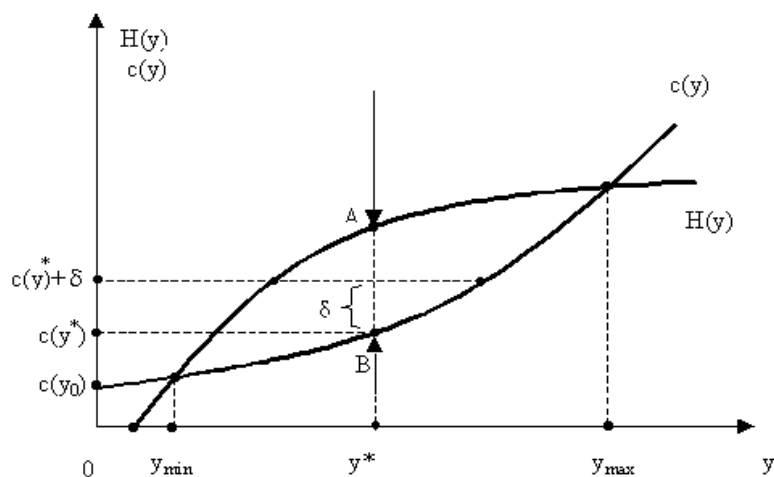


Рис. 1. Інтерпретація точкового закону стимулювання

Недоліком такої системи стимулювання, на нашу думку, є те, що воно є точковим, тобто стимулювання проводиться тільки при виборі агентом відповідної раціональної дії. На практиці стимулювання може проводитись у певному інтервалі за лінійним (рис.2) чи нелінійним (рис.3) законом. В дисертації розроблені відповідні моделі та методика побудови інтервалів стимулювання.

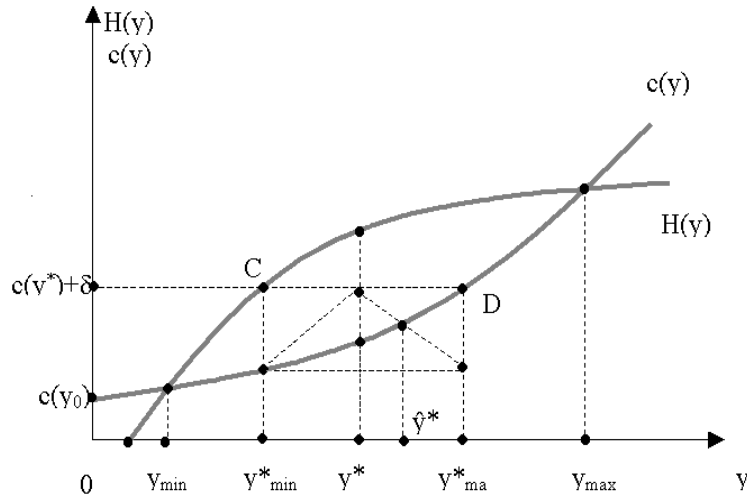


Рис. 2. Інтерпретація лінійного закону стимулювання

На рис. 2. точка С визначає рівень замовлення, коли центр не отримує прибутку, а точка D - рівень замовлення, коли агенту не вигідно працювати при фіксованій надбавці δ . Тобто область $[y_{min}^*; y_{max}^*]$ - інтервал допустимого відхилення від оптимального рівня замовлення y^* (надалі інтервал стимулювання).

У разі використання лінійного закону величина стимулювання визначається співвідношеннями:

$$\sigma(y, \delta) = \begin{cases} c(y), & y < y_{min}^* \\ z \cdot y - z \cdot y_{min} + c(y_{min}), & y_{min}^* \leq y < y^* \\ -z \cdot y + m, & y^* \leq y < \hat{y}^* \\ c(y), & y \geq \hat{y}^* \end{cases}$$

$$\text{де } z = \frac{H(y_{min}^*) - c(y_{min}^*)}{y^* - y_{min}^*}, \quad m = z \cdot y^* + H(y_{min}^*), \quad -z \cdot y + m = \frac{y^2}{2 \cdot y^*},$$

$$y_{max}^* = -y^* \cdot z \pm \sqrt{(y^* \cdot z)^2 + 2 \cdot m \cdot y^*}.$$

Для ситуацій, коли з наближенням до оптимального значення необхідний більш динамічний ріст обсягу стимулювання, ми пропонуємо та обґрунтуємо використання нелінійного закону стимулювання (рис.3).

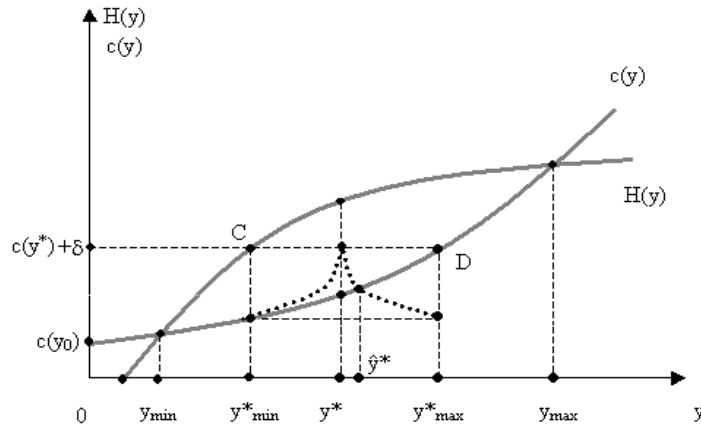


Рис. 3. Інтерпретація нелінійного закону стимулювання

При використанні нелінійного закону стимулювання, його величина визначається співвідношеннями:

$$\sigma(y) = \begin{cases} c(y), & y < y_{\min}^* \\ e^{\nu \cdot y}, & y_{\min}^* \leq y < y^* \\ e^{(\hat{y}^* - \nu \cdot y)}, & y^* \leq y < \hat{y}^* \\ c(y), & y > \hat{y}^* \end{cases},$$

$$\text{де } \nu = \frac{\ln(H(y_{\min}^*) - \ln(c(y_{\min}^*)))}{y^* - y_{\min}^*},$$

$$H(y_{\min}^*) \neq 0, \quad c(y_{\min}^*) \neq 0.$$

Очевидно, що основним питанням у практиці встановлення обсягу стимулюючих дій в різних умовах залишається задача відшукування значення δ .

Якщо центру відома цінова політика агентів, то відшукування значення δ пропонується здійснювати з позиції функції корисності центру. Нехай $\lambda_w = k_1 \cdot \lambda$, $\lambda_r = k_2 \cdot \lambda$, де λ - оптова ціна закупівлі товару центром, λ_w - внутрішня ціна реалізації товару агентам, λ_r - роздрібна ціна реалізації товару, k_1, k_2 - коефіцієнти торгової надбавки центру та агента. Тоді

$$y_{\min}^* = \frac{y^* \cdot \lambda \cdot (k_1 + 1) - c(y^*)}{\lambda \cdot (k_2 - k_1)},$$

і варіюючи коефіцієнти k_1, k_2 , центр змінює інтервал $[y_{\min}^*; y_{\max}^*]$ (рис.2) стимулювання, спонукаючи агента до контракту з оптимальною для центру дією y^* .

Знаючи розвиток ситуації в попередніх періодах та аналізуючи накопичену інформацію, власне, дані про залежність кількості продаж від величини стимулюючих дій за попередні періоди, запропоновано побудову функції регресії, яка дозволяє оцінити обсяг стимулювання, що забезпечує бажану величину продаж.

В умовах, коли інформації для аналізу та знаходження розподілу ймовірності не вистачає або вона відсутня, задачу побудови інтервалу стимулювання і

оцінювання його величини пропонується розглядати з позиції теорії нечітких множин, де інтервал $[y_{\min}; y_{\max}]$ (рис.2) доречно розглядати як універсальну множину.

В розділі 3 «Моделювання обсягів замовлень та рівня товарних запасів в торгових мережах» проаналізовано структуру діючих торгових підприємств, розроблено концептуальну схему оцінки управління запасами та прийняття рішень щодо розподілу товарного потоку з урахуванням можливого маніпулювання величиною заявок агентів.

Проведено аналіз ефективності систем управління запасами реальних торгових підприємств і виявлені їх недоліки. Наводяться приклади неадекватного співвідношення між рівнем замовлення та продаж телевізорів в Криворізькому регіональному представництві фірми «Фокстрот – техніка для дому» (рис.4). Спостерігаються значні нереалізовані запаси телевізорів, що вказує на значне «перезамовлення», власне, «омертвлення» обігових коштів та збільшення витрат на зберігання товару. В дисертації обґрунтовано необхідність знаходження оптимального управління рівнем запасів як задачі багатокритеріального вибору, де ціна, кількість товарів та обсяг стимулювання слугують критеріями моделі.

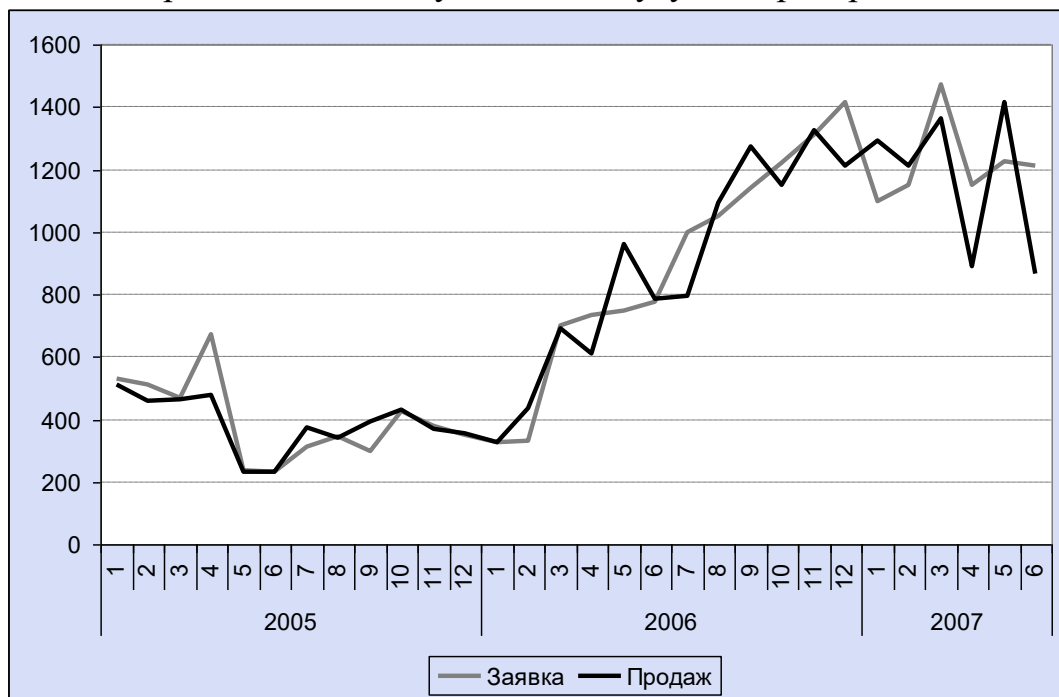


Рис. 4. Співвідношення обсягу заявок та продажів телевізорів в 2005-2007 р.

Ефективність застосування розроблених моделей базується на використанні засобів автоматизованої обробки відповідних даних. Для побудови програмного комплексу щодо управління використовується математичний апарат мереж Петрі, який дозволяє досить адекватно описувати паралельні процеси в ієрархічних системах. На рис.5. та рис.6. показані відповідні узагальнені схеми ресурсного потоку в системі, та контролю рівня запасів в термінах апарату мереж Петрі.

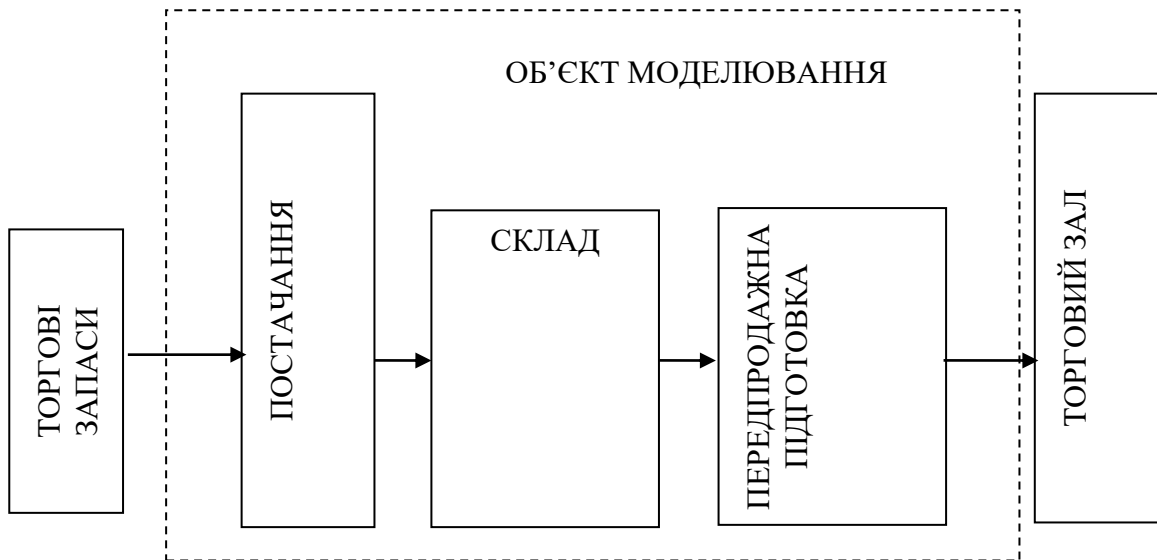


Рис. 5. Узагальнена блок-схема моделі ресурсного потоку торгової системи.

Мережа Петрі задається п'ятіркою $N = (P, T, F, H, M_0)$. Тут $P = \{p_1; p_2; p_3; p_4\}$ – множина позицій (місць), де позиція p_4 здійснює контроль рівня поповнення запасів, p_3 запобігає перенасиченню матеріальних ресурсів, а p_1 та p_2 регулюють матеріальні потоки (рис.6). Для збалансування потоків матеріальних ресурсів слугує множина переходів $T = \{t_1; t_2; t_3\}$, де t_1 – контроль поповнення запасів; t_2 – контроль проходження матеріальних запасів; t_3 – контроль ресурсів, які вибули. Множини F , H , M_0 – це матриці, елементи яких відображають відповідно початковий, кінцевий та поточний стан системи щодо наявності товарних запасів. .

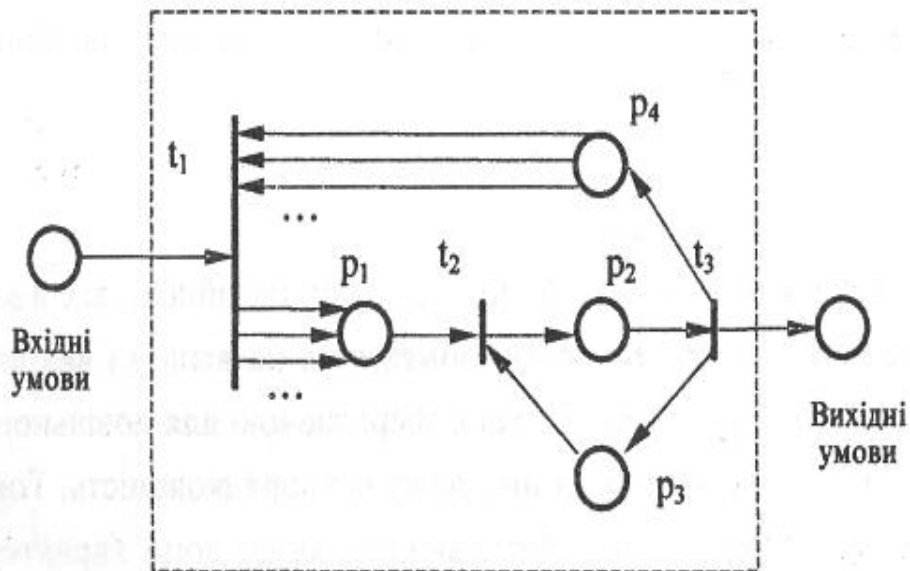


Рис. 6. Узагальнена схема контролю наявності товарно-матеріальних запасів.

Це дозволяє здійснити пошук і локалізацію дефектів в оперативній системі управління і знаходити розумний компроміс між величиною буферних запасів, точкою замовлення та ступеню задоволення. Побудова управлінської інформаційної системи на базі математичного апарату мереж Петрі є

перспективним засобом моделювання систем управління торговими запасами. Розглянутий підхід щодо створення структури правил побудови операційних систем управління запасами дозволяє моделювати причинно-наслідкові зв'язки об'єкта управління на основі рівнянь матричної алгебри.

На підґрунті запропонованих економіко-математичних моделей та відповідних алгоритмів здійснено їх програмну реалізацію шляхом побудови програмного модуля «Inventory Controls». Програмний модуль інтегровано в існуючу систему «Typhoon», задіяну в процес управління торговельним підприємством.

Основною функцією програмного модуля є оптимальний розподіл товарних запасів в мережі з урахуванням невизначеності породженої активністю агентів, їх цінової політики, а також обчислення стимулюючих дій, від яких залежить ефективність роботи агентів. Необхідно відмітити, що це значно спростило та пришвидшило процедуру розподілу товарних запасів в площині стосунків «регіональне представництво-магазин».

Впровадження розробленої системи моделей та побудованого на їх основі програмного модуля дозволило покращити роботу системи управління запасами, зменшити час на обробку заявок агентів, зменшити ризики необ'єктивного замовлення, що підвищує конкурентоспроможність та ефективність функціонування фірми в цілому.

ВИСНОВКИ

В дисертації здійснено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, яка полягає в розбудові інструментарію аналізу, математичного моделювання та управління товарними запасами в мережевих системах за умов невизначеності. Результати проведеного дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. В сучасних умовах шлях від виробника товару до його споживача ускладнюється, що призводить до появи розгалужених, багатоланкових дилерських мереж з відповідною ієрархією підпорядкованості та інформованості, які займаються розподілом товару та його доведенням до кінцевого споживача. Аналіз особливостей управління запасами, огляд існуючих систем управління запасами та відповідних математичних моделей показав, що більшості з них притаманний детерміністичний підхід. Такі моделі вимагають, зокрема, наявності репрезентативної статистичної вибірки, отримати яку, зважаючи на динамічність сучасного економічного середовища, досить важко. Використання існуючих економіко-математичних моделей управління запасами, які неадекватно відображають реальну ситуацію, з огляду на складність розподілу ресурсів в мережевих системах та стохастичність попиту в ринкових умовах недостатньо ефективно.

2. У процесі розбудови ієрархічних торгових мереж постає проблема їх розгалуженості та лояльності торгових агентів щодо центру. Аналіз проблеми управління ресурсами коли центр надає певну свободу підпорядкованим йому агентам в розгалужених торгових мережах дозволяє обґрунтувати використання теорії активних систем для побудови багаторівневих ієрархічних систем управління запасами торговельних мереж з урахуванням активності елементів

мережі. В дисертації система управління запасами розглядається як система обміну (систему трансферів) між центром та активними елементами системи та запропоновано моделі їх розподілу, де стратегією агента стає повідомлення істинної заявки, узагальнено результати дослідження для випадку багатоагентних, багатопродуктових моделей;

3. В розгалужених торгових мережах, які мають свої представництва в різних регіонах з різною купівельною спроможністю населення, за наявності дефіциту, або надлишків виникає задача раціонального розподілу та перерозподілу товарних ресурсів для загального збільшення товарообороту за рахунок варіації кількості та ціни товарів. В дисертації проаналізовано існуючі та запропоновано нові моделі розподілу торговельних запасів в ієрархічних системах;

4. Для оперативного управління запасами в торговій мережі адаптовано класичні механізми розподілу ресурсів в теорії активних систем, та запропоновано нові, побудовані на основі неокласичної мультиплікативної функції, з врахуванням внутрішньої цінової стратегії мережі, пріоритету агентів тощо. Запропоновано методологію оцінки ризиків недоотримання раціональних обсягів торговельних запасів;

5. В основу економічної мотивації забезпечення раціонального використання наявних запасів та замовлення їх оптимальних обсягів покладено стимулювання. Ефективне функціонування системи управління запасами торговельної мережі неможливе без зацікавленості всіх активних ланок у кінцевому результаті роботи. Власне, зацікавленість агентів забезпечується науково обґрунтованим використанням вперше запропонованих автором даної роботи економіко-математичних моделей оптимального обсягу замовлення агентів, з урахуванням їхньої мотивації. В дисертації запропонована методика та відповідні алгоритми знаходження інтервалу та обсягу стимулювання, підтверджено, що раціональна економічна мотивація (на разі стимулювання) є невід'ємним фактором стабільної роботи всієї торгової мережі;

6. Раціональна система управління запасами на основі розроблених математичних моделей потребує побудови інформаційної системи, яка адекватно описує паралельні процеси управління та причинно наслідкові зв'язки її функціонування. Підвищення ефективності застосування економіко-математичних методів у моделях реалізації систем управління базується на широкому використанні засобів автоматизованої обробки відповідних інформаційних потоків;

7. Як засіб побудови такої інформаційної системи пропонується використовувати математичний апарат мереж Петрі. Покращення управління та аналізу торгових запасів забезпечується розробленим і впровадженим програмним модулем, підґрунтям якого слугує запропонована концептуальна схема та розбудована система моделей.

Отримані автором результати відкривають простір для подальших наукових досліджень у сфері використання теорії активних систем щодо математичного моделювання та аналізу управління матеріальними запасами в ієрархічних системах.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:***В наукових фахових виданнях:***

1. Ткаліченко С.В. Мережі Петрі в моделюванні причинно-наслідкових зв'язків та управлінні товарно-матеріальними запасами / Ткаліченко С.В. // Економіка: проблеми теорії та практики. – 2002. - № 132. - С. 71-77. (0,41 друк. арк.)
2. Ткаліченко С.В. Моделювання впливу стимулювання на вибір торговельним підприємством раціонального рівня запасів / Верченко П.І., Ткаліченко С.В. // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2006.– № 74.– С. 88-96. (0,43 друк. арк., з них особисто автору належить 0,38 друк. арк.: розробка методології знаходження обсягу стимулювання при використанні точкової моделі)
3. Ткаліченко С.В. Вплив пропорційної системи стимулювання на вибір оптимального рівня запасів / Ткаліченко С.В. // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. – 2006. - № 6 - С. 37-42. (0,41 друк. арк.)
4. Ткаліченко С.В. Математична модель стимулювання активної системи з використанням теорії нечітких множин / Верченко П.І., Ткаліченко С.В. // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2007.– № 75.– С. 96-105. (0,50 друк. арк., з них особисто автору належить 0,45 друк. арк.: знаходження обсягу стимулювання при використанні лінійної моделі, знаходження інтервалів стимулювання)

В інших виданнях:

5. Ткаліченко С.В. Моделювання процесів управління товарно-матеріальним забезпеченням виробничих систем / Афанасьєв Є.В., Довгаль І.В., Ткаліченко С.В. // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті. - 2002. – С. 203-212. (0,45 друк. арк., з них особисто автору належить 0,31 друк. арк.: розробка моделі управління запасами на основі математичного апарату мереж Петрі)
6. Ткаліченко С.В. Економічне обґрунтування розробки забалансових запасів руд / Жуков С.В., Ткаліченко С.В. // Проблеми економічної освіти і науковий прогрес: міжнар. наук.-практ. конф., 21-22 листоп. 2003 р.: тези допов.- Кривий Ріг., 2003.- С.212. (0,06 друк. арк.)
7. Ткаліченко С.В. Економіко-математичне моделювання причинно-наслідкових зв'язків у системах управління великими промисловими підприємствами / Афанасьєв Є.В., Павлиш О.П., Ткаліченко С.В. // II міжнар. наук.-практ. конф., 20-27 жовт. 2003 р.: тези допов.- Дніпропетровськ-Київ-Кривий Ріг., 2003. Том 25.- С.3. (0,66 друк. арк.)
8. Ткаліченко С.В. Пропорційна система стимулювання в механізмах розподілу ресурсів / Жуков С.В., Ткаліченко С.В. // Проблеми економічної освіти і науковий прогрес: міжнар. наук.-практ. конф., практичній конференції конф. 24-25 листоп. 2006 р.: тези допов.- Кривий Ріг, 2006.- С.52. (0,15 друк. арк.).

АНОТАЦІЯ

Ткаліченко С.В. Математичне моделювання управління запасами в ієрархічних системах (на основі торговельних мереж). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – ДВНЗ “Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана”, 2009.

Робота присвячена оптимізації управління товарними запасами в торговельних мережах з урахуванням невизначеності. Обґрунтовано необхідність використання теорії активних систем у процесі побудови багаторівневих ієрархічних систем управління запасами. Запропоновано систему моделей оптимізації замовлення агентів з урахуванням їх економічної мотивації (стимулювання). Побудовано модель управління торговельними запасами на основі математичного апарату мереж Петрі, який адекватно описує паралельні процеси та причинно наслідкові зв'язки. Проаналізовано стан управління запасами діючої торговельної мережі та доведено ефективність запропонованих моделей та методик. На основі запропонованих методик, моделей та алгоритмів удосконалено інформаційну систему підприємства. Створено програмний модуль управління запасами з урахуванням стимулювання.

Впровадження результатів дослідження дозволило покращити управління запасами та потоками заявок агентів, зменшило вплив асиметричної інформованості центру та агентів, прискорило та спростило процедуру розподілу наявних товарних запасів.

Ключові слова: управління запасами, логістичне управління, управління каналами збуту, теорія активних систем, теорія ієрархічних ігор, теорія нечітких множин, механізм розподілу ресурсів, величина стимулювання, інтервал стимулювання, область компромісу.

АННОТАЦИЯ

Ткаличенко С.В. Математическое моделирование управления запасами в иерархических системах (на основе торговых сетей). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – ГВУЗ ”Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана”, 2009.

Работа посвящена вопросам оптимизации управления товарными запасами в торговых сетях с учетом неопределенности, которая привносится активностью элементов сети и стимулирования, как основного рычага эффективного управления.

В современных условиях путь от производителя товара к его потребителю усложняется, что приводит к появлению разветвленных торговых дилерских сетей с соответствующей иерархией подчиненности и информированности, которые занимаются распределением товарного потока. Такие модели требуют наличия репрезентативной статистической выборки, получить которую непросто, учитывая динамичность современной экономической среды.

На основе проведенного анализа показано, что большинство существующих моделей управления запасами как производственных, так и торговых предприятий имеют в своей основе положение о детерминистическом характере спроса покупателей, что ограничивает область их применения, не учитывает динамику современной экономической ситуации. Сделан вывод о необходимости применения современных концепций и теорий управления запасами крупных торговых предприятий, которые в своей основе имеют, как правило, разветвленную иерархическую структуру.

В процессе построения и развития иерархических торговых сетей возникает проблема их разветвленности и лояльности торговых агентов сети относительно центра. Анализ проблемы управления ресурсами в случае, когда центр предоставляет определенную свободу в выборе своей стратегии подчиненным ему агентам позволяет обосновать использование теории активных систем, как инструмента построения системы управления запасами торгового предприятия с учетом неопределенности и стимулирования элементов торговой сети.

В диссертации система управления запасами рассматривается как система трансферов между центром и активными элементами, в роли которых выступают торговые представители, дилеры, магазины, филиалы и т.п.

Сформулированы основные этапы построения системы управления запасами в иерархических системах, доказана необходимость логистического подхода к управлению запасами, построения маркетинговых каналов сбыта и учета в управлении запасами особенностей присущих иерархическим системам. Управление запасами торговых ресурсов на предприятии рассматривается как рациональная деятельность в общем процессе функционирования логистической системы.

Стимулирование в диссертации рассматривается как основной рычаг рационального использования имеющихся запасов и заказа их оптимального уровня. Предложена методика и соответствующие алгоритмы нахождения интервала и размера стимулирующих действий, и подтверждено, что рациональная экономическая мотивация (в данном случае стимулирование) служит основным фактором стабильной работы всей торговой сети

Для оперативного управления запасами торговой сети адаптированы существующие методы распределения ресурсов в теории активных систем, и предложены новые, в основу которых положено применение неоклассической мультипликативной функции с учетом внутренней ценовой стратегии торговой сети. На их основе предложена модель построения системы управления запасами с использованием математического аппарата сетей Петри, адекватно описывающего причинно-следственные связи в системе и позволяющего матричным методом проанализировать деятельность всех узлов сети.

В диссертации разработана система моделей распределения запасов и оптимизации заказов торговых агентов с учетом стимулирования, как в детерминированных условиях, так и в условиях неопределенности с учетом присущих таким системам рисков.

Эффективное функционирование системы управления запасами торговой сети невозможно без заинтересованности всех элементов сети в конечном результате

работы. Заинтересованность агентов, их экономическая мотивация обеспечивается стимулированием со стороны центра. Построены математические модели рационального объема заказа агентов с учетом стимулирования. Предложена методика и соответствующие алгоритмы нахождения интервалов и объемов стимулирования.

Система управления запасами на основе предложенных моделей требует построения информационной системы, которая адекватно описывает параллельность процессов управления в сети и причинно-наследственные связи в процессе ее функционирования. Улучшение управления запасами и анализа торговых потоков обеспечивается разработанным и внедренным программным модулем, основой которого служит разработанная концептуальная схема и система моделей. В роли инструмента для создания программного модуля предложено использование математического аппарата сетей Петри.

Реализация полученных результатов исследования позволяет оптимизировать уровень торговых запасов, потоков заявок агентов, уменьшает влияние асимметричной информированности центра и агентов, упрощает и ускоряет процедуру обработки заявок в плоскости торговое представительство-магазин, снижает риск недобросовестной работы элементов сети.

Ключевые слова: теория управления запасами, теория контрактов, теория иерархических игр, теория нечетких множеств, управление каналами сбыта, логистическое управление, размер стимулирования, интервал стимулирования, область компромисса.

ANNOTATION

Tkalichenko S.V. Mathematical modeling of inventory management in hierarchical systems (on basis of trading networks). Manuscript.

The dissertation is submitted for Candidate of Economic Sciences degree in specialty-08.00.11 – Mathematical methods, models and informational technologies. – SHEE “Vadym Hetman Kyiv National Economic University” - Kyiv, 2009.

The work is dedicated to optimization of inventory management in trading networks taking into account uncertainty caused by the network elements activity and stimulation as the major operating lever. The necessity of logistics approach in stock distribution and maintaining its optimal level was grounded herewith, the necessity of creation marketing channels for sales in trading networks that specifies the demand for using the theory of active systems when constructing multi-level inventory management hierarchical systems was determined in the work. The system of optimization models for ordering agents subject to stimulation was suggested, the procedure of determining the range and the scope of stimulation was proposed, as well as it was proved that economical motivation, in this case, stimulation is an integral factor of stable functioning of the whole system. The inventory management model on the basis of Petri's Grids mathematical apparatus that successfully describes processes parallelism, cause-and-effect relations and serves as the foundation for construction of a management information system was created. The state of inventory management of the existing trading network was analyzed and the efficiency of the proposed models and methods was proved herewith. The introduction of the research results allowed to optimize inventory management and agent bids flows, decreased the

impact of asymmetric information possibilities of the center and the agents, accelerated and simplified the procedure of trading stocks distribution.

Key-words: inventory management, logistics management, sales channels control, the theory of active systems, the theory of hierarchical games, the theory of illegible multipliers, resources allocation mechanism, stimulation scope, range of stimulation, region of compromise.