

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Сагайдачний Дмитро Олексійович

УДК 519.226

МОДЕЛІ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСУ ДЛЯ
ДВОРІВНЕВИХ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Спеціальність 05.13.06 - Автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні
технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут” Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Раскін Лев Григорович,
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”,
професор кафедри економічної кібернетики та маркетингового менеджменту

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кононенко Ігор Володимирович,
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”,
завідувач кафедри стратегічного управління.

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Лисенко Олександр Іванович,
Національний аерокосмічний університет
ім. Жуковського М. Є. “Харківський авіаційний інститут”,
доцент кафедри менеджменту.

Провідна установа: Харківський національний університет радіоелектроніки.
Кафедра системотехніки.

Захист відбудеться "23" жовтня 2003 р. о 14:30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.050.07 у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут” за адресою:

61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”.

Автореферат розісланий "8" вересня 2003 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Голоскоков О.Є.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з характерних рис економічної системи, що склалася в Україні на переході до ринкової економіки, є дворівнева структура нових підприємств, до складу яких входять центр та відділення або філії, кожна з яких виконує задачу, що поставлена перед нею центром. Така структура підприємств припускає розвиток нових управлінських технологій, які принципово відрізняються від традиційних технологій управління унітарним підприємством. При цьому однією з найголовніших проблем центру слід вважати проблему раціонального інвестування філій з метою отримання максимальної ефективності функціонування підприємства в цілому. Принципово задача розподілу ресурсу в традиційному формулюванні добре вивчена та зводиться до рішення задачі математичного програмування. Однак на практиці як структура, так і параметри виробничих функцій елементів економічної системи точно не відомі, що призводить до необхідності розробки нових підходів до рішення проблеми розподілу ресурсів. Одним з шляхів рішення проблеми розподілу ресурсів в умовах недостатньої інформації про параметри виробничих функцій елементів є застосування стохастичного підходу до оцінки результатів діяльності підприємства, а також застосування теорії нечітких множин.

Таким чином, задача розробки інформаційних технологій управління дворівневими економічними системами з невизначеними вихідними даними представляється достатньо актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут” згідно з планом науково-дослідної роботи М8802 “Розвиток теоретичних основ проектування мотиваційних процедур планування у системах маркетингового та фінансового менеджменту”, затвердженою Міністерством освіти і науки України (номер державної реєстрації 0100U001694).

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження полягає в розробці ефективних методик, математичного забезпечення та інформаційних технологій раціонального розподілу обмеженого ресурсу в дворівневих системах “центр – елементи”. Для досягнення цієї мети поставлені й вирішені такі основні задачі:

- 1) аналіз відомих технологій розподілу ресурсу при різноманітному ступені інформованості про можливості елементів системи;
- 2) розробка методики розв'язання задачі розподілу ресурсу у випадку, коли вхідна інформація про виробничі функції елементів системи має імовірнісний характер;
- 3) розробка методики розподілу ресурсу в умовах нечіткої вхідної інформації;
- 4) отримання процедури планування для розподілу обмеженого ресурсу у випадку дворівневої активної системи “центр – елементи”;
- 5) розробка інформаційної технології для автоматизованої підтримки прийняття рішень з розподілу обмеженого ресурсу при наявності різнотипних вхідних даних.

Об'єкт дослідження – інформаційні технології оптимального розподілу обмеженого ресурсу в складних системах.

Предмет дослідження – аналітичні моделі, алгоритми та програмні засоби для оптимального розподілу обмеженого ресурсу в дворівневих активних та пасивних системах типу “центр – елементи” в умовах імовірнісного та нечіткого характеру вхідної інформації.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження і методики розв'язання поставлених задач базуються на методах теорії імовірностей та математичної статистики, методах математичного програмування, методах теорії нечітких множин, методах теорії активних систем, теорії розробки і проектування програмного забезпечення.

Наукова новизна одержаних результатів. У процесі розв'язання задач відповідно до мети дослідження отримані такі результати:

- подальший розвиток дістал метод розподілу ресурсу для випадків, коли інформація відносно виробничих функцій елементів економічної системи носить імовірнісний характер;
- вперше розроблено метод розподілу ресурсу в дворівневих економічних системах на основі нечіткої інформації про параметри виробничих функцій елементів;
- удосконалено метод розподілу ресурсу в активних дворівневих системах на базі активної процедури планування за розмірами прибутків елементів.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення отриманих результатів складається в тому, що на основні узагальнення відомих результатів і використання нових наукових дисертаційних положень запропоновано конкретні інженерні методики і розроблено програмні засоби інформаційної технології для автоматизації процесу прийняття рішення з розподілу обмеженого ресурсу. Розроблені методики розподілу ресурсу в складних системах засновані на реальних припущеннях про відсутність вірогідної інформації про параметри цих систем. Практична цінність отриманих результатів підтвердила свою ефективність при їх застосуванні в автоматизованій системі підтримки прийняття рішень на підприємстві оптової торгівлі, а також в автоматизованій системі управління філіями на підприємстві сфери послуг.

Розроблені аналітичні моделі, методики розподілу ресурсу та інформаційні системи, які реалізують ці методики, впроваджено у 2002 році на підприємстві з іноземними інвестиціями “Ітрако”, м. Київ (акт впровадження від 13.09.2002) та на підприємстві Товариство з обмеженою відповідальністю “Завжди чисто”, м. Харків (акт впровадження від 26.08.2002).

Особистий внесок здобувача. Усі основні результати дисертаційної роботи отримані автором особисто. Автору належать: нові математичні моделі задачі розподілу ресурсу, коли вхідна інформація має імовірнісний характер; математичні моделі задачі розподілу ресурсу у пасивній системі в умовах невизначеності; методика вирішення задачі розподілу ресурсу в умовах нечітких вхідних даних; розробка нової процедури розв'язання задачі розподілу ресурсу в активній системі.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідалися на:

- Ювілейній міжнародній науково – практичній конференції “Теорія активних систем” (15 – 17 листопада 1999р., Москва, Росія);
- VI Всеукраїнській науково-методичній конференції з проблем економічної кібернетики (28 – 29 лютого 2000р., Харків);
- Наукових семінарах кафедри системного аналізу і управління Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”.

Публікації. Результати досліджень за темою дисертації опубліковано у 7 наукових працях, у тому числі 6 статей в фахових наукових виданнях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків і одного додатку. Повний обсяг дисертації складає 209 сторінок. Робота містить 32 ілюстрації

по тексту; 13 таблиць по тексту, 5 таблиць на 29 сторінках; 1 додаток на 24 сторінках; 121 найменувань використаних літературних джерел на 10 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкрито стан проблеми, обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету роботи, показано наукову новизну й практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ містить огляд літератури з проблем раціонального розподілу ресурсів та обґрунтування вибору напрямку дослідження.

Проаналізовано відомі постановки задачі раціонального розподілу ресурсу, у тому числі: постановку детермінованої та стохастичної задачі, постановку задачі розподілу обмеженого ресурсу в активних системах. Розглянуто різноманітні типи постановок стохастичної задачі розподілу ресурсу, що використовуються за наявності невизначеності деяких типів. Суть підходу до рішення задачі з першим типом невизначеності, коли випадковим є виграш елементу системи та відомою є щільність розподілу цієї величини, полягає в перетворенні цієї задачі з випадковими параметрами до детермінованої задачі шляхом обчислення математичних сподівань випадкових величин виграшу елементів та максимізації середньої ефективності розподілу ресурсу (роботи Юдіна Д.Б., Єрмольєва Ю.М., Wesels J. та ін.). Як природне поліпшення рішення попередньої задачі розглянуто підхід, запропонований Юдіним Д.Б., що окрім математичних сподівань враховує й дисперсії випадкових величин. Обґрунтовується незадовільність такого підходу до розв'язання задачі розподілу ресурсу, а також перевага рішень, для яких імовірність того, що ефективність системи виявиться не нижче заданої, буде максимальною. При цьому для розв'язання даної задачі необхідно мати не тільки закони розподілу випадкової величини виграшу для кожного елементу системи, але й закони розподілу сумарного доходу. Констатується той факт, що отримання цього закону – спеціальна задача, яка далеко не завжди легко вирішується. Доведено, що задача розподілу ресурсу ще більш ускладнюється, коли має місце невизначеність другого типу, яка характеризується тим, що закони розподілу випадкових факторів та параметрів системи невідомі, але можуть бути задані діапазони можливих їхніх числових значень. Для розв'язання задачі з таким характером вихідних даних пропонується використання одного з двох таких підходів. По-перше, застосування стратегій, які покладаються на припущенні про найгірші закони розподілу випадкових величин вхідних параметрів задачі. Констатується той факт, що побудова таких законів – спеціальна задача, яка повинна вирішуватися з урахуванням особливостей конкретної ситуації, і що технологія рішення таких задач вивчена недостатньо. По-друге, у випадку, якщо у відношенні випадкових параметрів системи відома тільки інформація про діапазони їхніх можливих значень, то рішення відповідних задач дослідження систем природно будувати з використанням методології нечітких множин. Звертається увага на те, що традиційні підходи рішення таких задач з використанням методології нечітких множин, які запропоновані Орловським С.О. та Зайченко Ю.П., не використовують опис функції приналежності критерію ефективності розподілу ресурсу. Це тягне за собою той факт, що для будь-яких наборів розподілу ресурсу і значень параметрів задачі неможливо визначити істинний ступінь приналежності величини критерію діапазону можливих його значень. Проаналізована проблема розподілу ресурсів в активних системах, підкреслюється складність практичного

використання запропонованих процедур при зростанні вимірності задачі та точності одержуваного результату (роботи Буркова В.М., Новікова Д.О. та ін.). Аналіз існуючих підходів до рішення задачі розподілу ресурсу та пошук шляхів їх удосконалення дозволили поставити три основні задачі дослідження: 1) розробити інформаційну технологію рішення задачі раціонального розподілу ресурсу за умови, що вхідна інформація носить імовірнісний характер, 2) розробити інформаційну технологію рішення задачі раціонального розподілу ресурсу з використанням нечітких вхідних даних, 3) розробити інформаційну технологію рішення задачі раціонального розподілу ресурсу для активних систем в умовах невизначеності щодо виробничих можливостей елементів системи.

Другий розділ присвячений рішення задачі розподілу ресурсу у випадку, коли вхідна інформація про параметри системи носить імовірнісний характер, тобто закони розподілу параметрів виробничої функції відомі.

Розглядається математична постановка задачі розподілу ресурсу в дворівневій системі “центр – елементи”, яка полягає в тому, що множина $J = 1, 2, \dots, n$ елементів системи випускає продукцію, споживаючи при цьому один вид ресурсу, який знаходиться у розпорядженні керуючого органу системи (центру) у кількості C . Залежність розміру доходу Z_j j -го елементу від x_j – обсягу ресурсу, який їм використовується, описується виробничою функцією $f_j(x_j, \Theta_j)$, де вектор $\Theta_j = a_{0j}, a_{1j}$ визначає вид функції. Припускається, що виробнича функція кожного елементу є опуклою уверх, безперервною та неубиваючою в зоні свого визначення. Величини Z_j та x_j – приведені величини.

Приймається, що виробнича функція елементу системи має такий вигляд:

$$Z_j = f_j(x_j, \Theta_j) = a_{0j} x_j^{a_{1j}}, j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де елементи вектору $\Theta_j = a_{0j}, a_{1j}$ повністю визначають властивості виробничої функції j -го елементу системи. Вибір такого вигляду виробничої функції є обґрунтованим для економічної системи – підприємства з іноземними інвестиціями “Ітрако”.

Стратегія центру полягає в відшукуванні набору x_j , який максимізує

$$Z = \sum_{j=1}^n f_j(x_j, \Theta_j) \quad (2)$$

та задовольняє обмеженням:

$$\sum_{j=1}^n x_j = C, x_j \geq 0. \quad (3)$$

Розглянуто такі варіанти ступеня інформування центру про виробничі функції елементів:

– центру точно відомі коефіцієнти a_{0j}, a_{1j} ;

– параметри виробничої функції елементу a_{0j}, a_{1j} – випадкові величини та центру відомі закони розподілу цих випадкових величин.

У першому випадку розглядається тривіальна технологія рішення задачі з використанням методу послідовного розподілу.

Для другого випадку, у припущенні, що параметри виробничих функцій мають рівномірний закон розподілу, розроблена технологія отримання детермінованих розподілів ресурсу – песимістичний та оптимістичний розподіли.

З метою розв'язання задачі знаходження розподілу ресурсу між елементами в середньому та для максимізації імовірності перевищення деякого порогового значення прибутку центру отримано закон розподілу випадкової величини Z_j – доходу елементу, який має вигляд:

$$g_A(z) = \begin{cases} \left(\frac{1}{x^{a_{1\min}}} - \frac{a_{0\min}}{z} \right) \frac{1}{a_{0\max} - a_{0\min} - a_{1\max} - a_{1\min} \ln x}; & z \leq a_{0\min} x^{a_{1\max}}; \\ \left(\frac{1}{x^{a_{1\min}}} - \frac{1}{x^{a_{1\max}}} \right) \frac{1}{a_{0\max} - a_{0\min} - a_{1\max} - a_{1\min} \ln x}; & a_{0\min} x^{a_{1\max}} < z < a_{0\max} x^{a_{1\min}}; \\ \left(\frac{a_{0\max}}{z} - \frac{1}{x^{a_{1\max}}} \right) \frac{1}{a_{0\max} - a_{0\min} - a_{1\max} - a_{1\min} \ln x}; & z \geq a_{0\max} x^{a_{1\min}}; \end{cases} \quad (4)$$

де параметри $a_{0\min}, a_{0\max}, a_{1\min}, a_{1\max}$ визначаються щільністю розподілу параметрів a_{0j}, a_{1j} .

Слід відзначити, що закон (4) отримано у припущенні про те, що виробнича функція елемента системи має вигляд (1).

На основі закону (4) отримано математичне сподівання доходу, який отримує елемент системи. Це дало можливість розробити технологію рішення задачі знаходження розподілу ресурсу між елементами, що максимізує середній дохід центру.

У припущенні про велику вимірність задачі на основі центральної граничної теореми отримані математичне сподівання та дисперсія величини доходу центру, а також щільність розподілу величини сумарного доходу системи. На підставі одержаних даних задача максимізації імовірності такої події, коли дохід центру виявиться більше або рівним деякому пороговому значенню Γ_0 , зведено до оптимізації

$$F(X) = \frac{M(X)_\Sigma - \Gamma_0}{\sigma(X)_\Sigma} \Rightarrow \max_X, \quad (5)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^n x_j = C, x_j \geq 0, \quad (6)$$

де

$M(X)_\Sigma$ – математичне сподівання сумарного доходу системи;

$\sigma(X)_\Sigma$ – середньоквадратичне відхилення сумарного доходу системи.

Розроблено технологію рішення задачі (5 – 6) з використанням методу послідовного розподілу.

У третьому розділі розглядається ситуація, коли закони розподілу параметрів виробничих функцій не відомі.

На початку досліджується випадок, коли для кожного елементу системи статистично можуть бути оцінені математичне сподівання та дисперсія доходу для різноманітних значень ресурсу, що вкладається.

$m_{kj} = M f_j(x_{kj})$ – оцінене статистично математичне сподівання значення виробничої функції j -го елементу, яке відповідає вкладаємому ресурсу x_{kj} .

$D_{kj} = M f_j(x_{kj})^2 - m_{kj}^2$ – оцінена статистично дисперсія значення виробничої функції j -го елементу, яке відповідає вкладаємому ресурсу x_{kj} .

За цими даними будуються рівняння регресії, які описують залежності $m_j(x_j)$ та $D_j(x_j)$ з використанням поліномів ступеня d . Коефіцієнти цих поліномів визначаються з використанням методу найменших квадратів.

Тоді будь-якому припустимому варіанту розподілу ресурсу $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ можна поставити у відповідність значення математичного сподівання та дисперсії сумарного доходу

$$M_\Sigma(X) = \sum_{j=1}^n m_j(x_j), D_\Sigma(X) = \sum_{j=1}^n D_j(x_j). \quad (7)$$

За наявності такої інформації задача пошуку раціонального розподілу $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ обмеженого ресурсу C формулюється таким чином: знайти набір X , який мінімізує дисперсію випадкового сумарного доходу (7) та задовольняє обмеженням (6) і

$$M_\Sigma(X) = \sum_{j=1}^n m_j x_j = m_0, \quad (8)$$

де

m_0 – задане необхідне значення середнього сумарного доходу.

Ця задача розв'язується за допомогою методу невизначених множників Лагранжа.

Показано незадовільність цього підходу до розв'язання задачі раціонального розподілу ресурсу. Далі обґрунтовується перевага рішень, для яких імовірність того, що дохід системи виявиться не нижче заданого, буде максимальною.

Для рішення задачі з використанням цієї стратегії необхідно знання закону розподілу сумарного доходу елементу. Пропонується методика відшукування і застосування стратегій, які ґрунтуються на припущенні про найгірші закони розподілу випадкових величин, що беруть участь у задачі, тобто про такі закони, реалізація яких призвела б до найменшої ефективності системи. Задача побудови такого закону вирішується за допомогою методу континуального лінійного програмування.

Нарешті, розглядається випадок, коли відома тільки інформація про діапазони можливих значень параметрів виробничих функцій елементів. Розв'язання задачі раціонального розподілу ресурсу у цьому разі будується з використанням методології нечітких множин.

У термінах математики нечітких множин задача відшукування раціонального розподілу обмеженого ресурсу формується таким чином. Необхідно відшукати набір $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, який задовольнить чітко заданим обмеженням (6) та який максимізує функцію цілі

$$F(X, A) = \sum_{j=1}^n \varphi_j(x_j, A_j), \quad (9)$$

кожний доданок якої задано нечітко, параметри $A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle$ функцій φ_j, A відомі тільки з точністю до діапазонів можливих значень з трикутною функцією приналежності. Прийнято, що функція φ_j, A має вид (1).

Розглядаються недоліки традиційних підходів до розв'язання даної задачі, які зв'язані в основному з тим, що вони не оперують поняттям функції приналежності сумарного виграшу системи, а лише параметрами функцій приналежності коефіцієнтів виробничих функцій елементів.

Розроблено методику отримання функції приналежності критерію за заданими функціями приналежності параметрів. При цьому зокрема, у нечіткій задачі раціонального розподілу ресурсу спочатку визначаються функції приналежності для виробничих функцій елементів системи $f_j, A, j = 1, 2, \dots, n$, а після цього – для цільової функції (9). Після того, як ці задачі вирішені і M_j, f_j, A – функції приналежності для нечітких чисел $f_j, A, j = 1, 2, \dots, n$, а M_Σ, F, A – функція приналежності нечіткого числа F, A , формулюється наступна нечітка задача раціонального розподілу ресурсу.

Нехай довільному набору $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ відповідає $F(X) = \sum_{j=1}^n f_j(x_j)$ з функцією приналежності $M_\Sigma, F(X)$. Визначити

$$F^*(X) = \arg \max_{F(X)} M_\Sigma, F(X). \quad (10)$$

Інша постановка задачі відшукування розподілу ресурсу формулюється наступним чином:
знайти

$$X^* = \arg \max_X F^*(X) = \arg \max_X \max_{F(X)} M_\Sigma, F(X). \quad (11)$$

При цьому визначається набір X , який максимізує критерій ефективності розподілу при максимально можливому рівні функції приналежності. Для рішення задачі використовується оптимізаційний алгоритм нульового порядку – метод Нелдера–Міда.

Четвертий розділ роботи присвячений розподілу ресурсу в активних системах.

Математична постановка задачі розподілу ресурсу в дворівневій активній системі “центр – елементи” має такий вид.

Припустимо, що множина $I = 1, 2, \dots, n$ елементів виробничої системи випускає однорідну продукцію, споживаючи при цьому один вид ресурсу, який є в розпорядженні керуючого органу системи в кількості v_0 (ресурс є дефіцитним). Через v_i, u_i позначено відповідно обсяг ресурсу, що використовується, та розмір доходу у i -го елементу, через $x_i = (v_i, u_i)$ – вектор планових або реалізованих показників (вектор стану) i -го елементу.

Через $X_i^0, Z_i(X^0) = \{x \mid x_i \in X_i^0 (i \in I), \sum_{i \in I} v_i \leq v_0\}$ позначено множини припустимих станів відповідно i -го елементу та системи, де $X^0 = \prod_{i \in I} X_i^0$.

Залежність розміру доходу u_i i -го елементу від v_i – обсягу ресурсу, який їм використовується, описується виробничою функцією d_i^0 , $u_i = d_i^0(v_i)$, визначеною на множині $V_i^0 = v_i \in [0, v_i^0]$ локально припустимого обсягу ресурсу, де v_i^0 - максимальна кількість ресурсу, яку може використати i -й елемент. Точні значення v_i^0 ($i \in I$) центру невідомі, відомі лише діапазони $[v_i^0, \overline{v_i^0}]$ ($i \in I$) їхніх можливих значень.

Центру відома основна властивість виробничої функції кожного i -го елементу: функція d_i^0 є безперервною та спадніє на ділянці V_i^0 свого визначення;

$$d_i^0(v_i) \in [\underline{d_i(v_i)}, \overline{d_i(v_i)}], \quad (12)$$

де $\underline{d_i}$, $\overline{d_i}$ - функції, що відповідні нижній та верхній оцінкам виробничої функції d_i^0 ;

$$\underline{d_i(v_i)} = \overline{d_i(v_i)} = 0, \text{ якщо } v_i = 0. \quad (13)$$

Функції, що визначають дохід центру і елементів у залежності від планів, які ними реалізуються, позначаються відповідно Φ і ψ_i^0 .

Центр завжди прагне до того, щоб намічений до реалізації план системи X виявився допустимим та забезпечував максимальний загальний дохід у системі. Це пов'язане з тим, що невиконані системою плани ведуть до великих втрат. Припускається, що центру стають відомими затрати ресурсу окремих елементів, розміри їхніх доходів на стадії реалізації планів і центр вводить “сильні штрафи” за невиконання плану. Тому елемент завжди зацікавлений в призначенні йому планів, які явно можуть бути виконані. Вважається також, що елемент не зацікавлений ані в зменшенні розміру доходу, ані в зменшенні кількості одержуваного ресурсу.

Розроблено алгоритм, що дозволить вирішити цю задачу, який побудовано на основі пропорційного закону планування. Показано коректність наведеної процедури планування, тобто що дана процедура сходиться до ситуації рівноваги.

Однак очевидна складність розглянутої процедури планування, яка полягає в тому, що із зростанням точності зростає трудомісткість процесу встановлення планів елементам. Дана тенденція стає тим більш маніфестною, чим більше кількість елементів системи. У зв'язку з цим запропоновано менш трудомістку процедуру отримання планів.

У разі, якщо елементам точно відомі їхні виробничі функції, центр, пропонуючи кожному елементу різні обсяги ресурсу, що розподіляється, буде одержувати відповідні значення виробничих функцій. На основі відповідних даних від елементів центр може отримувати виробничі функції кожного елементу шляхом апроксимації отриманих даних зі знаходженням параметрів функцій за методом найменших квадратів.

Розглянута ситуація є надмірно спрощеною моделлю реальної дійсності. Суть спрощення полягає в тому, що було зроблено припущення про точну інформованість кожного елементу про власну виробничу функцію. У зв'язку з цим у розділі розглянута складніша ситуація, коли ані центр, ані елементи точно не поінформовані про виробничі функції.

Суть методу розв'язання задачі в цій ситуації полягає в тому, що спочатку елементи визначають оцінку параметрів своїх виробничих функцій, потім, з метою виявлення виробничої функції, центр пред'являє елементу набір можливих ресурсів $x_1^3, x_2^3, \dots, x_m^3$ і отримує набір значень доходу $y_1^3, y_2^3, \dots, y_m^3$, що визначаються елементом за формулою відновленої їм власної виробничої функції.

В п'ятому розділі роботи розглядається застосування розроблених методів розподілу ресурсів в інформаційній системі підтримки прийняття рішення в оптовій торгівельній компанії – підприємстві з іноземними інвестиціями “Ітрако”.

Аналізується структура підприємства. Розглядається функціональна структура інформаційної керуючої системи підприємства та місце системи підтримки прийняття рішень з розподілу ресурсу у неї (рис. 1). Пояснюється технологія збору та обробки вхідної інформації для рішення цієї задачі.

Рис. 1. Функціональна схема інформаційної технології системи підтримки прийняття рішень розподілу обмеженого ресурсу

Крім технології отримання вхідних даних, розглядається задача отримання на підставі цих даних параметрів виробничих функцій елементів підприємства. За допомогою статистичної обробки вхідних даних встановлено, що параметри виробничих функцій елементів є імовірнісними величинами, які розподілені за рівномірним законом. Додається приклад розподілу ресурсу, який формує система підтримки прийняття рішень.

Отриманий результат характеризується імовірністю перевищення порогового доходу системою. Показано, що імовірність перевищення доходом системи порогового значення залежить від результатів розв'язання задачі розподілу ресурсу та величини порога. На рис. 2 приведені відповідні графіки для оптимального вектора рішення, пропорційного вектора, який формується на підставі даних про товарообіги елементів системи за минулий період, а також для рішення, яке відповідає рівномірному розподілу ресурсу.

Встановлено, що імовірність перевищення порогового значення P доходу системи при зростанні величини порогу R^* для оптимального вектора помітно більш стійка в порівнянні з іншими векторами.

Рис. 2. Реакція системи на зміну порогу прибутку при застосуванні оптимального розподілу ресурсу

Проведено дослідження залежності характеру закону розподілу випадкової величини доходу системи від точності оцінки параметрів виробничої функції. На рис. 3 наведено щільності розподілу $f \mathbb{R}_-$ випадкової величини доходу R для різних значень ентропії параметрів H_Σ . З рисунку видно, що при збільшенні ентропії дисперсія доходу зростає.

Показано, що підвищення точності інформації про параметри виробничих функцій елементів суттєво підвищує імовірність перевищення випадковим значенням доходу встановлених порогових значень. Відповідні графіки наведено на рис. 4.

Рис. 3. Щільність розподілу виграшу системи в залежності від точності інформації

Рис. 4. Зміна імовірності перевищення порогового значення

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розробки моделей і методів управління розподілом ресурсів у дворівневих ієрархічних економічних системах в умовах невизначеності параметрів виробничих функцій. Ця проблема має важливе народно-господарче значення в зв'язку з розвитком ринкової економіки. Реалізований підхід до задачі розподілу ресурсів дозволяє більш ефективно використовувати можливості складних підприємств з метою збільшення обсягу виробництва та подальшого їх розвитку.

При цьому отримані такі основні наукові і практичні результати:

1. Розроблено методику отримання закону розподілу доходу системи в цілому на підставі даних про закони розподілу величин параметрів, які визначають виробничі функції елементів системи.

3. Розроблено методику отримання такого розподілу обмеженого ресурсу, що дозволяє максимізувати імовірність отримання системою доходу, більшого або рівного певному пороговому значенню.

4. Для рішення задачі розподілу ресурсу за умов відсутності інформації про закони розподілу параметрів виробничих функцій запропоновано використання “найгіршого” розподілу випадкової величини сумарного доходу.

5. Розроблено нову технологію отримання функцій приналежності доходу елементів на основі інформації про функції приналежності значень параметрів виробничих функцій елементів.

6. Розроблено технологію отримання функції приналежності значень сумарного доходу і технологію рішення задачі з нечітко заданою цільовою функцією.

7. Подальший розвиток отримала технологія розподілу обмеженого ресурсу для випадку дворівневої активної системи “центр–елементи”, яка оснований на використанні пропорційної процедури планування.

8. Розроблено автоматизовану систему управління, яка використовується під час підтримки прийняття рішень з розподілу ресурсу у вигляді програмного комплексу, який використовується як частина загальної системи підтримки прийняття рішень.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Заруба В.Я., Сагайдачний Д.А. Процедура планирования по размерам доходов при распределении ограниченного ресурса // Вестник Харьковского государственного политехнического института. – Харьков: ХГПУ, 1999. - №74. – С.17 – 21.

Здобувачу належить процедура вирішення задачі розподілу ресурсу у активній системі.

2. Сагайдачний Д.А. Оптимальные стратегии в переговорном процессе определения размеров оплаты труда // Вестник Харьковского государственного политехнического института. – Харьков: ХГПУ, 2000. - №92. – С.141 – 143.

3. Раскин Л.Г., Сагайдачный Д.А. Задача распределения ограниченного ресурса в условиях неопределенности // Вестник Национального технического университета “ХПИ”. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2002. - №8. – Т. 1. – С. 17 – 20.

Здобувачу належать математичні моделі задачі розподілу ресурсу у пасивній системі в умовах невизначеності.

4. Раскин Л.Г., Серая О.В., Сагайдачный Д.А. Рациональное распределение ресурса при нечетких входных данных // Вестник Национального технического университета “ХПИ”. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2002. - №6. – С. 123 –127.

Здобувачу належить методика вирішення задачі розподілу ресурсу в умовах нечітких вхідних даних.

5. Раскин Л.Г. д.т.н., профессор, Серая О.В. к.т.н., Сагайдачный Д.А. Экономико – математические модели задачи рационального распределения ресурса // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті.- Харків.: ХарДАЗТ, 2002. №1-С.46-49.

Здобувачу належать нові математичні моделі задачі розподілу ресурсу, коли вхідна інформація має імовірнісний характер. Проведено порівняння з відомими моделями цієї задачі.

6. Сагайдачный Д.А. Рациональное распределение ресурса в активной системе в ситуации полной неопределенности // Вестник Национального технического университета “ХПИ”. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2002. - №13. – С. 54 –58.

7. Заруба В.Я., Сагайдачный Д.А. Процедуры планирования по заявленным размерам доходов // Труды юбилейной международной научно-практической конференции “Теория активных систем”. – М: СИНТЕГ. – 1999. С. 109 – 110.

Здобувачу належить нова процедура вирішення задачі розподілу ресурсу в активній системі.

АНОТАЦІЇ

Сагайдачний Д. О. Моделі й інформаційні технології оптимального розподілу ресурсу для дворівневих економічних систем за умов невизначеності. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології. Національний технічний університет “ХПИ”, Харків, 2003.

У дисертації розроблено математичні моделі й алгоритми розв’язання задачі раціонального розподілу ресурсу в дворівневих ієрархічних системах, при різноманітному характері вхідних даних. Для випадку, коли вхідні дані носять імовірнісний характер,

розроблено методику отримання закону розподілу доходу системи на основі даних про закони розподілу параметрів виробничих функцій елементів. Для розподілу ресурсу в ситуації, коли як вхідні дані виступають лише діапазони можливих значень параметрів виробничих функцій елементів системи, запропоновано підхід, оснований на використанні математики нечітких чисел. Досліджено проблему раціонального розподілу ресурсу в активних дворівневих системах типу “центр–елементи”. Отримані в роботі результати реалізовано в інформаційній системі прийняття рішень, яка використовується в управлінні діяльністю підприємства.

Ключові слова: ресурс, що розподіляється, дворівнева структура, виробнича функція, функція приналежності, нечітка вхідна інформація, активна система, оптимальний розподіл, автоматизована система.

Сагайдачний Д.А. Модели и информационные технологии оптимального распределения ресурса для двухуровневых экономических систем в условиях неопределенности. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизированные системы управления и прогрессивные информационные технологии. Национальный технический университет “ХПИ”, Харьков, 2003.

В диссертации разработаны математические модели и алгоритмы решения задачи рационального распределения ресурса в сложных пассивных и активных системах, при различном характере входных данных.

Показано, что для решения задачи распределения ресурса в ситуации, когда входные данные носят вероятностный характер, целесообразно использовать методику, позволяющую получать такое распределение, которое максимизирует вероятность превышения доходом системы некоторого порогового значения. С этой целью разработана методика получения закона распределения выигрыша системы на основании данных о законах распределения параметров производственных функций элементов. Кроме того, в рамках данного направления исследования разработана методика получения закона распределения дохода элемента системы. Показано, что законы распределения дохода системы в целом и элементов зависят от вида производственных функций элементов.

Для распределения ресурса в условиях неопределенности предложена методика, позволяющая получить наилучший закон распределения вероятностей прибыли системы, и методика, которая позволяет, с использованием этого закона, получить распределение ресурса, максимизирующее вероятность превышения доходом системы некоторого порогового значения.

Для распределения ресурса в ситуации, когда в качестве входных данных выступают лишь диапазоны возможных значений параметров производственных функций элементов системы, предложен подход, основанный на использовании математики нечетких чисел. Принципиальная новизна предложенного в диссертации подхода состоит в использовании данных о функции принадлежности суммарного выигрыша системы при получении рационального распределения ресурса. Для этого разработана технология получения функций принадлежности дохода элементов и системы в целом. Получение функции принадлежности суммарного дохода системы дает возможность оценивать достоверность прибыли системы,

определяемой в разработанной модели для любого вектора распределения ресурса, при любых входных данных о параметрах производственных функций элементов.

Для случая нечеткой входной информации показана адекватность моделей, описывающих функции принадлежности дохода элементов.

Кроме того, исследована проблема рационального распределения ресурса в активных двухуровневых системах типа “центр–элементы”. Предложен алгоритм распределения ресурса, основанный на пропорциональном законе распределения, отмечен быстрый рост сложности такого подхода к решению задачи с увеличением требований к точности алгоритма и ростом размерности задачи. Разработан принципиально новый подход, значительно упрощающий вычислительную схему рассмотренной процедуры, который основан на статистическом оценивании параметров системы.

Полученные в работе результаты реализованы в информационной системе принятия решений, используемой в управлении предприятием, а также в информационной системе принятия решений, используемой при управлении филиалами предприятия. Обоснована корректность использования предлагаемого вида производственных функций для конкретного предприятия.

Полученные новые научные результаты в сочетании с использованием известных методов определяют в совокупности законченную современную технологию решения важной научно-технической задачи рационального распределения ограниченного ресурса в условиях неопределенности.

Ключевые слова: распределяемый ресурс, двухуровневая структура, производственная функция, функция принадлежности, нечеткая входная информация, активная система, автоматизированная система.

Sagaydachny D.A. Models and information technologies of optimal resource allocation for two-level economic system under uncertainty. - Manuscript.

Thesis submitted for scientific degree of candidate of technical science on a speciality 05.13.06 - automated control systems and progressive information technologies. National technical university "KPI", Kharkov, 2003.

In a thesis the mathematical models and algorithms of a problem solution of rational resource allocation in complicated systems, for of various character of input data are developed. For a solution of a problem allocation resource in a situation, when the input data ware probability character, the technique of deriving of the law of distribution of a income of a system based of data on the laws of distribution of parameters of production functions of the elements is developed. For allocation resource in a situation when as input data are ranges of probable values of parameters of production functions of the elements a system appear approach based on use of mathematics of fuzzy numbers only is offered. Besides the problem of rational allocation resource in active two-level systems of a type "a centre - elements" is investigated. The results, obtained in work, are realised in the decision support information system, used in control of the enterprise, and also in information system of a support used for want of control by branches of the enterprise.

Key words: allocated resource, production function, two-level structure, function of a membership, fuzzy information, active system, automated system.

Підп. до друку 03.09.2003р. Формат видання 145х215.
Формат паперу 60х90/16. Папір Captain. Друк. – ризографія.
Обсяг 0.9 авт. Арк. Наклад 100 прим. Зам. №398.

Видавничий центр НТУ “ХП”. Свідотство ДК № 116 від 10.07.2000р.
Друкарня НТУ “ХП”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
