

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Зарубін Вячеслав Сергійович

УДК 681.324

**ПЛАНУВАННЯ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА
УПРАВЛЯЮЧОЮ ЕКСПЕРТНОЮ СИСТЕМОЮ
В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

Спеціальність 05.13.06 – автоматизовані системи управління
та прогресивні інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2007

Дисертацією є рукопис.

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

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 **Федорович Олег Євгенович**, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”, завідувач кафедри інформаційно-управляючих систем;

кандидат технічних наук, **Скаткова Наталя Олександрівна**, Севастопольський національний технічний університет, старший викладач кафедри кібернетики та обчислювальної техніки.

Захист відбудеться “ 4 ” жовтня 2007 року о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут”, за адресою: 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розісланий “ 3 ” вересня 2007 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Гамаюн І.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відомі методи планування виробництва приводять до математичних моделей, які відповідають розподільним задачам лінійного програмування. Для сучасного багатоменклатурного виробництва розмірність цих задач істотно перевищує можливості стандартних математичних пакетів, використовуваних на практиці. Ця обставина приводить до необхідності розробки спеціальних методів, орієнтованих на високу розмірність задачі (десятки та сотні тисяч змінних). З іншого боку, традиційні методи рішення задач планування виробництва виходять із припущення про детермінованості параметрів моделі. У дійсності все інакше: значна частина числових характеристик задач (попит на продукцію, її ринкова вартість, продуктивність устаткування, витрати сировинних та інших ресурсів і т.д.) точно не визначено. Разом з тим, їх не можна класифікувати як випадкові величини, оскільки закон їхнього розподілу не відомий і його важко визначити. У цих умовах особливу важливість здобуває розробка математичних методів рішення задач планування для випадків, коли параметри задач - нечіткі числа. Нарешті, необхідно відзначити, що для одночасного обліку в комплексній задачі планування багатоменклатурного виробництва великої кількості різноманітних факторів (кон'юнктура ринку, наявність сировинних та інших ресурсів, технічні характеристики та технічний стан устаткування) необхідна об'єктно-орієнтована система. Такі системи належать до класу так званих управляючих експертних систем, теорія побудови та функціонування яких інтенсивно розвивається. Ця система повинна входити до складу автоматизованих систем управління виробництвом. У зв'язку із цим тема дисертаційної роботи, яка присвячена розробці керуючої експертної системи планування багатоменклатурного виробництва в умовах невизначеності, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, які були виконані в рамках дисертаційної роботи, тісно пов'язані з темами науково-дослідних робіт, які виконувалися в НТУ "ХПІ" при особистій участі здобувача як виконавця: "Розробка інформаційних моделей для реалізації процедур структурного синтезу в комп'ютерно-інтегрованих системах" (№ 8013, ДР № 0103U001543), "Розробка математичного та програмного забезпечення задач оперативного внутрішньозаводського планування" (госпдоговір з ВАТ "Харківський підшипниковий завод"-ХАРП № 88333 від 02.07.2004).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є рішення задач планування багатоменклатурного виробництва високої розмірності в умовах невизначеності вихідних даних.

Для досягнення поставленої мети в роботі були сформульовані та вирішені наступні задачі:

– розробка методики рішення задачі планування виробництва в умовах, коли вихідні дані - нечіткі величини;

– розробка методики рішення детермінованих задач планування зайнятості обладнання високої розмірності;

– розробка методики рішення задач планування зайнятості обладнання в умовах невизначеності.

Об'єкт дослідження - процеси оперативного календарного планування виробництва.

Предмет дослідження - планування багатоменклатурного виробництва.

Методи дослідження - теорія ймовірностей і математична статистика, математичне програмування, математика нечітких чисел.

Наукова новизна одержаних результатів. При рішенні задач дисертаційної роботи були одержані наукові результати:

уперше - розроблено методику рішення задачі планування виробництва в умовах нечітко заданих вихідних даних, який відрізняється тим, що отримано функцію приналежності критерію, яка забезпечує обґрунтований перехід до чіткої задачі математичного програмування;

одержали подальший розвиток - методики рішення задачі планування зайнятості обладнання високої розмірності в напрямку зниження розмірності по переліку номенклатур обладнання та виготовлених виробів, а також використання декомпозиції задачі.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені методики практично використані при плануванні багатоменклатурного виробництва підшипників на ВАТ "Харківський підшипниковий завод" (акт про реалізацію від 03.03.2007). Методи рішення нечітких і стохастичних задач математичного програмування, які представляють теоретичну основу рішення задач, сформульованих у роботі, можуть бути ефективно використані при рішенні широкого класу інших задач календарного планування.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, одержані здобувачем особисто. Серед них: методика перебудови розподіленої задачі лінійного програмування до транспортної; модель задачі планування виробництва з урахуванням випадкового попиту; методика наближеного розв'язання розподіленої задачі, яка заснована на декомпозиції вихідної задачі; методика редукції вихідної нечіткої задачі до чіткої задачі математичного програмування.

Апробація результатів дисертації. Одержані в роботі результати доповідалися на: XII-й і XIII-й Міжнародних науково-практичних конференціях "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (м. Харків, 2004, 2005 р.), V-й міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми інформатики та моделювання" (м. Харків, 2005р.), міжнародній науково-методичній конференції "Проблеми математичного моделювання" (м. Дніпродзержинськ, 2005р.), 12-й міжнародній конференції по автоматичному управлінні "Автоматика - 2005" (м. Харків, 2005 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 8 статей у спеціалізованих виданнях, рекомендованих ВАК України.

Структура дисертації. Дисертація містить вступ, 4 розділи, висновки та додатки. Повний обсяг дисертації становить 247 сторінок. Робота містить 6 ілюстрацій по тексту, 14 таблиць по тексту, 2 таблиці на 2 сторінках, 11 додатків на 89 сторінках, 57 найменувань використаних джерел на 5 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкрито стан проблеми планування багатоміноменклатурного виробництва, сформульована мета роботи, обґрунтована необхідність проведення досліджень, показані наукова новизна й практична цінність одержаних результатів.

Перший розділ роботи містить аналіз відомих моделей рішення задачі планування виробництва, у ході якого обґрунтовується необхідність проведення подальших досліджень по темі дисертації та формулюється задача досліджень.

У **другому розділі** роботи розглянуто моделі планування багатоміноменклатурного виробництва.

Комплексна задача планування багатоміноменклатурного виробництва розбивається на дві зв'язані між собою підзадачі:

- планування номенклатури та обсягів виробництва продукції з урахуванням ринкової кон'юнктури попиту, наявності сировинних, енергетичних, складських та інших ресурсів, передбачуваного прибутку від реалізації продукції та витрат на зберігання непроданої її частини;
- розподіл зайнятості обладнання підприємства з урахуванням сформованого плану виробництва, складу, технічних характеристик і технічного стану обладнання.

Перераховані завдання вирішуються управляючою експертною системою (УЕС), структура якої наведена на рис.1.

Технологія рішення сформульованих задач полягає в наступному.

Нехай r_{ij} - кількість ресурсу i -го типу, що витрачає на виготовлення одиниці j -го продукту, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$,

x_j - планована кількість одиниць для виробництва j -го продукту, $j = 1, 2, \dots, n$,

Q_i - запас ресурсу i -го типу, що є в наявності,

$\varphi_j \theta_j$ - щільність розподілу випадкової величини попиту на продукт j -го виду,

G_j - прибуток від реалізації одиниці продукції j -го виду,

α_j - витрати на зберігання одиниці продукції j -го виду,

$f_j(x_j) = G_j x_j^{\alpha_j}$, $\alpha_j \in (0, 1)$ - функція, яка задає середній рівень продажів продукції j -го

виду при виробництві цієї продукції у кількості x_j , $j = 1, 2, \dots, n$. При цьому сумарний середній прибуток від плану виробництва $X = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n)$ дорівнює

$$G(X) = \sum_{j=1}^n G_j x_j^{\alpha_j}. \quad (1)$$

План виробництва $X = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n)$ повинен задовольняти обмеженням, пов'язаним з обліком ресурсів, які витрачаються при виробництві продукції

$$\sum_{j=1}^n r_{ij} x_j = Q_i, \quad i=1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Задача відшукування плану X , максимізуючого (1) і задовольняючого (2)-(4), може бути вирішена методом невизначених множників Лагранжа. Однак обчислювальні труднощі рішення швидко ростуть зі збільшенням числа m типів ресурсів. У зв'язку із цим у роботі запропоноване просте наближене рішення задачі із застосуванням наступної ітераційної процедури.

Спочатку вводиться нульовий набір $X^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}) = (0, 0, \dots, 0)$. Далі на кожній ітерації здійснюється однокомпонентне поліпшення вектора рішення шляхом додавання одиниці до тієї компонент x_j X , для якої максимальним є збільшення відповідного доданка в цільовій функції (1). Нехай пророблено k ітерацій, у результаті яких отримано вектор $X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$.

Якість одержуваного плану виробництва буде істотно підвищено, якщо за результатами обробки реальної статистики продажів можливе одержання набору $\varphi_j(\theta)$ щільностей розподілу попиту на вироблену продукцію.

Тоді середній чистий прибуток від виробництва та реалізації j -го продукту визначається так: $L_j(x_j) = R_j(x_j) - F_j(x_j)$.

Для більшості товарів масового споживання функція $\varphi_j(\theta)$ є унімодальна та має негативну асиметрію.

Для оцінювання параметрів уведеного полінома використано метод найменших квадратів.

У результаті рішення отриманої задачі відшукується набір x_j , $j = 1, 2, \dots, n$, який задає оптимальний план виробництва з урахуванням попиту на товари, рівня забезпеченості необхідними сировинними й іншими ресурсами процесу їхнього виготовлення, прибутку від реалізації товару та витрат на зберігання непроданої частини товарів.

Найважливішим елементом внутрішньозаводського планування виробництва є оперативне планування зайнятості обладнання. Основою оперативного планування є оперативно-календарне планування, що полягає в розробці для кожного виробничого підрозділу календарних план-графіків. Такий план-графік для заданої програми випуску виробів багатомономенклатурного плану виробництва встановлює розподіл обладнання протягом планового періоду при виконанні технологічних операцій для виробництва виробів по кожній з номенклатур.

Нехай для виготовлення продуктів відповідно до плану $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ використовується обладнання m типів.

Уведемо: C_{ij} - витрати на виробництво одиниці j -го продукту на обладнанні i -го типу, d_{ij} - витрата ресурсу при виробництві одиниці j -го продукту на обладнанні i -го типу, x_{ij} - планована кількість j -го продукту, виробленого на обладнанні i -го типу.

При цьому співвідношення (6) забезпечують виконання плану замовлень, а співвідношення (7) – ураховують обмеження на ресурс обладнання.

Отримана задача максимізації (5) на обмеженнях (6)-(8) є так називаним розподільною задачею лінійного програмування. Точне рішення цієї задачі може бути отримано із застосуванням загальних процедур лінійного програмування. Разом з тим трудомісткість цих методів швидко росте зі збільшенням розмірності задачі, що у реальній ситуації може бути дуже великою (номенклатура типів підшипників, що виготовляють, у ХАРПІ нараховує більше тисячі найменувань). У зв'язку із цим у роботі запропонована ітераційна процедура, яка забезпечує наближене рішення задачі.

Для організації обчислювальної процедури рішення вихідної задачі використовується наступна, яка доведена в роботі.

Теорема 1. Набір $X^* = (x_{ij}^*)$ буде рішенням задачі (5)-(8) у тім і тільки у тому випадку, якщо він, задовольняючи обмеженням (6)-(8).

Із цієї теореми виходить, що рішення вихідної задачі може бути отримано в результаті реалізації наступної декомпозиційної процедури. Вона складається із двох етапів - підготовчого й основного. При цьому на підготовчому етапі вирішується задача задоволення стовпцевих обмежень, а на основному - корекція плану з метою задоволення строкових обмежень.

Далі в роботі показано, що точне й швидке рішення задачі може бути отримано, якщо $d_{ij} = \lambda_i \mu_j$, $i=1,2,\dots,m$, $j=1,2,\dots,n$. При виконанні цих умов задача (5)-(8) може бути зведена до транспортної задач лінійного програмування.

Зрозуміло, що ця процедура рішення розподільної задачі в загальному випадку, коли рівність $d_{ij} = \lambda_i \mu_j$ не виконується для всіх пар $i = 1,2,\dots,m$, $j = 1,2,\dots,n$, дає лише наближене рішення. У роботі проведене порівняння результатів рішення задачі з використанням обох запропонованих процедур між собою, а також стосовно точного рішення, одержуваному симплексом-методом. Із цією метою побудована імітаційна модель, що формує сукупність тестових розподільних задач, кожна з яких вирішувалася точним (A0 - симплекс-метод) і наближеними алгоритмами (A1 - декомпозиційна процедура, A2 - відомість до транспортної задачі). Оцінка ефективності наближених алгоритмів розраховувалася по формулі

Аналіз наведених графіків дозволяє зробити наступний висновок. Для задач невеликої розмірності більше ефективним є алгоритм A2, що зводить вихідну задачу до транспортної. У міру збільшення розмірності задачі переваги A2 слабшають, і для задач високої розмірності алгоритми A1 і A2 практично однаково ефективні.

Далі наведемо графік залежності показника $\aleph = T_1 / T_2$, що характеризує порівняльні значення середньої тривалості рішення задачі алгоритмами A1 і A2.

Із графіка ясно, що алгоритм A1 по швидкодії має помітну перевагу перед A2, тим більше, ніж вище розмірність задачі. Таким чином, порівняння точності й середньої тривалості рішення задачі дозволяє виробити наступну рекомендацію: для задач реальної розмірності більше ефективним є алгоритм A1.

Принциповим недоліком розглянутої моделі є неврахування розходжень у продуктивності обладнання при виконанні різних технологічних операцій у процесі виготовлення різних виробів. Крім того, необхідно врахувати, що кожний верстат, як правило, є багатофункціональним і, після відповідного переналагодження, може виконувати необхідні технологічні операції для різних типів виробів. При цьому тривалість переналагодження залежить від того, з якого саме типу виробу і на який здійснюється переналагодження.

Отримане завдання є трьохіндексною несиметричної аксіально-планарною задачею лінійного програмування. Технологія рішення таких задач відома, однак у розглянутій тут ситуації серйозні труднощі виникають у зв'язку з величезною розмірністю задачі (кількість змінних $N = mnp$ для реальних значень $m = 3 \div 5 \cdot 10^2$, $p = 2 \div 3 \cdot 10^2$, $n = 10 \div 15$ має порядок 10^6). Ефективний напрямок подолання "прокльону розмірності" при рішенні подібних задач складається в декомпозиції. Слід зазначити, що ідея декомпозиції моделей погоджується із загальною тенденцією спрощення й уніфікації структури виробництва, заснованої на широкому використанні

модульного принципу організації виробництва. При цьому вся множина верстатів розбивається на сукупність модулів. Кожний такий модуль складається з набору верстатів, що забезпечують виконання всіх операцій, передбачених технологією при виготовленні конкретного типу виробів. Оскільки всі верстати є переналагоджуваними, кожний модуль може виготовляти вироби різних типів, які утворюють групу, "прив'язану" до цього модуля. При цьому в кожен таку групу природно включати ті типи виробів, для яких тривалості взаємних переналагоджень мінімальні. Таким чином, кожному модулю буде поставлена у відповідність одна або кілька груп виробів, які можуть бути виготовлені цим модулем. Далі здійснюється раціональне призначення для кожного з модулів груп виробів таким чином, щоб план виробництва був максимально ефективним.

Задача розпадається на дві підзадачі. При рішенні першої підзадачі здійснюється побудова плану призначень груп, що задовольняє необхідному плану-замовленню виробництва з мінімальними тимчасовими витратами. У другій підзадачі з урахуванням знайденого плану призначень відшукується оптимальний розподіл невитраченого ресурсу, що залишився, модулів з метою максимізації основного критерію - сумарна кількість виготовлених виробів. Для рішення задачі знову використано декомпозиційний алгоритм A_1 .

Далі в розділі показано, що друга підзадача перетворюється до послідовності одноіндексних незалежних задач, розв'язуваних для кожного модуля окремо.

У **третьому розділі** роботи розглянута методика планування виробництва в умовах невизначеності.

Описана в розділі 2 задача планування зайнятості обладнання може бути представлена наступною математичною моделлю: знайти план $X = (x_j)$, який мінімізує функцію витрат

$$L(X) = C^T X \quad (16)$$

і задовольняє обмеженням

$$AX = B, \quad (17)$$

$$X \geq 0. \quad (18)$$

Ця задача істотно ускладнюється, якщо її параметри мають невизначеність, наприклад, представляють собою нечіткі числа. При цьому зрозуміло, що нечіткими можуть бути будь-які, у тому числі й усі, параметри задачі: компоненти векторів C і B , а також матриці A . Найбільш ясний зміст мають задачі, у яких нечіткими є елементи вектора C . В економічних додатках функція $L(X) = C^T X$ звичайно є функція вартості або витрат, складові якої мають природну невизначеність.

Отримана чітка задача математичного програмування вирішується відомими чисельними методами. Разом з тим, зрозуміло, що рівень складності рішення росте зі збільшенням розмірності задачі. У зв'язку із цим у роботі запропонована процедура наближеного рішення задачі.

Тепер задача зведена до відшукування набору X , який максимізує (19) і задовольняє (17)-(18).

Обчислювальну процедуру природно зупинити, коли буде виконана нерівність $\|X^{(k+1)} - X^{(k)}\| < \varepsilon$, де ε - деяке достатньо мале число.

Кожна з послідовності задач (20) легше вихідної задачі, оскільки тут максимізація дрібно-квадратичного функціонала (19) замінена оптимізацією звичайного квадратичного функціонала (20).

У роботі розглянута також ситуації, коли нечіткими є параметри обмежень, тобто елементи матриці A і вектора B .

При цьому показано, що задача зводиться до задачі дрібно-лінійного програмування, яка може бути як завгодно точно вирішена із застосуванням ітераційної процедури, описаної вище.

У **четвертому розділі** розглянута практична реалізація розробленої методики планування зайнятості обладнання, що була проведена на одному з найбільших підприємств Харківського промислового регіону - Харківському підшипниковому заводі.

Машинний парк підприємства представлений широким спектром верстатів, які відрізняються за типом, переліком виконуваних операцій і за продуктивністю. Номенклатура підшипників, які випускають заводом, нараховує більше п'ятисот найменувань. Наявний парк обладнання розділений на умовні підрозділи-модулі, які складені таким чином, щоб кожний модуль робив підшипник (або групу підшипників) повністю. Всі необхідні для рішення задачі вихідні дані зведені в базу даних УЕС. Реалізована в роботі методика складання плану зайнятості обладнання заснована на теоретичних положеннях, розроблених у другому та третьому розділах роботи.

Відповідно до викладеної вище методики на першій ітерації формується початковий план виробництва. При цьому для кожної групи підшипників вибирається спеціалізований модуль, для якого час виконання плану для обраної групи підшипників мінімальний. У результаті одержуємо матрицю завантаження модулів у припущенні, що їхній ресурс не обмежений. Далі виробляється аналіз сумарного завантаження модулів, а саме, обчислюється сумарний час, за який даний модуль виконає план виробництва у відповідності зі зробленими на першій ітерації призначеннями. Якщо отриманий план не задовольняє обмеженням, то здійснюється його корекція. Ітерації повторюються до задоволення всіх обмежень. Отриманий у результаті план є шуканим.

Цей план зайнятості обладнання є оптимальним у середньому і не враховує випадкового характеру тривалості основних виробничих операцій. У розглянутій задачі формування плану

зайнятості обладнання при багатомноменклатурному виробництві з використанням модульного принципу організації роботи й урахуванням її стохастичного характеру природним критерієм є ймовірність виконання плану в строк. Кількісною оцінкою величини цього критерію є максимальне значення з набору ймовірностей невиконання плану в строк кожним з модулів. У роботі реалізована ітераційна процедура складання плану зайнятості обладнання, оптимального за ймовірнісним критерієм. Як початковий план у цій процедурі використаємо план, що є оптимальним у середньому (табл. 1).

Значення критерію якості для цього плану дорівнює 1,0. Поліпшення цього плану за методикою, описаною в розділі 3, приводить до плану, наведеному в таблиці 2.

Чисельне значення критерію для цього плану дорівнює 0,41.

Таким чином, запропонована в роботі технологія планування виробництва забезпечує одержання прийняттого набору призначень обладнання, який мінімізує ймовірність невиконання плану.

У додатках до роботи наведені дані про технічні характеристики та продуктивності обладнання, яке використовується при виробництві підшипників, а також послідовність планів виробництва на різних етапах планування.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-практична задача планування багато номенклатурного виробництва та зайнятості обладнання. Основні результати роботи полягають у наступному:

1. У роботі розглянута задача планування багатомноменклатурного виробництва в умовах невизначеності вихідних даних. У результаті аналізу відомих публікацій виявлені основні напрямки дослідження: подолання труднощів практичного рішення реальної задачі планування виробництва високої розмірності (число змінних має порядок $10^4 - 10^5$), розробка методики рішення задачі планування виробництва в умовах, коли вихідні дані - випадкові величини або задані нечітко.

2. Запропоновано формальну модель задачі планування виробництва, яка враховує випадковий характер попиту на продукцію, наявність сировинних і інших ресурсів, прибуток від реалізації, витрати на зберігання нереалізованої частини продукції. Для рішення отриманої задачі математичного програмування запропоновані точний і наближений методи.

3. Показано, що розмірність реальної задачі оптимізації завантаження обладнання при багатомноменклатурному виробництві не дозволяє безпосередньо використати стандартні алгоритми рішення задач лінійного програмування. У зв'язку із цим для одержання наближеного рішення отриманої цілочислової розподільної задачі запропоновані два різних підходи. Проведено

порівняння ефективності запропонованих процедур і вироблені рекомендації щодо доцільності умов їхнього застосування.

4. Розглянуто задачу планування зайнятості обладнання в умовах невизначеності. Показано, що рішення цієї задачі у випадку, коли параметри цільової функції задані нечітко, зводиться до послідовності чітких задач квадратичного програмування. Якщо ж параметри цільової функції - випадкові величини, то для рішення задачі запропонована ітераційна процедура, на кожному кроці якої вирішується задача лінійного програмування.

5. Ефективність розроблених методик рішення задачі оптимізації зайнятості обладнання при багатноменклатурному виробництві в умовах невизначеності підтверджена рішенням цієї задачі для реальних даних при виробництві підшипників на Харківському підшипниковому заводі. Запропонована методика розподілу обладнання мінімізує ймовірність невиконання плану на множині номенклатур підшипників, які випускаються заводом, і практично використовується (акт про реалізацію від 03.03.2007р.).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ З ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Серая О.В., Зарубин В.С.* Рациональное распределение ресурса оборудования в много номенклатурном производстве // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2004. - № 18. – С.129-132.

Здобувачу належить методика перебудови вихідної розподіленої задачі лінійного програмування до транспортної, яка розв’язується стандартними методами.

2. *Серая О.В., Зарубин В.С.* Формирование рационального плана производства с учетом случайного спроса и ресурсных ограничений // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2004. - № 45. – С.125-130.

Здобувачу належить формальна модель задачі планування виробництва з урахуванням випадкового попиту.

3. *Раскин Л.Г., Зарубин В.С.* Оценка эффективности приближенных методов решения много размерных распределительных задач линейного программирования // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2005. - № 19.– С.111-114.

Здобувачу належить методика наближеного розв’язання розподіленої задачі лінійного програмування, яка заснована на декомпозиції вихідної задачі.

4. *Раскин Л.Г., Зарубин В.С.* Планирование модульного производства // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2005. - № 41.– С.149-152.

Здобувачу належить формальна модель задачі планування зайнятості обладнання в умовах модульного виробництва.

5. *Серая О.В., Зарубин В.С., Лолашвили Б.Г., Зинченко И.В.* Решение задач линейного программирования в нечеткой постановке // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2005. - № 54. – С. 160-167.

Здобувачу належить методика розв’язання чіткої задачі дрібно-нелінійного програмування, до якої зведена вихідна задача.

6. *Раскин Л.Г., Лолашвили Б.Г., Зарубин В.С., Зинченко И.В.* Принятие решений в нечетко определенной внешней среде // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2005. - № 56. – С. 104-110.

Здобувачу належить методика перебудови нечіткої задачі до чіткої задачі прийняття рішень.

7. *Серая О.В., Зарубин В.С., Зинченко И.В., Лолашвили Б.Г.* Задача математического программирования при нечетких исходных данных // Математичне моделювання.- Дніпродзержинськ: Дніпродзерж. держ. техн. універ.-2006. - № 1, 2.- С.3-5.

Здобувачу належить методика редукції вихідної нечіткої задачі до чіткої задачі математичного програмування.

8. *Серая О.В., Зарубин В.С., Иващенко А.С.* Математическая модель планирования много номенклатурного производства // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”.- Харків: НТУ “ХПІ”.-2006. - № 19.- С.103-107.

Здобувачу належить декомпозиція вихідної задачі до послідовності простіших.

АНОТАЦІЇ

Зарубин В.С. Планирование многономенклатурного производства управляющей экспертной системой 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 “Харьковский политехнический институт” Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2007.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной проблемы планирования многономенклатурного производства управляющей экспертной системой в условиях неопределенности.

В соответствии с целью исследования в диссертации был разработан комплекс математических моделей, обеспечивающих функционирование специализированной управляющей экспертной системы планирования производства, входящей в состав автоматизированной системы управления предприятием.

Предложенная в работе методика решения задачи планирования производства дает возможность эффективного решения задачи планирования в условиях, когда основные технические характеристики оборудования заданы нечетко.

Рассмотрена формальная модель задачи планирования производства, учитывающая случайных характер спроса на продукцию, наличие сырьевых и других ресурсов, прибыль от реализации, затраты на хранение нереализованной части продукции. Для решения полученной задачи математического программирования предложены точный и приближенный методы.

Показано, что размерность реальной задачи оптимизации загрузки оборудования при многономенклатурном производстве не позволяет непосредственно использовать стандартные алгоритмы решения задач линейного программирования. В связи с этим для получения приближенного решения полученной целочисленной распределительной задачи предложены два различных подхода. Проведено сравнение эффективности предложенных процедур и выработаны рекомендации относительно условий их целесообразного применения.

Рассмотрена задача планирования занятости оборудования в условиях неопределенности. Показано, что решение этой задачи в случае, когда параметры целевой функции заданы нечетко, сводится к последовательности четких задач квадратического программирования. Если же параметры целевой функции – случайные величины, то для решения задачи предложена итерационная процедура, на каждом шаге которой решается задача линейного программирования.

Эффективность разработанных методик решения задачи оптимизации занятости оборудования при многономенклатурном производстве в условиях неопределенности подтверждена решением этой задачи для реальных данных при производстве подшипников на Харьковском подшипниковом заводе. Предложенная методика распределения оборудования минимизирует вероятность невыполнения плана на множестве номенклатур выпускаемых заводом подшипников и практически используется.

Зарубін В.С. Планування багатноменклатурного виробництва управляючою експертною системою в умовах невизначеності. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології. Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” Міністерства освіти і науки України, Харків, 2007.

Дисертаційна робота присвячена рішенню актуальної проблеми планування багатноменклатурного виробництва управляючою експертною системою в умовах невизначеності.

Відповідно до мети дослідження в дисертації розроблено комплекс математичних моделей, які забезпечують функціонування спеціалізованої управляючої експертної системи планування виробництва, яка входить до складу автоматизованої системи управління підприємством.

Запропонована в роботі методика рішення задачі планування виробництва дає можливість ефективного рішення задачі планування в умовах, коли основні технічні характеристики обладнання задані нечітко.

Розглянуто формальну модель задачі планування виробництва, що враховує випадкових характер попиту на продукцію, наявність сировинних і інших ресурсів, прибуток від реалізації, витрати на зберігання нереалізованої частини продукції. Для рішення отриманої задачі математичного програмування запропоновані точний і наближений методи.

Ефективність розроблених методик рішення задачі оптимізації зайнятості обладнання при багатоменклатурному виробництві в умовах невизначеності підтверджена рішенням цієї задачі для реальних даних при виробництві підшипників на Харківському підшипниковому заводі.

Zarubin V.S. Panning's notches of multinomenclature manufacture by managing expert system in conditions of uncertainty. - Manuscript.

Thesis for a candidate's degree by speciality 05.13.06 - automated control systems and modern information technologies. National Technical University "Kharkiv Politechnical Institute", Kharkiv. – 2007.

Dissertational work is devoted to the decision of an actual problem of planning of multinomenclature manufacture by managing expert system in conditions of uncertainty.

According to the purpose of research in the dissertation the set of the mathematical models providing functioning of specialized managing expert system of planning of manufacture has been developed. It is a part of automated control system of the enterprise.

The technique of the decision of a problem of planning of manufacture proposed in work enables the effective decision of a problem of planning in conditions when the basic characteristics of the equipment are set indistinctly.

The formal model of a problem of planning of the manufacture, taking into account casual character of demand for production, presence of raw and other resources, profit on realization, an expense for storage of a non-realized part of production is considered. For the decision of the received problem of mathematical programming the exact and approached methods are offered.

Efficiency of the developed techniques of the decision of a problem of optimization of employment of the equipment by multinomenclature manufacture in conditions of uncertainty is confirmed with the decision of this problem for real data given by manufacture on Kharkov bearing a factory.

3/20/20