

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Роговий Антон Іванович

УДК 681.5: 629.114.4

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ВИРОБНИЦТВА ВАНТАЖНИХ
АВТОМОБІЛІВ

Спеціальність 05.13.06 – Автоматизовані системи управління та
прогресивні інформаційні технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті машин і систем Державного комітету промислової політики та
НАН України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
Кононенко Ігор Володимирович
Інститут машин і систем,
заступник директора з наукової роботи,
директор Аналітичного центру

Офіційні опоненти:
доктор технічних наук, професор Петров Едуард Георгійович, Харківський державний
технічний університет радіоелектроніки, м. Харків, завідувач кафедри системотехніки

кандидат технічних наук, доцент Чумаченко Ігор Володимирович, Державний аерокосмічний
університет ім. М.Є.Жуковського "Харківський авіаційний інститут", м. Харків, доцент
кафедри приладів літальних апаратів

Провідна установа:

Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, м. Київ

Захист відбудеться "26" грудня 2000 р. о 14-30 годині на засіданні

спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 у Харківському державному політехнічному
університеті за адресою:

61002, м. Харків-2, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського державного політехнічного
університету.

Автореферат розісланий "25" _____ 2000 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Голоскоков О.Є.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Успіх ринкових перебудов в Україні в значній мірі залежить від того, наскільки керівники підприємств засвоять методи стратегічного управління в умовах жорсткої конкурентної боротьби та обмеженості ресурсів. Створення та широке використання автоматизованих систем управління розвитком підприємств в Україні дозволить підвищити ефективність стратегічного управління за рахунок більш повного аналізу інформації про середовище та прийняття раціональних рішень. Такі системи поєднують в собі найкращі досягнення сучасної науки управління та будуть доступними для багатьох підприємств України.

Важливим об'єктом, для якого необхідна автоматизована система управління розвитком, є виробництво вантажних автомобілів в Україні.

Як вихідні дані для роботи використано існуючі принципи побудови автоматизованих систем підтримки прийняття рішень, відомі методи та алгоритми планування виробництва

продукції, дані про розвиток виробництва автомобілів, про перевезення вантажів в нашій країні та за кордоном.

Актуальність теми. Роботи по створенню та втіленню автоматизованих систем управління розвитком підприємств в Україні тільки починаються. Одним з найважливіших для економіки України є виробництво вантажних автомобілів. Тому створення автоматизованої системи, яка б формувала стратегію розвитку даної підгалузі, є важливим та актуальним. Потребує свого розв'язання задача розробки принципів побудови такої системи, створення інформаційної технології визначення потреб та попиту на продукцію, моделей та методу формування раціонального типу конкурентоспроможної продукції в умовах багатокритеріального вибору. Необхідно підвищити адекватність моделей, що використовуються, за рахунок застосування в них імітаційних моделей та аналізувати оптимальні рішення на стійкість до змін вихідних даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася в рамках госпдоговірних тем “Розробка науково-обґрунтованих пропозицій по формуванню і реалізації державної науково-технічної політики Мінмашпрому в галузі автомобілебудування” №ДР 0193U043979, “Розробка і реалізація методики аналізу ефективності цільових комплексних програм та наукове обґрунтування пріоритетів у галузі машинобудування” № ДР 0195U016977, “Розробка Концепції Міністерства щодо стратегії формування і розвитку основних галузей машинобудівного і військово-промислового комплексу України” №ДР 0197U000556 Аналітичного центру Інституту машин і систем Державного комітету промислової політики та Національної академії наук України (ІМіС) згідно з замовленнями Державного комітету промислової політики України.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є розробка принципів побудови автоматизованої системи управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, математичного та інформаційного забезпечень вирішення задачі оптимізації типу продукції – одних з найважливіших складових автоматизованої системи, що створюється, які включають математичні моделі, метод обробки інформації, інформаційні технології. Досягнення цієї мети забезпечується в роботі шляхом розв'язання комплексу взаємопов'язаних задач:

- 1) розробити принципи побудови автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем та функціональну структуру такої автоматизованої системи;
- 2) запропонувати модель немарківської задачі оптимізації динамічного типорозмірного ряду продукції в багатокритеріальній постановці, яка містить, в тому числі, нелінійну цільову функцію, аналітичні та алгоритмічні обмеження, розробити метод її розв'язання;
- 3) розробити імітаційну модель функціонування та розвитку промислового підприємства;
- 4) розробити інформаційну технологію підготовки даних для оптимізації типу вантажних автомобілів;
- 5) отримати раціональний тип вантажних автомобілів для умов України на основі розв'язання двохкритеріальної задачі з перевіркою допустимості за допомогою імітаційної моделі підприємства;
- б) виконати аналіз стійкості отриманих результатів до змін вихідних даних.

Об'єктом дослідження є процес управління розвитком виробничо-економічних систем та одна з найскладніших задач цього процесу – задача оптимізації типу продукції.

Предметом дослідження є принципи побудови автоматизованих систем управління розвитком виробничо-економічних систем, моделі, методи та інформаційні технології розв'язання задачі оптимізації типу продукції на прикладі вантажних автомобілів.

Методи дослідження: для розробки принципів побудови автоматизованих систем управління розвитком виробничо-економічних систем було застосовано програмно-цільовий метод управління; при розв'язанні задачі оптимізації типувантажних автомобілів використовувалися методи імітаційного моделювання, багатокритеріального математичного програмування, оптимізаційно-імітаційний підхід.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна результатів, отриманих в процесі виконання роботи, полягає у наступному: 1) дістали подальший розвиток принципи побудови автоматизованих систем управління розвитком виробничо-економічних систем в частині конкретизації факторів внутрішньої та зовнішньої сфер, які аналізуються та прогнозуються, задач, які вирішуються при формуванні програмної траєкторії розвитку, методів прогнозування та багатокритеріальної оптимізації типорозмірних рядів виробів; 2) вперше розроблено математичну модель динамічної задачі оптимізації типувантажної продукції у багатокритеріальній постановці з нелінійною, в тому числі, цільовою функцією, з аналітичними та алгоритмічними обмеженнями; векторна цільова функція моделі містить не тільки загальноприйнятий критерій мінімізації сумарних витрат, але і, вперше, критерій оптимізації переваг споживачів; 3) дістав подальший розвиток метод неявного перебору розв'язання багатокритеріальних задач, в якому, на відміну від існуючих, нижні межі для кожного з критеріїв обчислюються у нормованій формі, значення більшої з нижніх меж порівнюється з рекордним значенням, доказано правильність розрахунку нижніх меж для критеріїв, що використовуються; 4) дістав подальший розвиток процес моделювання функціонування та розвитку промислових підприємств. Імітаційна модель, яка пропонується, відрізняється тим, що враховує фактори, які необхідні для перевірки типорозмірного ряду виробів, що синтезується, на допустимість і тим, що вона використана в моделі оптимізації типорозмірного ряду виробів; 5) вперше розроблено та реалізовано інформаційну технологію підготовки даних для оптимізації типувантажних автомобілів, яка відрізняється тим, що містить алгоритми оцінювання потреб у вантажному автомобільному транспорті для виконання конкретних робіт на основі аналізу технологій отримання, транспортування та споживання продукції, яка увійшла до переліку найбільш типових вантажів.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані в дисертаційній роботі результати використані при розробці "Програми розвитку автомобілебудування в Україні". Результати досліджень використані Державним комітетом промислової політики України для прогнозування технологічних потреб та попиту на вантажні автомобілі, визначення раціонального типувантажних цих автомобілів для умов України, при прийнятті рішень щодо організації виробництва перспективних моделей вантажних автомобілів, а також ефективної кооперації з іноземними фірмами.

Практичне значення результатів даної роботи полягає у наступному: 1) автоматизована система управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, що створена на основі розроблених принципів, математичного та інформаційного забезпечень починаючи з 1996 р. використовується в Інституті машин і систем для розробки науково-обґрунтованих пропозицій щодо формування та реалізації стратегії розвитку вантажного автомобілебудування України; 2) розроблені принципи побудови автоматизованої системи управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, її математичне та інформаційне забезпечення можуть бути використані для створення автоматизованих систем управління розвитку інших видів виробництв; 3) створені бази даних виробів світового автомобілебудування, які містять понад 5000 записів, використовуються в Інституті машин і систем для отримання необхідної інформації про існуючі моделі машин.

Науково-технічний ефект дисертації полягає у підвищенні якості стратегічних рішень, що приймаються. Економічний ефект забезпечується зниженням витрат на виробництво та експлуатацію вантажних автомобілів при виконанні перевезень, що розглядаються. Соціальний ефект дисертації пов'язаний з автоматизацією процесу збирання та обробки інформації, що зменшує ризик прийняття помилкових рішень.

Особистий внесок здобувача. В роботах [1-2] автором розроблені модель та метод оптимізації типу вантажних автомобілів у багатокритеріальній постановці, інформаційна технологія оцінювання потреб у вантажних автомобілях. В роботі [3] автор створив принципи побудови та функціональну структуру автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем, імітаційну модель функціонування промислового підприємства. В роботі [4] автором розроблено алгоритми оцінювання потреби у вантажних автомобілях для умов України, які увійшли до інформаційної технології підготовки даних для оптимізації типу вантажних автомобілів. В роботах [5-6] автором проведені розрахунки раціонального типу вантажних автомобілів для умов України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи обговорювалися на наукових конференціях, симпозиумах та семінарах: міжнародному науково-технічному семінарі "Високі технології в машинобудуванні: діагностика процесів та забезпечення якості" (Харків, Алушта, 1996 р.), науково-технічній конференції з міжнародною участю "Приладобудування 96" (Вінниця-Судак, 1996 р.), міжнародній науково-практичній конференції "Соціально-економічні проблеми перехідних процесів у народному господарстві" (Харків, 1996 р.), міжнародному симпозиумі "Наука та підприємництво" (Вінниця-Львів, 1997 р.), другому конгресі двигунобудівників України з іноземною участю "Прогрес-Технологія-Якість" (Київ-Харків-Рибаче, 1997 р.), міжнародному симпозиумі "Наука та підприємництво" (Вінниця-Львів, 1999 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 12 робіт, в тому числі 5 статей у виданнях, які увійшли до переліку ВАК України, та 7 статей в збірниках праць наукових конференцій.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та трьох додатків. Повний обсяг дисертації складає 181 сторінку; 6 ілюстрацій (з яких 5 розміщені на 3 окремих сторінках); 9 таблиць (з яких 4 розміщені на 4 окремих сторінках); три додатки на 22 сторінках; список використаних літературних джерел зі 127 найменуваннями на 12 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовується актуальність завдання, формулюється мета роботи, її наукова новизна та практична цінність.

У **першому** розділі проведено аналіз сучасних підходів до побудови систем управління розвитком виробничо-економічних систем, існуючих методів розв'язання задач оптимізації типу продукції і вирішення багатокритеріальних задач оптимізації.

Виявлено, що в основу більшості методологій управління в складних системах покладено програмно-цільовий метод. Він складається з чотирьох етапів: 1) формування цілей, які розробляються всередині самої системи; 2) формування програми, яка розраховується за допомогою спрощеної системи моделей; 3) розрахунок плану на найближчий період; 4) реалізація плану.

Враховуючи, що процес управління потребує обробки великих масивів інформації, розглянуто питання створення сучасних інформаційних технологій, які являють собою сукупність процесів збирання, передачі, обробки, зберігання та представлення інформації.

Розглянуто моделі та методи оптимізації типорозмірних рядів виробів та методи розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації.

Аналіз існуючих підходів та пошук шляхів їх удосконалення дозволили поставити задачу розробки основних принципів побудови автоматизованої системи управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, розробки моделей та методів оптимізації типу продукції, створення інформаційних технологій підготовки даних.

Другий розділ присвячено створенню основних принципів побудови автоматизованих систем управління розвитком виробничо-економічних систем, формуванню на основі цих принципів функціональної структури такої системи, розробці математичного та інформаційного забезпечень для вирішення задачі оптимізації типу продукції.

Зазначено, що однією з найбільш важливих задач, які стоять перед промисловими підприємствами, є вибір номенклатури перспективної продукції. Ефективний інструмент для розв'язання цієї задачі – спеціалізовані автоматизовані системи. Аналіз таких систем та методів вирішення задач, які в них використовуються, дозволив запропонувати в дисертаційній роботі шляхи їх удосконалення, що знайшло відображення в нових принципах побудови таких систем. Ці принципи полягають в наступному.

1. В основу автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем покласти програмно-цільовий метод управління.
2. Аналіз та прогноз стану внутрішнього та зовнішнього середовища об'єкту, що управляється, проводити відносно наступних факторів:
 - попит на продукцію;
 - технологічна потреба;
 - основні характеристики існуючої та перспективної продукції;
 - ціни на основні види ресурсів;
 - основні характеристики технологій та технологічного обладнання, які використовуються, та перспективних;
 - виробничі можливості підприємств;
 - соціальний розвиток;
 - правове поле;
 - екологія.
3. При формуванні програмної траєкторії розвитку розв'язувати задачі:
 - розробки сценаріїв перспективного ринку продукції на 5, 10, 15 років;
 - формування цілей, критеріїв та пріоритетних напрямків соціально-економічного розвитку;
 - формування пропозицій щодо типу перспективної продукції;
 - розробки рекомендації щодо соціально-економічного розвитку виробничо-економічних систем;
 - формування пропозицій з раціональної спеціалізації та кооперації з зарубіжними фірмами;
 - розробки інвестиційних проектів та бізнес-планів;
 - розробки цільових комплексних програм.
4. Використовувати методи прогнозування, які поєднують в собі переваги евристичних та формалізованих методів.
5. Використовувати методи багатокритеріальної оптимізації, які орієнтовані на застосування алгоритмічних та аналітичних моделей.

Використання наведених принципів дозволить значно підвищити ефективність процесу управління розвитком виробничо-економічних систем завдяки застосуванню більш

адекватних моделей, методів розв'язання задач та сучасних інформаційних технологій. Функціональну структуру автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем, яка побудована на основі розроблених принципів, наведено на рис. 1. Формування та реалізація стратегії в цій системі здійснюється на основі послідовного розв'язання задач функціональними підсистемами з широким використанням зворотних зв'язків.

Виявлено, що однією з найбільш складних та значущих серед задач, які необхідно розв'язати в процесі створення стратегії, є визначення оптимальних, а також, враховуючи неточність вихідних даних, раціональних типажів перспективної продукції за допомогою методів оптимізації, орієнтованих на використання алгоритмічних та аналітичних моделей. Показано, що на цьому етапі поєднуються результати всіх попередніх етапів.

Рис. 1 Функціональна структура автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем

Цілі розвитку підприємства передбачають створення максимально ефективного ряду виробів, тобто ряду, який задовольняє вимогам заявок при мінімальних сумарних витратах на всіх етапах життєвого циклу виробів. Тому першим критерієм оптимізації в роботі обрано саме мінімізацію сумарних витрат. Однак часто виникають ситуації, коли необхідно пожертвувати в якійсь мірі ефективністю ряду на користь будь-якого іншого показника. Так, наприклад, ряд, який синтезується, повинен задовольняти потреби в найбільшій мірі. Тому слід враховувати переваги замовників при використанні тих чи інших виробів на конкретному виді робіт. В результаті в роботі до розгляду взято також цільову функцію, що відображує суму оцінок переваг споживачів по всім виробам, які використовуються для обслуговування заявок.

Розглянемо модель задачі оптимізації типажу продукції. Припустимо, що продукція i -го типу, $i = \overline{1, m}$, може бути використана для обслуговування j -ої заявки, $j = \overline{1, n}$, де m – кількість типів продукції, яка використовується, виробляється, розроблюється та потенційно можливої, n – кількість заявок. Для обслуговування j -ої заявки необхідно p_{ij} одиниць продукції i -го типу. Тривалість періоду планування дорівнює T .

Для кожної j -ої заявки та продукції i -го типу експертом задається бал привабливості π_{ij} , який оцінює привабливість обслуговування заявки конкретним типом продукції. Причому, більш привабливому варіанту обслуговування відповідає найменший бал.

Знайдемо закріплення продукції на обслуговування заявок, оптимальне з точки зору мінімізації підсумованих витрат на обслуговування та максимальної привабливості для споживачів.

$$\text{Модель} \quad \text{цієї} \quad \text{задачі} \quad \text{має} \\ \text{вигляд} \quad \sum_{i=1}^m \left[w_i \left(\sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \right) \right] \alpha_{t_i} \beta_{t_i}^{-v} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \left[v_i \left(\sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} + p_{i,\text{пред}} \right) \right] \times \\ (1.b)$$

де x_{ij} - бульова змінна, яка дорівнює одиниці, якщо продукція i -го типу застосовується для обслуговування j -ої заявки та заявок, які нею породжені, та дорівнює нулю в протилежному випадку;

$w_i = w_i \left(\sum_{i=1}^n p_{ij} x_{ij} \right)$ – нелінійна функція одноразових витрат;

$v_i = v_i \left(\sum_{i=1}^n p_{ij} x_{ij} \right)$ – нелінійна функція витрат на виробництво;

z_{ij} – витрати на транспортування, налагодження та можливе доведення продукції і-го типу при обслуговуванні j-ої заявки;

$I_{ir}, r = 1, 2, 3, \dots$ – зміна поточних витрат у порівнянні з (r-1)-м роком, пов'язана з призначенням на обслуговування деякої заявки однієї одиниці продукції і-го типу в r-му році з початку обслуговування цієї заявки;

$L_{ir}, r = 1, 2, 3, \dots$ – залишкова вартість продукції і-го типу в r-му році з початку її експлуатації;

U – множина заявок, для обслуговування яких обов'язково повинна бути призначена продукція;

a_t – параметр, що оцінюється за допомогою аналітичної функції, алгоритму чи імітаційної моделі;

e_t – вимога до параметру в t-му році, $q \in Q$; $t_j = \lceil j/\chi \rceil$, де знаком $\lceil \dots \rceil$ означене найменше більше чи рівне ціле,

χ – кількість заявок в одному році;

$$t_{il} = \begin{cases} \lceil \min J / \chi \rceil - 1, & \text{якщо } J \neq 0, \\ t_l^{\text{коп}}, & \text{якщо } J = 0, \end{cases}$$

τ_{il} – рік, що передує зміні і-го типу продукції на інший при обслуговуванні породжених заявок, J – множина заявок, що породжені заявкою l, для обслуговування яких призначена нова продукція, $J = \{j : x_{ij} = 1, j = 1 + k\chi \leq n, k = 1, 2, 3, \dots, i = \overline{1, m}\}$, $t_l^{\text{коп}}$ – останній рік, коли необхідно обслуговування l-ї заявки та заявок, що нею породжені;

Φ – множина типів виробів, виробництво яких підготовлено на передісторії;

$\alpha_k = 1 + E_n p^{-k}$, E_n – норматив приведення різночасових витрат, t_p – розрахунковий рік, $\alpha_{t_i} = 0$ при $i \in \Phi$.

Неприпустимі варіанти закріплення на обслуговування задаються за допомогою присвоєння $p_{ij} = \infty$, $z_{ij} = \infty$.

Для врахування зміни цін та рівнів заробітної плати за час, що розглядається, у модель введено коефіцієнти $\beta_k^{(w)}$, $\beta_k^{(v)}$, $\beta_k^{(z)}$, $\beta_k^{(I)}$, $\beta_k^{(L)}$.

За допомогою обмежень (2) перевіряється виконання різних вимог до типорозмірного ряду продукції, систем, що її виробляють та експлуатують.

Розглянута задача належить до класу динамічних нелінійних немарківських багатокритеріальних задач з бульовими змінними, яка включає в тому числі нелінійну цільову функцію та обмеження, що є аналітичними функціями, алгоритмами чи імітаційними

моделями. Для її розв'язання розроблено метод з використанням мінімаксного підходу, що відноситься до методів неявного перебору.

Ідея методу, що пропонується, полягає в обчисленні нижньої межі для кожного з критеріїв в нормованій формі. Відповідно з мінімаксним підходом значення більшої з них порівнюється з рекордним значенням. Нижня межа для кожного з критеріїв обчислюється шляхом підсумовування нижньої межі для витрат чи суми балів переваг, пов'язаних з обслуговуванням заявок, які увійшли до часткового рішення, з нижніми межами для витрат чи переваг на обслуговування кожної заявки із продовження часткового рішення. Обчислення останніх проводиться шляхом відмови від обмежень (2) та пошуку для кожної заявки із продовження часткового рішення нижньої межі критерію при обслуговуванні її незалежно від інших заявок.

Доказано, що нижні межі для критеріїв обчислюються правильно за умови, що залишкова вартість будь-якого виробу не зростає при збільшенні терміну експлуатації.

В роботі проведено чисельне дослідження розробленого методу, яке підтвердило його високу ефективність. Так, на персональному комп'ютері на базі процесору Pentium з тактовою частотою 100 МГц задача розмірністю $n=8$, $m=15$ розв'язується, в середньому, 20 с, а розмірністю $n=18$, $m=15$ – 37 с.

Для оцінки можливості чи доцільності виробництва продукції, яка увійшла до ряду, що синтезується, в роботі створено імітаційну модель функціонування та розвитку промислового підприємства. Ця модель зберігає логічну структуру, послідовність протікання процесів за часом, характер та склад інформації про стан об'єкта. Алгоритм, який використано в моделі, реалізує кінцево-різностні рівняння, що моделюють функціонування та розвиток підприємства в динаміці. Імітаційна модель враховує прогнози попиту на продукцію, замовлення сировини, матеріалів, комплектуючих, поставку сировини, матеріалів, комплектуючих, їх складування, процес виробництва продукції, її складування, постачання споживачам. Вона також враховує такі процеси, як придбання та вибування основних фондів, наймання та звільнення робітників, стан розрахункового рахунку підприємства, обов'язкові платежі та роботу з кредитними ресурсами. При розгляданні багатопродуктового виробництва в моделі введено узагальнений монопродукт. Він має середньозважені характеристики, такі як ціна, ціна комплектуючих, маса, маса комплектуючих, матеріалів та т.і. Окрім самого виробничого процесу аналізуються затримки, пов'язані з запізненням поставки компонентів до складів підприємства, а також ті, що враховують запізнення при відправленні готової продукції.

Специфікою задачі оптимізації типорозмірних рядів виробів є необхідність використання вихідної інформації з різних галузей знань: економіки, соціології, екології, машинобудування, приладобудування, сільського господарства, будівництва та багатьох інших. Ця інформація може бути як кількісною, так і якісною. Для підготовки прогнозної інформації в роботі розроблено єдину інформаційну технологію.

У **третьому** розділі розглядається розроблена інформаційна технологія підготовки даних для оптимізації типувант вагажних автомобілів. Ця технологія складається з таких ключових компонентів: інформаційна технологія підготовки прогнозної інформації, яка запропонована у розділі 2; бази даних виробів світового автомобілебудування; алгоритми оцінювання потреби у вагажних автомобілях. Процес реалізації розробленої інформаційної технології полягає у виконанні наступних етапів.

1. Аналіз предметної галузі, виділення та прогнозування розвитку факторів, важливих для процесу планування виробництва вагажних автомобілів, відповідно з інформаційною технологією підготовки прогнозної інформації.

2. Класифікація перевезень, визначення середніх відстаней та обсягів перевезень основних вантажів.
3. Визначення множини робіт по перевезенню вантажів та розбивка її на підмножини в залежності від специфіки виконання робіт.
4. Аналіз існуючого розподілу вантажних автомобілів за типами та виділення основних техніко-економічних характеристик машин з використанням баз даних виробів світового автомобілебудування.
5. Виділення вихідної множини автомобілів для оптимізації їх типу.
6. Розрахунок r_{ij} та підготовка інших вихідних даних для оптимізації типу вантажних автомобілів згідно із запропонованими алгоритмами.

В процесі розв'язання зазначених задач були обчислені всі вихідні дані для оптимізації типу вантажних автомобілів для умов України.

Вся інформація була отримана для 1992 року, який розглядається як базовий, а також для 1997-го. Порівняння результатів по двом цим рокам дало можливість простежити тенденції, які мають місце у вантажному автомобілебудуванні та у потребах в його продукції.

До базового варіанту потреб увійшли наступні вантажі: зерно, цукрові буряки, соняшник, картопля, овочі, фрукти, хліб, крупи та макаронні вироби, риба та рибні ТНС, м'ясо та м'ясопродукти, цукор, худоба, птиця, молоко, цемент, цегла, шифер, миючі засоби, взуття, одяг, ліки. Як бачимо, до базового варіанту потреб увійшли вантажі, найбільш необхідні для життя людини (продукти харчування, продукція сільського господарства, будматеріали та товари першої необхідності). Засновуючись на цьому можна стверджувати, що незалежно від економічної ситуації такий перелік з часом буде змінюватися неістотно.

В результаті аналізу технологій отримання, транспортування та вживання вантажів, які увійшли до базового варіанту, виділено роботи по перевезенню цих вантажів.

Сформовано вихідну множину вантажних автомобілів, до якої увійшли автомобілі вітчизняного виробництва, а також виробництва провідних світових фірм, за діапазоном вантажопідйомностей від 800 кг до 18,5 тон. Моделі обиралися за такими параметрами: вантажопідйомність, тип двигуна, його об'єм та потужність, витрати палива, екологічність, ціна. Враховуючи те, що необхідно побудувати перспективний типаж, автомобілі обиралися за умови конкурентоспроможності їх на ринку в найближчі роки.

Однією з ключових є інформація про кількість автомобілів r_{ij} i -ої моделі, необхідних для виконання кожної заявки j по перевезенню вантажів з базового варіанту потреб, $i = 1, m, j = 1, n$. Для знаходження значень r_{ij} розроблено два алгоритми, які увійшли до інформаційної технології підготовки вихідних даних для оптимізації типу вантажних автомобілів. Використання того чи іншого алгоритму залежить від специфіки виконання робіт по перевезенню вантажів. Перший алгоритм використовується для тих робіт, в яких темп представлення продукту для перевезення відіграє ключову роль, або специфіка товару потребує строгого обмеження загального часу на його транспортування. Другий алгоритм використовується, коли є відомими кількість споживачів даного продукту (магазини, колгоспні ринки, переробні заводи та т.і.) і темп споживання товарів.

Витрати на експлуатацію автомобіля при виконанні кожної з робіт переліку розраховувалися залежно від значення його пробігу, враховувалися також витрати на ремонт.

Для другого критерію основною інформацією для розрахунків є переваги, що віддаються споживачем тій чи іншій моделі для виконання робіт по перевезенню вантажів із підмножини, що розглядається. Для отримання такої інформації було сформовано анкети, які заповнили спеціалісти АТП та гаражів. Анкетування проводилося за десятибальною системою:

найбільшій перевазі відповідає бал 1, а найменшій – 10. Підсумкова анкета розраховувалася шляхом знаходження медіани серед ряду оцінок експертів по кожному виду робіт, який виконується конкретним автомобілем.

В **четвертому** розділі наведено результати оптимізації типажу вантажних автомобілів для умов України згідно з розробленим методом.

Раціональний типаж відносно вантажопідйомностей автомобілів наведено на рис. 2, 3.

Рис. 2. Раціональний типаж вантажних автомобілів в залежності від вантажопідйомності за даними 1992-го року

Рис. 3. Раціональний типаж вантажних автомобілів в залежності від вантажопідйомності за даними 1997-го року

Так, згідно з отриманим типажем, для виконання щоденних робіт з перевезень найбільш типових вантажів, таких як продукти харчування, ТНС, будівельні матеріали та ін., як для 1992, так і для 1997 років раціональним виявилось використання ГАЗ-33021 "Газель" вантажопідйомністю 1,5 т (21% для даних 1992-го року і 25% для даних 1997-го року) та ЗІЛ-5301 вантажопідйомністю 3 т (47% та 64% відповідно). Крім того, до раціонального типажу за даними 1992 року увійшли також КрАЗ-5540 (15% перевезень), КрАЗ-65032 (6%) та ЗІЛ-133Г4 (11%), а за даними 1997-го – КрАЗ-5540 (6%), КрАЗ-65032 (5%).

При перевезенні основних видів сільськогосподарської продукції при її збиранні та розподілі для даних 1992 року раціональним було використання автомобіля КрАЗ-5540 вантажопідйомністю 8,5 тон. Для даних 1997 року при перевезенні цих вантажів більш раціональним виявилось використання ЗІЛ-5301.

Аналіз результатів розв'язання задачі свідчить, що оптимальне значення цільової функції сумарних витрат при вирішенні двохкритеріальної задачі для даних 1997-го року на 81,2 млн.USD менше, ніж при типажі, який отримано тільки з урахуванням критерію оптимізації переваг споживачів, що і визначає економічний ефект виконаної роботи.

Перевірка отриманого типажу на допустимість за допомогою розробленої моделі функціонування та розвитку промислового підприємства довела, що українські підприємства мають виробничі потужності для виробництва необхідної кількості тих вантажних автомобілів, які увійшли до оптимального типажу.

Виявлено тенденції в зміні раціонального типажу автомобілів для перевезення вантажів, що розглядаються, на найближчі 5-10 років.

Оптимальний типаж для покриття перспективного попиту на перевезення отримано за допомогою моделі соціально-економічного розвитку України, яка відображує можливі сценарії розвитку. За прогнозами зростання ВВП у 2005 р. у порівнянні з 1997 р. складатиме 11,8%. Очікуваний попит на вантажні автомобілі зміниться аналогічно.

Проведено аналіз стійкості отриманих результатів до зміни вихідних даних. В задачі, що розглядається, даними, які в найбільшій мірі впливають на результат та найчастіше змінюються, є витрати на виробництво автомобілів. Тому проведено дослідження стійкості результатів до зміни саме цієї вихідної інформації. Розроблено метод, згідно з яким витрати на виробництво виробів i -го типу збільшуються на величину ΔV_{is} , яка визначається відповідно з виразом:

$$\Delta v_{is} = R_s * \gamma * v_i \left(\sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \right), \quad i = \overline{1, m},$$

де R_s – випадкові числа, розподілені за рівномірним законом в інтервалі (0,1);

γ - коефіцієнт перекручування вихідних даних;

$s = \overline{1, L}$; L – кількість ітерацій.

Для кожного рішення, яке відрізняється від оптимального, підраховується значення цільової функції.

Далі обчислюється відносне відхилення δF значення цільової функції (1a) F_{\max} для рішень з максимальним значенням цільової функції від значення цільової функції F_{opt} для оптимального рішення, отриманого при неперекручених вихідних даних. Аналогічно визначається відносне відхилення $\delta \Pi$ значення цільової функції (1b) Π_{\max} – рішення з максимальним значенням цільової функції від значення Π_{opt} .

Проведений за цим алгоритмом аналіз стійкості отриманих результатів свідчить, що відносне відхилення значення цільової функції (1a) при значенні коефіцієнта $\gamma = 0,5$ складає 35,7%, а функції (1б) – 8%.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі розв'язано актуальне наукове завдання розробки принципів побудови автоматизованої системи управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, математичного та інформаційного забезпечень вирішення задачі оптимізації типу продукції, які містять математичні моделі, метод обробки інформації, інформаційні технології. Це завдання має важливе значення для створення автоматизованих систем управління розвитком виробництв та їх широкого застосування. Результати досліджень впроваджено в Державному комітеті промислової політики України та в Інституті машин і систем. Результати роботи були використані при створенні "Програми розвитку автомобілебудування в Україні". Системний підхід до завдання дозволив сформулювати комплекс задач, в результаті розв'язання яких отримано наступні результати.

1. Проаналізовано стан автоматизації управління розвитком підприємств. Показано необхідність удосконалення принципів побудови автоматизованих систем управління розвитком підприємств, математичного та інформаційного забезпечень цих систем. Однією з найбільш важливих, але недостатньо опрацьованою, є задача формування раціонального типу продукції, яка виробляється, та перспективної в рамках автоматизації формування стратегії розвитку виробництва. Вантажне автомобілебудування належить до ключових галузей національної економіки України, тому в дисертації була поставлена мета: розробити принципи побудови автоматизованої системи управління розвитком виробництва вантажних автомобілів, а також математичне та інформаційне забезпечення вирішення задачі оптимізації типу продукції.

2. Розроблено нові принципи побудови автоматизованих систем управління розвитком виробничо-економічних систем. На їх основі створено функціональну структуру такої автоматизованої системи. Функціональна структура системи є універсальною і може бути використана для розробки таких систем в будь-якій галузі народного господарства.

3. Створено математичну модель задачі оптимізації типу продукції в багатокритеріальній постановці та розроблено метод її розв'язання. Задача, що розглядається, відноситься до класу динамічних немарківських задач бульового програмування, які містять, в

тому числі, нелінійну цільову функцію, аналітичні та алгоритмічні обмеження. Метод, який запропоновано для розв'язання задачі, відноситься до методів неявного перебору та оснований на використанні мінімаксного підходу.

4. Створено імітаційну модель функціонування та розвитку промислового підприємства. Модель дозволяє оцінювати можливість та доцільність виробництва продукції, яка входить до типорозмірного ряду, що синтезується.

5. Створено інформаційну технологію підготовки вихідних даних для оптимізації типувантажних автомобілів, яка дозволяє враховувати найважливіші фактори, що впливають на ряд, який синтезується. Надана інформаційна технологія містить:

а) інформаційну технологію підготовки прогнозованої інформації, яка дозволяє уніфікувати процедуру збирання та аналізу різнорідної вихідної інформації, що надходить з багатьох галузей знань;

б) бази даних виробів світового автомобілебудування, які містять інформацію про більш ніж 5000 моделей машин;

в) алгоритми оцінювання потреби у вантажному автомобільному транспорті в Україні.

6. Використовуючи розроблену інформаційну технологію підготовки вихідних даних для оптимізації типувантажних автомобілів розв'язані наступні задачі:

а) проведено аналіз вантажопотоків в Україні та виділено перелік найбільш типових вантажів, які перевозяться автомобільним транспортом, та їх обсяги. До цього переліку увійшли сільськогосподарська продукція (зерно, цукрові буряки, соняшник, картопля, овочі, фрукти, худоба, птиця), продукти харчування (хлібобулочні вироби, цукор, м'ясо, риба, макаронні вироби), будівельні матеріали (цегла, залізобетонні конструкції, цемент), товари народного споживання (миючі засоби, одяг, взуття, ліки). Створено класифікацію перевезень залежно від середніх відстаней та розраховані значення цих відстаней;

б) проведено аналіз ринку вантажних автомобілів, який на основі використання інформації з баз даних дозволив виділити з великої кількості існуючих моделей список машин, що став вихідною множиною для розрахунку оптимального типувантажу;

в) використовуючи алгоритми оцінювання потреби у вантажному автомобільному транспорті, що створені на основі аналізу отримання, транспортування та споживання найбільш типових вантажів в Україні, визначено вихідні дані для моделі оптимізації типувантажних автомобілів.

7. Отримано раціональний типаж вантажних автомобілів для перевезення найбільш типових вантажів в умовах України за даними 1992-го та 1997-го років. Найбільш вигідними для використання виявилися автомобілі середньої вантажопідйомності.

8. Якісний постоптимальний аналіз дозволив зробити висновок про тенденції зміни раціонального типувантажних автомобілів для умов України на найближчі 5-10 років.

9. Проведено аналіз стійкості отриманих результатів. Показано, наскільки зміна вихідних даних впливає на типаж, що отримується. Розрахунки свідчать, що при підвищенні витрат на виробництво в межах від 5% до 50% кількість рішень, які співпадають з оптимальним, складає 28%, а відносне відхилення найбільшої величини сумарних витрат від такої при оптимальному типажі – 35,7%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кононенко И.В., Роговой А.И. Векторная оптимизация динамического типоразмерного ряда продукции // Кибернетика и системный анализ. - 2000. - № 2. – С. 157-163.

2. Кононенко І.В., Роговий А.І. Векторна оптимізація типорозмірного ряду продукції на прикладі вибору типу транспорних засобів // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов ХГАДТУ. Вып. 3. – Харьков: ХГАДТУ. - 1999. – С. 24-26.

3. Кононенко И.В., Роговой А.И. Автоматизация управления развитием производства // Системный анализ, управление и информационные технологии: Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Вып. 97. - Харьков: ХГПУ. - 2000. — С. 164-168.

4. Кононенко И.В., Роговой А.И. Разработка и реализация компьютеризированной методики формирования рационального типажа грузовых автомобилей для условий Украины // Системный анализ, управление и информационные технологии: Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Вып. 35. - Харьков: ХГПУ. - 1998. - С. 70-73.

5. Кононенко И.В., Роговой А.И. Оптимизация перспективного типажа грузовых автомобилей для условий Украины // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Вып. 10. - Харьков: ХГПУ. - 1998. — С. 141-145.

6. Кононенко І.В., Пономарьов О.С., Роговий А.І. Застосування комп'ютеризованої системи підтримки прийняття рішень для оптимізації перспективного типу вантажних автомобілів // Уряду України. Президенту, законодавчій, виконавчій владі. Економічні реформи і автомобілебудування в Україні (Авто ЗАЗ): Теорія і практика. Аналітичні розробки, пропозиції наукових і практичних працівників. - Том 9. – Київ: НДІ "Проблеми людини". - 1997. – С. 376-391.

АНОТАЦІЇ

Роговий А.І. Автоматизація управління розвитком виробництва вантажних автомобілів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології. – Харківський державний політехнічний університет, Харків, 2000.

Дисертацію присвячено розробці основних принципів побудови автоматизованої системи управління розвитком виробничо-економічних систем та їх використанню для формування раціонального типу вантажних автомобілів для умов України. Створено модель багатокритеріальної задачі оптимізації типу продукції та розроблено оригінальний метод її розв'язання. Розроблено імітаційну модель функціонування та розвитку промислового підприємства. Створено інформаційну технологію підготовки вихідних даних для оптимізації типу вантажних автомобілів. Отримано раціональні типи вантажних автомобілів для даних 1992-го та 1997-го років та зроблено їх порівняльний аналіз. Виконано аналіз стійкості отриманих результатів до зміни вихідних даних.

Ключові слова: автоматизована система управління розвитком виробництва, тип продукції, багатокритеріальні задачі оптимізації, модель, метод, інформаційна технологія, вантажні автомобілі.

Роговой А.И. Автоматизация управления развитием производства грузовых автомобилей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизированные системы управления и прогрессивные

информационные технологии. – Харьковский государственный политехнический университет, Харьков, 2000.

Диссертация посвящена разработке основных принципов построения автоматизированной системы управления развитием производственно-экономических систем, математического и информационного обеспечений решения задачи оптимизации типажа продукции, являющихся одними из наиболее важных компонентов создаваемой автоматизированной системы, которые включают математические модели, метод обработки информации, информационные технологии.

Проведен анализ существующих подходов к построению систем управления развитием производственно-экономических систем. Этот анализ позволил сформировать основные принципы построения подобных систем и на основе этих принципов разработать функциональную структуру автоматизированной системы управления развитием производственно-экономических систем. Созданная структура является универсальной и может быть использована для построения подобных систем в любой отрасли народного хозяйства.

Разработана модель двухкритериальной задачи оптимизации типажа продукции, относящаяся к классу динамических немарковских задач с булевыми переменными, которая включает, в том числе, нелинейную целевую функцию и ограничения, являющиеся аналитическими функциями, алгоритмами или имитационными моделями. Для ее решения разработан оригинальный метод, который относится к группе методов неявного перебора и использует минимаксный подход.

Для оценки возможности или целесообразности производства продукции, которая попала в синтезируемый ряд, в работе разработана имитационная модель функционирования и развития промышленного предприятия. Имитационная модель функционирования предприятия отражает весь технологический процесс, начиная с анализа спроса на производимую продукцию и заканчивая поставкой готовой продукции потребителям. Модель развития предприятия учитывает такие важные факторы, как приобретение и вывод основных средств, наем и увольнение работников, состояние расчетного счета, обязательные платежи и кредиты.

Разработана информационная технология подготовки данных для оптимизации типажа грузовых автомобилей. Эта технология состоит из таких ключевых компонентов: информационная технология подготовки прогнозной информации; база данных по изделиям мирового автомобилестроения; алгоритмы оценивания потребности в грузовых автомобилях.

Получены рациональные типажи грузовых автомобилей для данных 1992-го и 1997-го годов и проведен их сравнительный анализ, позволивший сделать вывод о тенденциях изменения рационального типажа грузовых автомобилей для условий Украины на ближайшие 5-10 лет.

Разработан алгоритм анализа устойчивости полученных результатов к изменению исходных данных. Проведен анализ чувствительности оптимальных значений векторной целевой функции к изменению затрат на производство продукции.

Ключевые слова: автоматизированная система управления развитием производства, типаж продукции, многокритериальные задачи оптимизации, модель, метод, информационная технология, грузовые автомобили.

Rogoviy A. Automatization of lorries production development management. – Manuscript.

Dissertation for scientific degree of candidate of technical sciences on specialty 05.13.06 – automated control systems and progressive information technologies. – Kharkiv State Politechnical University, Kharkiv, 2000.

The dissertation is devoted to development of the main principles of building of computer aided system for development of production-economic systems, models, method, information technology which are used for products type optimization problem solving, and its using for lorries rational type forming for using in Ukraine's conditions. The multicriteria model of optimization problem of products type and original method for its solving have been developed. The simulation model of industry enterprise development and functioning has been developed. The information technology of preparing of initial data for lorries type optimization has been created. The rational type of lorries for 1992 and 1997 data has been obtained. The comparison of obtained results has been conducted. The stability analysis of obtained results to changes in initial data has been performed.

Keywords: computer aided system for development of production; products type, multicriteria optimization problem, model, method, information technology, lorries.