

## **СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ**

*Анотація:* Розглядається спосіб управління процесом виробництва електронного апарату, реалізований у вигляді системи підтримки прийняття рішень, який дозволить підвищити продуктивність процесу виробництва електронного апарату, скоротити терміни випуску нових електронних апаратів, підвищити конкурентоспроможність підприємств.

*Ключові слова:* Спосіб управління, процес виробництва, електронний апарат, система підтримки прийняття рішень, продуктивність процесу виробництва, моделі автоматизованого керування.

### **Вступ**

Робота присвячена вдосконаленню способу управління процесом виробництва електронних апаратів шляхом розробки комп'ютерної системи управління в якій кортежі керуючих дій, на основі критерію ефективності, адаптують процес керування під особливості електронних апаратів, що призводить до підвищення продуктивності процесу виробництва електронного апарату, скорочення терміну випуску нових електронних апаратів, підвищення конкурентоспроможності підприємств при підвищенні якості електронних апаратів, надійності, вібраційної і резонансної стійкості [1].

Рішення вказаної задачі досягається тим, що в способі управління процесом виробництва електронних апаратів, який полягає у дослідженні ефективності запропонованих керуючих дій [2], спрямованих на компоновку електронного апарату, спочатку у графічному редакторі запропонованої комп'ютерної системи створюють інформаційний опис електронного апарату, який моделюють у розроблених програмно-технічних комплексах, з'єднаних з експериментальною установкою [3]. Значення ефективності управління для дослідного електронного апарату порівнюють зі значенням, яке зберігається у базі знань системи підтримки прийняття рішень [4], та звідти ж викликають кортеж керуючих дій, спрямованих на компоновку електронного апарату, який найкращим чином може забезпечити вимоги продуктивності і швидкодії процесу керування, підвищення якості електронних апаратів, надійності, вібраційної і резонансної стійкості. Таким чином розглядають і враховують ефективність управління [5], припустиму похибку визначення керуючих дій, наявність статистичної інформації по розповсюдженості та використанню керуючих дій, зв'язок з виконаними проектами, рекомендації особи, яка приймає рішення, тощо.

Метою роботи є вдосконалення способу управління процесом виробництва електронних апаратів шляхом розробки комп'ютерної системи управління процесом виробництва електронних апаратів.

## Основний зміст і результати роботи

Реалізація запропонованого способу управління може бути проілюстрована структурною схемою, зображеною на рис. 1. Для рис. 1: блок 1 виробництва електронних апаратів; блок 2 особа, яка приймає рішення; блок 3 генерації функціоналів; блок 4 розрахунку обмежень методом аналізу ієрархій; блок 5 підготовки інформації; блок 6 моделювання; блок 7 експериментальних досліджень; блок 8 оцінки похибки; блок 9 ідентифікації залежності ефективності керування від варіантів керуючих дій; блок 10 збору і обробки статистики; блок 11 бази даних; блок 12 аналізу значущості параметрів; блок 13 розрахунку ефективності управління; блок 14 база знань; блок 15 генерації варіанту рішення; блок 16 комп’ютерна система реалізована у вигляді системи підтримки прийняття рішень. В процес управління процесом виробництва електронного апарату блок 1 як додатковий інструмент особи, яка приймає рішення, у блоці 2 включають розроблену систему підтримки прийняття рішень (блок 16). Оператор одержує інструкції від системи підтримки прийняття рішень у вигляді рекомендацій або (на вимогу оператора) у вигляді вікон моделювання параметрів і властивостей електронних апаратів. Рішення про виконання рекомендацій системи підтримки прийняття рішень приймає оператор, покладаючись на посадові інструкції, знання, досвід і уміння. Навчання системи підтримки прийняття рішень виконують для того, щоб після визначення ефективності управління процесом виробництва електронного апарату досліджуваної класифікаційної групи, система запропонувала оптимальний сценарій досягнення властивостей, параметрів, компоновки, вібраційної і резонансної стійкості електронного апарату.

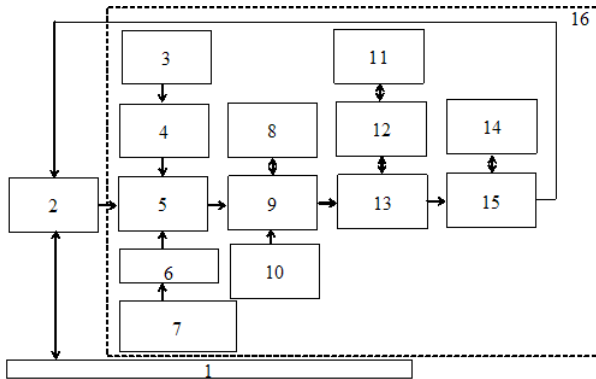


Рис. 1 – Спосіб управління процесом виробництва електронних апаратів

У блоці 3 – в залежності від ознак класифікації об’єктів, формують функціональну залежність для дослідження ефективності управління процесом виробництва електронних апаратів. За допомогою блоку 4 збе-

рігають величини коефіцієнтів моделі індивідуальні для об'єктів різної природи і безпосередньо експертні оцінки методу аналізу ієрархій.

У блоці 5 візуалізують компоновку електронного апарату і його складових, який спирається в своєму функціонуванні на інформаційне представлення об'єкту виробництва. Останнє включає ієрархію елементів конструкцій, різноманітність самих елементів, їх складових і параметрів. У блоці 6 здійснюють моделювання механічних навантажень електронних апаратів і їх складових з допомогою програмно-технічних комплексів. У блоці 7 реалізують методику, оснастку та устаткування для проведення експериментальних досліджень. У блоці 9 шляхом вирішення задачі лінійного програмування для забезпечення мінімальної похибки (Блок 8) визначають функціональну залежність для кортежів керування. Призначення блоку 10 полягає в формуванні повчальних і перевірочних статистичних вибірок для кожної реалізації досліджуваного електронного апарату в залежності від величини ефективності керування, яка складає вихідний сигнал для цих вибірок. У блоці 13 здійснюють розрахунок значення ефективності управління. Для кожного з видів аналізованих електронних апаратів (блок 12) вихідний сигнал не повинен перевищувати величину ефективності управління процесом виробництва електронного апарату, значення яких містяться в блоці 11, інакше втрачається сенс впровадження запропонованої системи підтримки прийняття рішень в існуюче управління процесом виробництва електронного апарату. У блоці 14 розміщують готові сценарії проведення виробництва, які відповідають вимогам ефективності керування. У блоці 15 формують безпосередньо функціональні залежності для критеріїв компоновки електронного апарату і складових. Обмеження, що накладаються на функціональні залежності критеріїв компоновки, пов'язані з вартістю виявлення і усунення кожного з аналізованих явищ і сумарною вартістю забезпечення необхідних параметрів виробу на обмеженому наборі керуючих дій, які спрямовані на компоновку електронного апарату.

Алгоритм роботи блоку 9 наступний. Для кожної реалізації статистичних вибірок досліджуваного електронного апарату величину ефективності перераховують і складають вихідний сигнал для повчальних і перевірочних вибірок. Для кожного з видів аналізованих електронних апаратів вихідний сигнал не повинен перевищувати величину ефективності управління процесом виробництва електронного апарату, інакше втрачається сенс впровадження запропонованої системи підтримки прийняття рішень в існуюче управління процесом виробництва електронного апарату.

Має місце ситуація, коли для вибірки з  $N$  спостережень, є дані статистичних спостережень вигляду

$$\begin{matrix} \{X(1); Y(1)\} \\ \{X(2); Y(2)\} \\ \dots \\ \{X(N); Y(N)\} \end{matrix}, \quad (1)$$

де  $X(i) = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i)$  – значення початкових чинників при  $i$ -ому спостереженні,  $Y(i) = (y_1^i, y_2^i, \dots, y_n^i)$  – значення вихідного параметру при  $i$ -ому спостереженні.

Функціональна залежність  $F$  між вхідними  $X(i)$  і вихідними  $Y(i)$  параметрами моделі управління невідома, причому невідома ні сама залежність, ні передбачуваний її вигляд. Тому відповідно до методу групового обліку аргументу, якнайповнішу залежність між входами  $X(i)$  і виходами  $Y(i)$  представляють за допомогою узагальненого поліному Колмогорова-Габора:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^N \sum_{i \leq j} a_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^N \sum_{i \leq j} \sum_{k \leq j} a_{ijk} \cdot x_i \cdot x_j \cdot x_k + \dots, \quad (2)$$

де  $a_i$  – невідомі коефіцієнти.

Спираючись на типи керуючих дій, вибраних як вхідні параметри для досліджуваної методом групового обліку аргументу стохастичної моделі управління процесом виробництва електронних апаратів, відповідно до алгоритмів селекції претендентів на відбір по складанню часткових описів квадратичного типу, одержують загальний вигляд алгоритму селекції. Для кожної пари претендентів розв’язують завдання мінімізації похибки часткового описання квадратичного типу методом найменших квадратів, при цьому визначають коефіцієнти часткового описання квадратичного типу і функцію похибки. Аналізуючи таблиці селекції претендентів, слід звернути увагу на той факт, що часткові описання першого і подальших рядів вибирають шляхом селекції кортежу претендентів, функціональну залежність для якого визначають шляхом рішення задачі лінійного програмування для забезпечення мінімальної похибки, тобто, на подальший етап селекції вибирають претендент з максимальною точністю.

Алгоритм роботи блоку 13 наступний. Ознаку класифікації об’єктів, названу функціональною залежністю для дослідження ефективності управління процесом виробництва електронних апаратів, визначають

$$J = P_1 \cdot \left( \begin{array}{l} K_1 \cdot (L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + L_3 \cdot y_3 + L_4 \cdot y_4) + \\ + K_2 \cdot (L_5 \cdot y_5 + L_6 \cdot y_6 + L_7 \cdot y_7) \end{array} \right) + \\ + P_2 \cdot \left( \begin{array}{l} K_3 \cdot (L_8 \cdot y_8 + L_9 \cdot y_9 + L_{10} \cdot y_{10} + L_{11} \cdot y_{11} + L_{12} \cdot y_{12}) + \\ + K_4 \cdot (L_{13} \cdot y_{13} + L_{14} \cdot y_{14} + L_{15} \cdot y_{15}) \end{array} \right), \quad (3)$$

де  $P_i, K_j, L_f$  – коефіцієнти,  $y_f$  – ознаки.

Величини коефіцієнтів моделі індивідуальні для об’єктів різної природи, їх визначають на підставі експертних оцінок і методу аналізу ієрархій. Вигляд (3) відповідає адитивному виду критерію і припускає простоту реалізації при одночасному достатньому рівні точності, що узгоджується з ієрархічними представленнями методу аналізу ієрархій. Кількість і характер класифікаційних ознак відповідає якнайповнішому уявленню про аналіз техніко-економічних показників управління процесом виробництва електронних апаратів.

Приклад реалізації запропонованого способу управління було розглянуто на основі дослідження блоку 16, який поєднує через певний програмний інтерфейс функціонування блоків 3 – 15, а саме, дослідження рекомендацій, які поступають особі, що приймає рішення, спрямовані на виконання процесу виробництва електронних апаратів різного призначення і умов експлуатації.

На рис. 2, а) наведено меню запропонованої комп’ютерної системи реалізованої у вигляді системи підтримки прийняття рішень виробництва електронних апаратів, на рис. 2, б) продемонстровано фрагмент роботи системи підтримки прийняття рішень виробництва електронних апаратів.

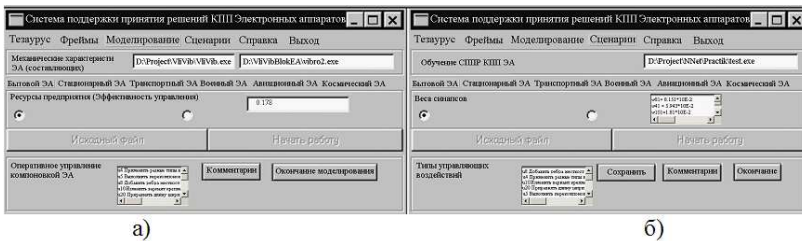


Рис. 2 – Фрагменты меню запропонованої комп’ютерної системи

Аналіз тестування розробленої системи підтримки прийняття рішень виробництва електронних апаратів показав, що здібності системи по генерації якісних рекомендацій наближаються до здібностей експертів (87,6% правильних рекомендацій), параметри інтерфейсу введення-виводу відповідають вимогам експертів (організація постійної двосторонньої дружньої взаємодії).

Для способу управління процесом виробництва електронних апаратів основне завдання полягає в адаптуванні процесу керування під особливості електронних апаратів, які виробляються. Таким чином, запропонований спосіб управління забезпечить підвищення продуктивності процесу виробництва електронного апарату, скорочення терміну випуску нових електронних апаратів, підвищення конкурентоспроможності підприємств при підвищенні якості електронних апаратів, надійності, вібраційної і резонансної стійкості.

### Висновок

Спосіб управління процесом виробництва електронного апарату, реалізований у вигляді системи підтримки прийняття рішень, дозволить підвищити продуктивність процесу виробництва електронного апарату, скоротити терміни випуску нових електронних апаратів, підвищити конкурентоспроможність підприємств, на підставі моделей автоматизованого керування, побудованих методом групового обліку аргументу, тим самим підвищуючи якість електронних апаратів, надійність, вібраційну

і резонансну стійкість на підставі дослідження ефективності керування, яка базується на експертних оцінках, оброблених методом аналізу ієрархій.

### Література

1. Смолий В.Н. Управление производством сложноорганизованных технологических объектов//Вісник СХУ ім.В.Даля.– 2009. - 2 (132). Ч.2. – С. 46 - 55.
2. Смолий В.Н. Исследование эффективности управления процесса производства электронных аппаратов // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2010.- Вип. 39. – С. 174 - 178.
3. Смолий В.Н. Особенности концепции управления производством электронных аппаратов// Вісник СХУ ім.В.Даля. – 2010. - 2 (144). - С. 128 - 133.
4. Vitaly Ulshin, Victoria Smoliy. Automated management by designer preparation of production of electronic vehicles/ ТЕКА Ком. Mot. I Energ. Roln. – OL PAN, 2011, 11A, P276 – 281.
5. Ульшин В.А., Смолий В.Н. Функции лица, принимающего решение, при управлении производством электронных аппаратов// Вісник СХУ ім.В.Даля. – 2011. - 3 (157) - с. 214 - 220.

Отримано 19.11.2011 р.