

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГНУЧКИХ СТРУКТУР У РАМКАХ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ

К.т.н. І.В. Боцман, к.т.н. С.П. Новоселов, к.т.н. В.В. Невлюдова, Н.П. Демська, Харківський національний університет радіоелектроніки

У роботі розглядаються моделі забезпечення якості гнучких структур у складі виробів електронної техніки на етапах проектування та виготовлення. Зокрема, запропоновано метод прогнозування параметрів гнучких структур на основі фізико-технологічної моделі, який дозволяє своєчасно виявляти критичні значення електромеханічних параметрів гнучких структур під час її експлуатації, а також вносити коректування у технологічному процесі виготовлення такої структури.

В работе рассматриваются модели обеспечения качества гибких структур в составе изделий электронной техники на этапах проектирования и изготовления. В частности, предложен метод прогнозирования параметров гибких структур на основе физико-технологической модели, который позволяет своевременно выявлять критические значения электромеханических параметров гибких структур во время ее эксплуатации, а также вносит корректировки в технологическом процессе изготовления такой структуры.

The paper considers models of quality assurance of flexible structures in the composition of electronic products at the design and manufacturing stages. In particular, the method of prediction of parameters of flexible structures on the basis of the physical-technological model is proposed, which allows timely detection of the critical values of the electromechanical parameters of flexible structures during its operation, as well as making corrections in the technological process of manufacturing such a structure.

Ключові слова: електронна техніка, гнучкі структури, показники надійності, технологічний процес

Вступ

Однією з важливих задач забезпечення необхідних показників якості технічної продукції є завдання прогнозування її параметрів [1].

Прогнозування у загальному випадку являє собою дослідний процес, у результаті якого можуть бути отримані дані про майбутній стан системи на основі аналізу тенденцій її розвитку та з урахуванням багатьох факторів, що впливають на систему.

Суть прогнозування полягає в обробці наявних даних про характеристики прогнозованого процесу (у нашому випадку цими характеристиками виступатимуть параметри гнучких структур (ГС) у виробі електронної техніки (ЕТ)). У процесі такої обробки можуть бути отримані залежності, що встановлюють взаємозв'язок цих характеристик. Далі за допомогою знайдених залежностей обчислюються значення параметрів досліджуваного процесу на прогнозований період. При цьому передбачається, що досліджуваний процес на

ділянці прогнозування має ті ж тенденції, що і на ділянці спостереження.

Розробка та обґрунтування моделей дестабілізуючих факторів

Вирішення задач із застосуванням теорії планування експериментів (ТПЕ) передбачає використання апріорної інформації про досліджуваний процес для вибору загальної послідовності управління експериментами, яка уточнюється після чергового етапу проведення досліджень на основі знову отриманих відомостей. Тим самим досягається можливість раціонального управління експериментами за неповного початкового знання характеристик досліджуваного об'єкта. Доцільність застосування ТПЕ є тим вищою, чим складнішою є досліджувана система.

У ТПЕ досліджуваний об'єкт (реальний об'єкт, модель об'єкта) розглядається як «чорна скринька», яка має входи v (керовані незалежні параметри) і виходи y .

Область планування задається інтервалами можливої зміни факторів $v_{i\min} < v_i < v_{i\max}$ для $i = 1, 2, \dots, k$, де k – кількість факторів. У ТПЕ часто використовують нормалізацію факторів, тобто перетворення натуральних значень факторів у безрозмірні (кодовані) величини. Перехід до безрозмірних значень x_i задається перетворенням

$$x_i = (v_i - v_{i0}) / \Delta v_i, \quad (1)$$

де v_i – натуральне значення фактора;

v_{i0} – натуральне значення основного рівня фактора, який відповідає нулю за безрозмірною шкалою;

Δv_i – інтервал варіювання.

Активний експеримент включає: систему впливів, за яких відтворюється функціонування об'єкта, реєстрацію відгуку об'єкта.

На рис. 1 наведено модель проведення досліджень ГС у складі виробів ЕТ. План експерименту задає сукупність даних, що визначають кількість, умови та порядок реалізації дослідів. Дослід становить елементарну частину експерименту та передбачає відтворення досліджуваного явища у конкретних умовах з подальшою реєстрацією результату. В умовах випадковості за одних і тих же обставин проводяться паралельні (повторні) досліди в інтересах отримання статистично стійких результатів.

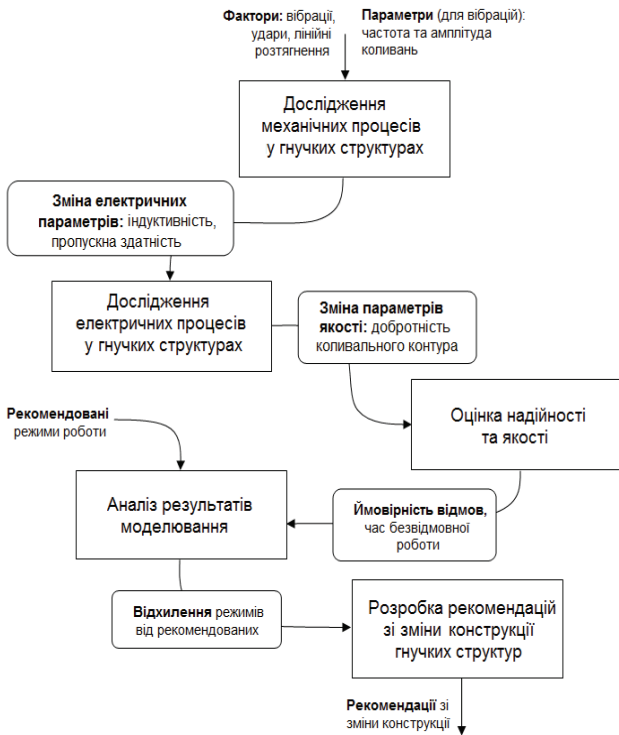


Рис. 1. Модель проведення досліджень ГС

Як видно з рис. 1, план проведення експерименту включає в себе:

- дослідження механічних процесів у ГС;
- дослідження електричних процесів у ГС;
- моделювання надійності та якості;
- аналіз результатів моделювання.

За результатами даного експерименту формуються рекомендації щодо зміни конструкції ГС.

Дослідження механічних процесів у ГС виконуються на основі вхідних змінних факторів: вібрацій, ударів, лінійних розтягнень. У процесі дослідження вони будуть набувати різних значень у заданому діапазоні.

Застосувавши апарат системного аналізу, представмо сукупність різномірних фізичних процесів у ГС системою рівнянь:

$$W\{X(\psi), Y(\psi), B(Z)\} = 0, \quad (2)$$

де W – оператори моделей, що пов’язують між собою вхідні впливи $X(\psi)$, вихідні характеристики $Y(\psi)$ і внутрішні параметри $B(Z)$;

Z – множина зовнішніх впливів;

ψ – незалежний аргумент (час, частота, просторова координата).

Запишемо вираз (2) для моделі механічних процесів у ГС (3), моделі електричних процесів (4), моделі електромагнітних процесів (5):

$$W_1\{\alpha_{in}(\psi), [\alpha_e(\psi), \tau_p], [B_e(\psi), B_k]\} = 0, \quad (3)$$

$$W_2\{L_{in}(\psi), R_{in}(\psi), [Q_{out}(\psi), K_{out}(\psi)], [B_k]\} = 0, \quad (4)$$

$$W_3\{Y_e(\psi), I_n(\psi), U_n(\psi), E_n(\psi), [I_n(\psi), U_n(\psi), E_n(\psi)], [B_{em}(B_n(\psi), B_k)]\} = 0, \quad (5)$$

тут: $\alpha_{in}(\psi)$ – множина вібрацій (гармонійних і випадкових), ударів, лінійного прискорення, які впливають на досліджуваний об’єкт; τ_p – множина значень часу до руйнування виводів електронних компонентів (ЕК); $\alpha_e(\psi)$ – множина прискорень ЕК; $B_e(\psi)$ – множина внутрішніх електричних параметрів, що характеризують певний фізичний процес; B_k – множина геометричних параметрів ГС; $L_{in}(\psi)$ – множина вхідних індуктивностей; $R_{in}(\psi)$ – множина вхідних опорів для моделі електричних процесів у ГС; $Q_{out}(\psi)$ – множина вихідних добротностей коливального контуру на гнучкій основі; $K_{out}(\psi)$ – множина вихідних коефіцієнтів, які характеризують пропускну здатність фільтра на основі ГС; $Y_e(\psi)$ – множина електричних характеристик встановлюваних на ГС електронних компонентів; $I_n(\psi), U_n(\psi), E_n(\psi)$ – множина струмів, напруг і напруженостей електромагнітних завод; $I_n(\psi), U_n(\psi)$ – множина струмів і напруг, наведених заводами в електричних ланцюгах; $E_n(\psi)$ – множина напруженостей електромагнітних полів, випромінюваних ЕТ на основі ГС; B_{em} – множина внутрішніх модельних електромагнітних випромінювань; B_n – множина внутрішніх модельних завод, що викликані електромагнітним випромінюванням.

Також до структури комплексної моделі ЕТ на основі ГС введемо підмодель надійності та якості

$$W_{HK}\{X_{HK}(\psi), Y_{HK}(\psi), B_{HK}(Y_e(\psi), Y_m(\psi), \alpha_e(\psi), F_{техн}, F_m)\} = 0, \quad (6)$$

де $X_{HK}(\psi)$ – вхідні показники надійності та якості;

$Y_{HK}(\psi)$ – вхідні значення надійності та якості;

B_{HK} – внутрішні модельні параметри, що залежать від: $Y_e(\psi)$ – множини електричних характеристик ЕК; $Y_m(\psi)$ – множини теплових характеристик ЕК; $\alpha_e(\psi)$ – множина прискорень ЕК; $F_{техн}$ – технологічних факторів; F_m – часових факторів.

Структурна схема комплексної моделі ЕТ на основі ГС з урахуванням дестабілізуючих факторів наведено на рис. 2 [2].

Показники надійності пристрою обираються на етапі складання технічного завдання, при цьому встановлюється основний показник надійності, який найбільш повно характеризує всю систему (ймовірність безвідмовної роботи, напрацювання до відмови, середнє напрацювання на відмову тощо).

Залежно від основного показника надійності визначаються вхідні та вихідні параметри підмоделі

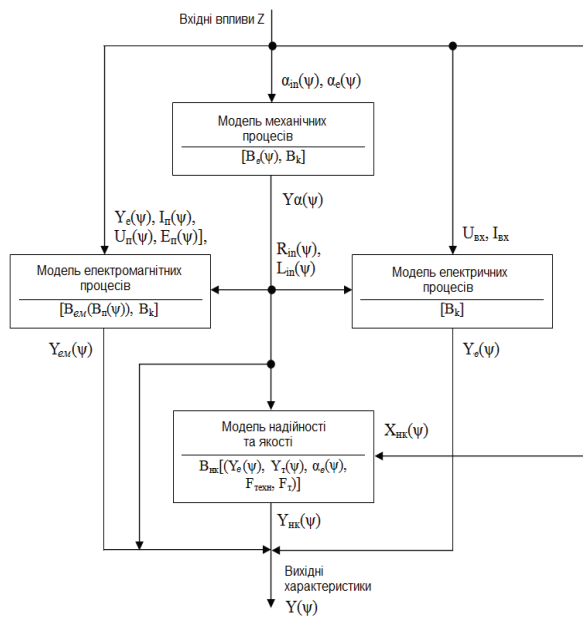


Рис. 2. Структурна схема комплексної моделі ЕТ на основі ГС з урахуванням дестабілізуючих факторів

Внутрішні модельні характеристики залежать від режимів роботи виробу, отриманих у результаті моделювання різних фізичних процесів, технологічних чинників (розкид параметрів під час виготовлення) $F_{мех}$, часового фактора (поступова зміна параметрів через старіння і зношення) F_m .

Таким чином, вихідний параметр $Y(\psi)$ з урахуванням дестабілізуючих чинників матиме вигляд:

$$Y(\psi) = \{Y_e(\psi), Y_{em}(\psi), Y_\alpha(\psi), Y_{нк}(\psi)\}, \quad (7)$$

де $Y_e(\psi)$ – вихідний параметр моделі електричних процесів;

$Y_{em}(\psi)$ – вихідний параметр моделі електромагнітних процесів;

$Y_\alpha(\psi)$ – вихідний параметр моделі механічних процесів;

$Y_{нк}(\psi)$ – вихідний параметр моделі надійності і якості.

Для проведення експериментальних досліджень необхідно визначити набір вхідних параметрів для кожної з моделей.

Розробка фізико-технологічної моделі для відображення зміни параметрів ГС у виробі ЕТ

Системний підхід у проектуванні ЕТ призводить до комплексності вирішення завдання забезпечення якості на різних рівнях.

Для вирішення такого завдання доцільно використовувати системологічний аналіз, математичний апарат якого дозволить відобразити зміну окремих, найбільш важливих, параметрів ГС із часом і прогнозувати наступні значення цих параметрів [3].

Системологія займається актуальними проблемами пошуку математичних методів вирішення міждисциплінарних завдань і має досить гнучкий апарат, що

дозволяє описувати широкий спектр систем і системних задач.

Множина змінних зазвичай підрозділяється на дві підмножини, що мають назву основних змінних і параметрів.

Сукупність станів усіх параметричних змінних утворює параметричну множину (ПМ), у якій спостерігається зміна у станах окремих основних змінних.

Змінною називається операційне уявлення властивості, тобто образ властивості, яка визначається конкретною процедурою вимірювання або спостереження. Кожна змінна має певне ім'я (мітку), що відрізняє її від інших досліджуваних змінних, і пов'язується із певною множиною величин, через які вона себе проявляє. Ці величини звичайно називають станами (або значеннями) змінної, а всю множину – множиною станів.

Кожен параметр також має унікальне ім'я, і з ним пов'язується якась множина – параметрична, елементи якої – це значення параметра. Передбачається, що різні спостереження однієї і тієї ж змінної розрізняються за значеннями параметрів.

Якщо використовуються два та більше параметрів, то їх загальною ПМ є декартовий добуток окремих параметричних множин. Необхідно, щоб кожне конкретне значення параметра (із загальної ПМ) ідентифікувало одне і тільки одне спостереження відповідних змінних.

На окремих множинах станів або ПМ можуть бути визначені деякі математичні відношення, наприклад, відношення порядку або відстань. Вони відображають фундаментальні характеристики властивостей тією мірою, у якій вони властиві відповідним вимірювальним процедурам.

Найчастіше параметрами виступають час, простір і різні сукупності об'єктів одного типу. Для досліджуваних виробів ЕТ на основі ГС як параметр обираємо час.

Основні змінні можуть бути розділені на вхідні та вихідні. За такого поділу стани вхідних змінних розглядаються як умови, що впливають на вихідні змінні.

Системи, у яких змінні розділені на вхідні та вихідні, як у нашому випадку, називають спрямованими.

Після того як вихідна система буде доповнена даними, тобто дійсними станами основних змінних за певного набору параметрів, отримуємо систему даних.

Традиційне використання моделювання передбачає, що система, яка відтворює відповідні властивості об'єкта дослідження, моделюється на комп'ютері для породження сценаріїв за різних припущень щодо середовища системи, а також за різних параметрів самої системи.

Сучасна системологія пропонує засоби опису, які будуть придатні для передачі як людині, так і автомату (комп'ютеру). Таким найбільш поширеним засобом є «таблична мова» – рис. 3 [4].

Згідно [4-5] під час аналізу параметрів виробів ЕТ на основі ГС ми маємо спрямовану систему даних, змінні у якій розділені на вхідні та вихідні. При цьому, як уже зазначалося, стани вхідних змінних розглядаються як умови, що впливають на вихідні параметри.

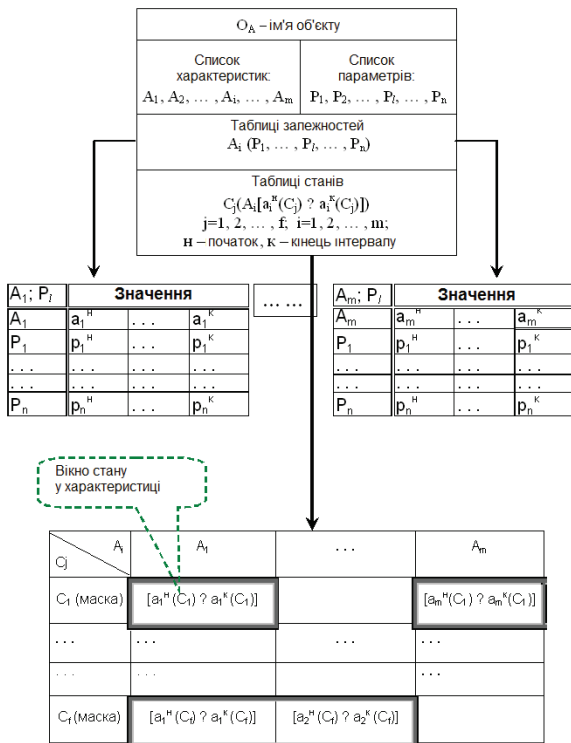


Рис. 3. Табличний опис об'єкту O_A ,

що має m характеристик і f станів,

заданих на n параметрах, маска стану – рядок C , вікно стану у характеристиці – елемент рядка C

У цій вихідній системі з даними, у залежності від завдання, дані можуть бути отримані зі спостережень, або за допомогою вимірювань (для задач моделювання системи), або визначені як бажані стани (у завданні проектування).

На певному етапі аналізу системи даних можна виділити такі епістемологічні рівні системи, які будуть містити знання про деякі характеристики, що є інваріантними параметрам відношень розглянутих змінних, за допомогою яких можна генерувати дані про відповідні початкові або граничні умови. Дані, що генеруються, можуть бути точними (детермінованими) або приблизними (стохастичними, нечіткими). Слід пам'ятати, що у задачі прогнозування проектувальник ЕТ має справу з так званою нечіткістю даних, тобто варто аналізувати нечіткі змінні.

Використовуючи відповідне правило перетворення та переходячи до поняття породжувальної системи, можна використовувати для «передбачення дії» або, іншими словами, прогнозування змінних системи, математичний апарат системології [3]. У нашому випадку цими змінними виступатимуть параметри виробів ГС у складі виробів ЕТ.

Правило перетворення зазвичай являє собою взаємно однозначну функцію, яка присвоює кожному елементу множини параметрів інший (єдиний) елемент тієї ж множини.

Таким чином, завдяки візуалізації процесу зміни параметрів ГС у складі виробів ЕТ, з використанням табличного відображення змінних у системі даних,

можна простежити динаміку варіювання змінних у часі, зробити оцінку стабільності параметрів системи та характеру впливу на них, а також спрогнозувати відмови виробів ЕТ на основі ГС, визначивши граничні значення параметрів. Також дані моделі можуть бути використані для відображення параметрів ТП виготовлення ГС, наприклад, операції УЗ-зварювання.

Важливим завданням під час побудови подібної моделі є вибір даних для стовпців таблиці масиву даних, які дозволили б згодом простежити розвиток системи.

Першим етапом будь-якого емпіричного дослідження є визначення вихідної системи на відповідному об'єкті. Основною проблемою цього етапу дослідження явища є вибір зазвичай з багатьох можливостей вихідної системи, які найкращим чином відповідають меті дослідження та задовольняють наявним обмеженням.

Формально система досліджуваного об'єкта – це

$$O = (\{(a_i, A_i) / i \in N_n\}, \{b_j / j \in N_m\}),$$

де $N_n = \{1, 2, \dots, n\}$, $a_{N_m} = \{1, 2, \dots, m\}$ (буквою N з позитивним цілим індексом позначається множина значень цілих позитивних чисел від 1 до значення цього індексу);

через a_i і A_i позначені відповідно властивість і множина її проявів;

b_j – база та множина її елементів;

O – система об'єкта.

Для побудови моделі прогнозування параметрів ГС у складі виробів ЕТ необхідно застосувати до об'єкта поняття дискретних змінних і параметрів. Оскільки множина станів будь-якої неперервної змінної або ПМ будь-якого параметра є нескінченною, то змінні та параметри, які задані на кінцевих множинах, є альтернативою безперервним змінним і параметрам.

Також робота з безперервними змінними та параметрами має багато математичних складнощів і обмежень. Створені людиною дискретні системи можуть бути спроектовані так, щоб вони мали властивості самокорекції, що є неможливим для безперервних систем.

Під час аналізу параметрів ГС у складі виробів ЕТ додаткові змінні визначаються на ПМ за допомогою так званих правил зсуву (ПЗ).

Для заданої узагальненої представляючої системи діапазон можливих типів параметрично інваріантних обмежень залежать від властивостей, що приписувані ПМ. Якщо ПМ є впорядкованою, стан змінних може обмежуватися не тільки іншими станами, а й станами обраної суміжності для кожного конкретного значення параметра. Оскільки суміжність є основою для подання параметричного інваріантного обмеження, вона сама має бути параметрично інваріантною.

Суміжність на упорядкованій ПМ зазвичай називається маскою та визначається через змінні, ПМ і набір ПЗ на ньому. Правило зсуву m_i – це однозначна функція, яка ставить кожному елементу E у

відповідність інший (причому єдиний) елемент E

$$m_i : E \rightarrow E .$$

Якщо, наприклад, ПМ упорядкована повністю (як у нашому випадку, коли під час дослідження ГС у виробках ЕТ як параметр розглядається час) і являє собою множину послідовних цілих позитивних чисел, то будь-яке ПЗ може бути задано рівнянням

$$m_i(t) = t + d, \tag{8}$$

де d – ціла константа (позитивна, негативна або нуль).

Нехай задана узагальнена представляюча система H через V позначимо множину змінних з H , а через M – набір ПЗ, що розглядаються для цих змінних. Тоді множина змінних

$$B = \{b_1, b_2, \dots\} ,$$

що мають назву вибіркового змінних, може бути введена за допомогою рівнянь

$$b_{g,t} = v_{j,m_i(t)} \tag{9}$$

для деяких змінних $v_j \in V$ і правил зсуву $m_i \in M$; через $b_{g,t}$ позначено стан вибіркової змінної b_g за значення параметра t , а $v_{j,m_i(t)}$ – стан змінної v_j за значення параметра $m_i(t)$, тобто для значення, отриманого для заданого t за умови застосування правила зсуву m_i . Для повністю впорядкованої ПМ, правила зсуву якої мають вигляд (8), вираз (9) буде мати вигляд

$$b_{g,t} = v_{j,t+d} . \tag{10}$$

Оскільки будь-яке ПЗ з набору M може бути застосоване до будь-якої змінної з множини V , то множина усіх можливих вибіркового змінних представляється декартовим добутком $V \times M$. Насправді розглядаються вибіркового змінні, що характеризуються відношенням

$$K \subset V \times M \tag{11}$$

так, що будь-якій парі $(v_j, m_i) \in K$ відповідає одне рівняння (9). Відношення K представляє схему суміжності на ПМ, у термінах якого визначені вибіркового змінні. Ця схема носить назву маски.

Для введення ідентифікаторів вибіркового змінних g вводиться однозначна функція кодування:

$$\lambda : K \rightarrow P_{/K/} , \tag{12}$$

де $/K/$ – це потужність множини K .

Якщо вибіркового змінна b_g визначена через змінну v_j і деяке ПЗ відповідно до рівняння (9), то множина станів b_g буде тією ж самою, що і множина станів v_j , тобто V_j . Для зручності позначень будемо множину станів вибіркового змінної позначати як B_g ; зміст будь-якого $B_g (g \in P_{/K/})$ однозначно визначається маскою у термінах однієї серед множин $V_j (j \in P_n)$. Таким чином, декартів добуток

$$Q = B_1 \times B_2 \times \dots \times B_{/K/}$$

являє собою повну множину станів вибіркового змінних.

Позначимо повністю впорядковані ПМ U , а їх елементи як $u (u \in U)$. При цьому рівняння (10) приймає вигляд:

$$b_{g,u} = v_{j,u+d} . \tag{13}$$

Для повністю впорядкованих ПМ маска може бути зображена у вигляді фрагмента матриці, що представляє декартів добуток $V \times M$. Це показано на рис. 4, на якому рядки позначені ідентифікаторами j змінних з множини V , а стовпці – цілими константами d , пов'язаними із ПЗ виду (8). Елементи матриці або порожні, або являють собою ідентифікатори g вибіркового змінних, що приписані парам (j, d) згідно (13); порожні елементи матриці відповідають елементам $V \times M$, що не входять до маски.

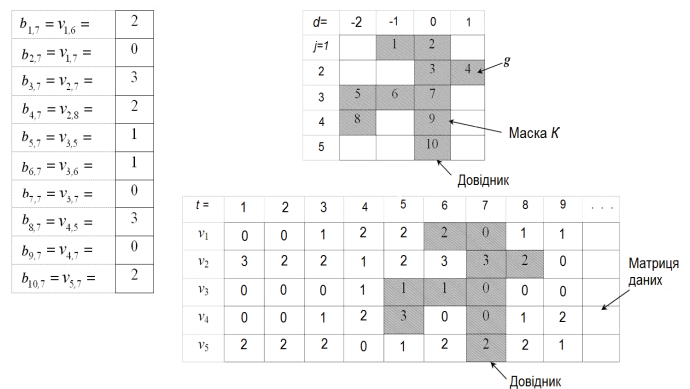


Рис. 4. Табличне представлення даних і маска для повністю впорядкованої ПМ [3]

Зручно розбити маску K на підмаски K_j , кожна з яких пов'язана з однією змінною v_j з подібної системи.

Формально

$$K_j = \{(\alpha, \beta) / (\alpha, \beta) \in K, \alpha = v_j\} . \tag{14}$$

У візуальному (матричному) поданні K підмаски K_i є рядки.

У будь-якій масці один стовпець відповідає тотожному правилу зсуву $d = 0$. Цей стовпець має особливе значення, оскільки пов'язані з ним вибіркові змінні є ідентичними до базових змінних заданої представляючої системи. Цей стовпець у масках називається довідником.

Якщо маска розміщена на матриці даних таким чином, що довідник збігається з певним значенням t , то маска виділить тільки деяку підмножину елементів, а саме елементи, що представляють повний стан вибірових змінних за даного значення t . Так, на рис. 4 зображена маска, що розміщена на матриці даних за $t = 7$ (довідник маски збігається з $t = 7$). Повний стан вибірових змінних для цього положення маски показано на рис. 4, зліва. Варто відзначити, що стани довідника вибірових змінних $b_2, b_3, b_7, b_9, b_{10}$ є точно такими ж (для будь-якого t), що і стани базових змінних відповідно v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 . Решта вибірових змінних являють собою стани з параметричної суміжності у t . Для будь-якої маски за будь-якого t схема сусідства зберігається. Якщо t – час, то змінна b_4 буде представляти майбутній (щодо розглянутого значення t) стан змінної v_2 , а змінні b_5 і b_6 представлятимуть минулі стани змінної v_3 .

Будь-яка маска являє собою певну точку зору, відповідно до якої представлені обмеження на базові змінні. Найпростіший спосіб завдання певної маски – це перерахування всіх повних станів відповідних вибірових змінних. У загальному вигляді подібний перелік є підмножиною декартового добутку Q , тобто багатовимірним відношенням, що є визначенням на Q . Це відношення визначається функцією

$$f_B : Q \rightarrow \{0, 1\}, \quad (15)$$

такою, що $f_B(q) = 1$, якщо стан C входить до переліку, і $f_B(q) = 0$ в іншому випадку. Таким чином, функція f_B являє собою функцію вибору. Вона обирає стан вибірових змінних із множини всіх потенційних станів (з декартового добутку Q). Оскільки подібний вибір дає принаймні деякі відомості про поведінку цих змінних, функцію f_B зазвичай називають функцією поведінки.

Функція f_B визначає стан q , що реально зустрічається, але не визначає значення параметра, за якого вони мають місце. Таким чином, ця функція є параметрично інваріантною. Також слід звернути увагу на область визначення f_B . Вона є однаковою для всіх типів функцій поведінки та визначається через маску, яка, у свою чергу, визначається через змінні та параметри представляючої системи. Звідси випливає, що деяка система, скажімо система F_B , яка характеризує

параметрично інваріантне обмеження на множину змінних через функції поведінки, визначається трійкою

$$F_B = (H, K, f_B), \quad (16)$$

де H – узагальнена представляюча система;

K – маска, визначена на H ;

f_B – функція поведінки, визначена через K і H .

Така система називається системою з поведінкою.

Система з поведінкою, що визначається (16), параметрично інваріантно описує обмеження на змінні представляючої системи, проте ще не містить опису того, як використовувати це обмеження для породження даних. Для розробки такого опису потрібно розбити вибіркові змінні на дві підмножини:

- породжувані змінні – змінні, стани яких породжуються з обмеження;

- породжуючі змінні – змінні, стани яких використовуються як умови у процесі генерації.

Для заданої системи з поведінкою одним із способів визначення породжених і породжуючих змінних є визначення для даної маски K двох підмасок K_r і \bar{K}_r .

Будемо

$$K_R = (K, K_r, \bar{K}_r), \quad (17)$$

де

$$K_r, \bar{K}_r \subset K, \quad K_r \cup \bar{K}_r = K, \quad K_r \cap \bar{K}_r = \emptyset,$$

називати маскою породження, тобто це маска K та її розбиття на породжувану K_r і породжуючу \bar{K}_r підмаски.

За аналогією з розбивкою K на K_r і \bar{K}_r множини K_{iK_i} ідентифікаторів g вибірових змінних можна розбити на дві підмножини G_r і \bar{G}_r , що представляють ідентифікатори відповідно породжуваних і породжуючих змінних. Для зручності позначень кодуєча функція (12) може бути замінена двома функціями

$$\lambda_r : K_r \rightarrow G_r,$$

$$\lambda_r : K_r \rightarrow M_r, \quad (18)$$

за допомогою яких множини станів R і \bar{R} відповідно породжуються та породжують змінні, які задаються декартовими здобутками

$$R = \times b_g, \quad \bar{R} = \times b_g. \quad (19)$$

$$g \in G_r.$$

Тепер спосіб представлення породжуваних змінних ($r \in R$), що визначається за станом породжуючих змінних ($r \in R$), можна подати функцією

$$f_{GB} : R \times R \{0, 1\}, \quad (20)$$

де $f_{GB}(r, \bar{r}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } r \text{ може мати місце або якщо має місце } \bar{r} \\ 0, & \text{якщо } r \text{ не може мати місце або якщо має місце } \bar{r}. \end{cases}$

Назвемо цю функцію породжуючою функцією поведінки.

Якщо маску K і функцію f_B з (16) замінити відповідно на K_R і f_{GB} , то вийде альтернативна система

$$F_{GB} = (H, K_R, f_{GB}). \quad (21)$$

Така система є породжуючою системою з поведінкою.

Використання породжуючої системи з поведінкою для породження даних включає наступні два етапи:

- для деякого значення $t \in T$ задано стан $r \in R$; для визначення стану $r \in R$ за того ж значення використовується функція f_{GB} ;

- значення t замінюється на нове та повторюється перший етап.

Висновки

Таким чином, завдяки запропонованому підходу, а саме використанню табличного представлення даних про стан ГС чи ТП їх виготовлення, визначенню масок і обчисленню функцій поведінки стає можливим забезпечити необхідні показники якості ГС у складі ЕТ, а також прогнозувати зміну їх параметрів у часі, зокрема, визначити допустимий діапазон варіювання змінних.

При цьому відмінною рисою такого підходу може також стати можливість комплексної оцінки параметрів ГС на тих етапах життєвого циклу виробів, що включають проектування, виробництво й експлуатацію [6].

УДК 621.746.3:65.015.1

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОФОРМЛЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

К.т.н. С.В. Сотник, к.т.н. Ю.М. Александров, к.т.н. В.И. Роменский, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В работе были рассмотрены основные этапы процесса проектирования и создания БД. Разработанная БД позволит автоматизировать процесс поиска и выбора элементов системы оформляющих деталей, что существенно повлияет на сокращение сроков проектирования литьевых форм.

В роботі були розглянуті основні етапи процесу проектування та створення БД. Розроблена БД дозволить автоматизувати процес пошуку та вибору елементів системи оформляючих деталей, що суттєво вплине на скорочення термінів проектування виливних форм.

The paper describes the main steps of the design process and the creation of the database. Designed database will allow you to automate the process of search and selection of elements of the system of making parts that will have a significant impact on reducing the time of designing the mold.

Зокрема, універсальність розробленої фізико-технологічної моделі дозволяє прогнозувати також параметри технологічного процесу виготовлення ГС і виробів ЕТ на їх основі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жарикова И.В., Невлюдова В.В. Автоматизация процесса прогнозирования отказов РЭС на основе системологической модели. Материали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку». Черкаси, 2015. С. 135-137.
2. Боцман И.В., Степаненко Б.А., Невлюдова В.В. Разработка моделей гибких коммутационных структур для автоматизации их проектирования. Збірник матеріалів XV міжнародної науково-технічної конференції «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів». Кременчук: КрНУ, 2016. С. 120-121
3. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 544 с.
4. Жарикова И.В., Невлюдова В.В. Системологический подход при исследовании параметров ЭТ. Технология приборостроения. 2014. №2. С. 40-43.
5. Андруевич А.А., Жарикова И.В., Невлюдова В.В., Демская Н.П. Отображение процесса изменения параметров РЭС на основе системологической модели. Системы обработки информации. 2014. Вып. 8 (124). С. 8-12.
6. Невлюдова В. В. Модернизация мониторинга жизненного цикла информационно-коммуникационных систем. Сборник трудов 9-й Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2013». Севастополь, 2013. С. 47.

Ключевые слова: выбор, поиск, оформляющие детали, база данных

Введение

На сегодняшний день информационные технологии развиваются очень стремительно, они проникают во все сферы человеческой деятельности.

Современный специалист по базам данных (БД) должен понимать, как применять системы баз данных для бизнес-процессов и системы баз данных для бизнес-аналитики и веб-приложений [1].

Разработка и управление баз данных объясняет все аспекты проектирования БД, доступ, реализацию, разработку приложений и управление, а также анализ данных для бизнес-аналитиков [2].

Принятие обоснованных и эффективных решений, а также управление процессами на