

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

УДК 658.512

### **ІНФОРМАЦІЙНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

*Вислоух С. П., Філіппова М.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

*В статті розглянуті питання створення інформаційної моделі складальної одиниці та оцінки інформаційних процесів при складанні. Вказані можливості використання інформаційних моделей складальних одиниць та технології складання при створенні систем автоматизованого проектування*

#### **Вступ**

Скорочення термінів впровадження у виробництво нових проектно-конструкторських розробок, є необхідною умовою підвищення його ефективності. У той же час розв'язання цієї задачі пов'язано з великими труднощами. Це обумовлено як особливостями технологічного проектування, що традиційно вважається творчим процесом, так і зростаючими вимогами сучасного виробництва до автоматизованих систем проектування. Задача автоматизації технологічного проектування є актуальною.

Дослідження методів моделювання, методів автоматизації та оптимізації проектування технологічних процесів розглянуто в роботах вчених, що очолили напрямок розвитку методології проектування комп'ютерних технологій, а саме – створили фундамент математичного та інформаційного моделювання виробів – Н.Г. Бруєвича, А.П. Гавриша, Н.М. Капустіна, А.А. Маталіна, В.Г. Митрофанова, Ю.М. Соломенцева, В.Д. Цветкова, Б.Є. Челіщева тощо. У роботах вказаних авторів досліджуються різні методи розв'язання конструкторських та технологічних задач, які відносяться до вибору параметрів процесу складання, його оснащення та функціонування у часі. Але не у кожній роботі вирішене питання створення інформаційної моделі складальної одиниці та виробу в цілому, а також інформаційної моделі технологічного процесу.

Для створення системи автоматизованого проектування технології механоскладальних робіт, в основу якої треба закласти принципи синтезу технологічних процесів, необхідно знайти загальні закономірності, що визначають процеси складання приладів, та побудувати методологію технології складання. Це неможливо зробити без створення інформаційного простору побудови як виробу, так і технології механоскладальних робіт в цілому.

#### **Постановка задачі дослідження**

Існує необхідність підвищення в сучасних умовах ефективності приладобудівного виробництва за рахунок скорочення всіх життєвих етапів приладу, зниження його собівартості, що є головними вимогами до технологічної підготовки виробництва виробу, яка забезпечує основні технологічні процеси його створення. Підвищення рівня технологічної підготовки виробництва потребує використання нових

інформаційних технологій та інтегрованих інформаційних систем, які дозволяють в стислі терміни створювати інформаційний простір для отримання необхідних даних для приладобудівного виробництва, тобто автоматизації проектування технологічних процесів. При автоматизованому проектуванні технології механоскладальних робіт, в першу чергу, необхідно розробити інформаційну модель складальної одиниці та інформаційну модель технологічного процесу складання, що дозволить класифікувати параметри технологічного процесу.

### **Моделювання інформаційних зв'язків в приладах**

Інформацію про виріб – об'єкт автоматизації складання – можна представити множиною  $X$  властивостей та стану його конструктивно-технологічних параметрів та параметрів компонентів, що входять до його складу [1]. Якщо цю множину  $X$  розбити на не перехрещуванні підмножини  $X_{ij}$  (де  $i, j$  – номери поточних, відповідно, вхідної та вихідної вершин графу) різних ієрархічних рівнів та врахувати структуру виробу і реальні зв'язки між компонентами при складанні, то виріб як систему можна описати інформаційною моделлю у вигляді графу. Такій граф визначає схему потоку інформації від вихідних даних до кінцевого результату. Його називають інформаційним графом складальної одиниці.

Кореню дерева приписують узагальнену властивість (або стан) складального виробу, іншим вершинам – властивості окремих його компонентів; дуги графу вказують на взаємозв'язок всіх елементів системи у процесі складання. Побудована таким чином модель відображає структуру виробу. Вершину інформаційного графу-моделі, що характеризує суворо визначену структурну складову виробу, називають структурною компонентою моделі. Ієрархія моделі відбиває ієрархію порядку відношень між структурними компонентами, причому параметри більш високого ієрархічного рівня є узагальненням параметрів більш низького рівня. Зміст узагальнення структурних компонентів полягає у тому, що здійснюється злиття параметрів низького рівня в один параметр виробу. Це означає, що граф-дерево є орієнтованим, причому однонаправленим.

Побудова або виведення структурної компоненти моделі має назву формування структури кінцевого інформаційного графу-дерева, вершинам якого поставленні у відповідності всі структурні компоненти. Кореню такого дерева відповідає основна структура моделі, а вершинам – проміжні виводимі та вихідні компоненти. Структурну компоненту прийнято позначати  $\hat{x}$ . Для виведення структурної компоненти на лінії зв'язку дерева накладають обмеження, які визначають напрям потоку формування узагальненої інформації про виріб. Тоді дуга, що з'єднує вершини  $\hat{x}_i$  та  $\hat{x}_j$ , показує, що компонента  $\hat{x}_i$  враховується при розрахунку компоненти  $\hat{x}_j$  при  $\hat{x}_i <$ . Шлях в такому графі проходить від вихідної компоненти  $\hat{x}_i$  крізь проміжні компоненти, що виводяться, до основної виведеної. Довжина шляху визначається рангом  $r$ , який є важною характеристикою потоку інформації.

На рисунку 1 показана схема інформаційної моделі виробу, в якій визначена структура розв'язання задачі побудови порядку створення приладу.

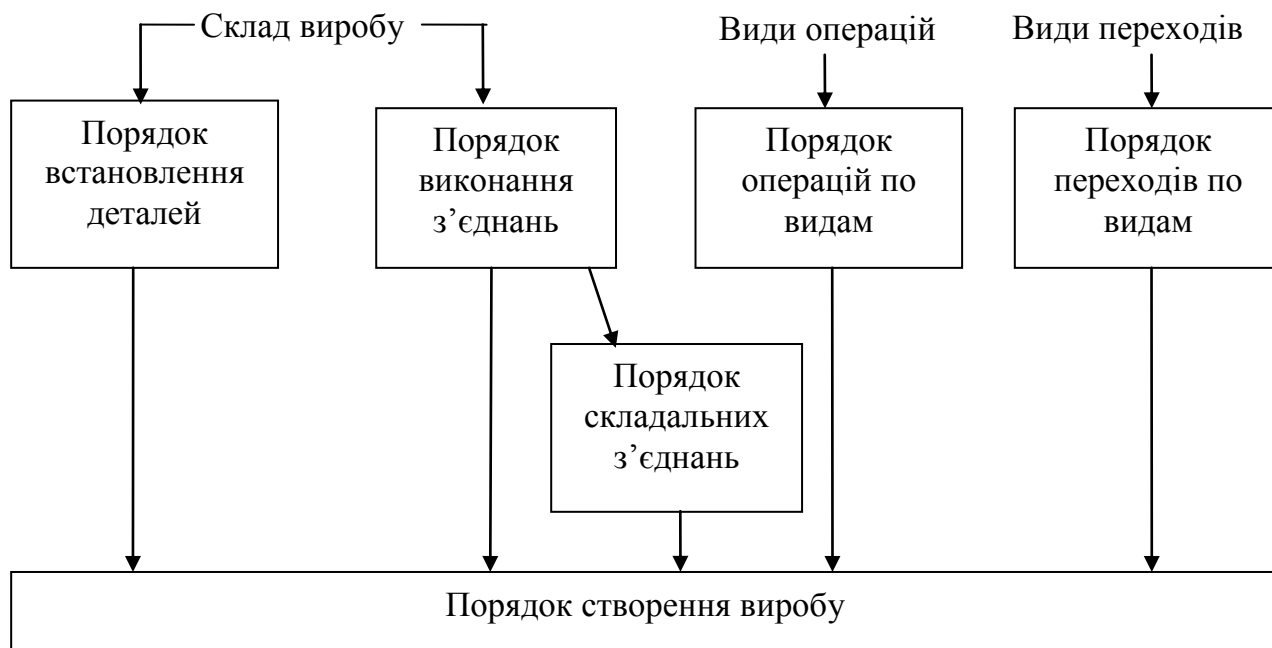


Рисунок 1 – Інформаційна модель процесу побудови послідовності створення виробу

В якості вихідних множин приймають первинні області визначення цільових функцій. Рішення кожної з функцій розглядаються визначенням таких взаємодій елементів вихідних або попередньо сформованих множин, які є правильними з точки зору технології. Взаємодію елементів у процесі складання доцільно описати через декартові добутки [2].

Аналіз інформаційного графу дозволяє зробити висновок, що інформаційна модель виробу, що побудована на його основі, повністю відображає складальний склад та структуру виробу у їх взаємозв'язку, а також етапи формування виробу з його складових частин, тобто технологічний процес складання. Використання загальних методів теорії графів спрощує дослідження моделі як об'єкту автоматизації його складання та дає можливість вирішувати цю задачу за допомогою ЕОМ.

### **Моделювання інформаційних та логічних процесів в технології складання приладів та вузлів**

Параметричні зв'язки цільових функцій при формуванні послідовності складання виробів визначають етапи розв'язання цих функцій. Для того щоб описати розв'язання задачі послідовності складання, необхідно показати етапи отримання інформації, її складу та функцій, за допомогою яких ця інформація може бути отримана.

Математичний опис задачі побудови послідовності складання доцільно розбити на два рівня. На першому рівні будується інформаційна модель проектування технологічних процесів складання, де описується класифікація об'єктів, їх відношення та розкривається структура рішення поставленої задачі на першому рівні абстракції.

На другому рівні будується логічна модель, де описані функції перетворення інформації, представленої у вигляді кінцевих множин значень змінних та їх

відношень по етапах проектування. На даному рівні розкриваються умови формування підмножин технологічних об'єктів, всі елементи яких мають задані властивості або знаходяться у визначених відношеннях між собою або з елементами інших множин. Для опису перетворення цих функцій доцільно використовувати апарат логіки предикатів першого роду.

Основою будови інформаційної моделі технологічного процесу складання виробу є схема цільових функцій. Первинні області визначення цих функцій є вихідними множинами інформаційної моделі. Схему інформаційної моделі, в якій показана структура задачі побудови послідовності створення технологічного процесу механоскладальних робіт, наведено на рис. 2.

Основна мета інформаційної моделі – виявити та сформулювати задачі проектування технології, визначити послідовність вирішення цих задач, визначити об'єкти та властивості, необхідні для їх рішення, тобто визначити множини та схему їх перетворення [3].

Взаємодію елементів у технологічному процесі можна описати як відношення за допомогою декартових добутків. За допомогою підмножини декартових добутків послідовно виділяють елементи розглянутих множин, для яких відповідні відношення характеризують правильні з технологічного погляду взаємодії. Такі відношення в подальшому будемо називати дійсними.

Порядок встановлення деталей у процесі складання визначається як підмножина декартового добутку  $T_a \subset A \times A$ , що включають елементи, в яких відношення порядку істинне і відповідає правильному порядку деталей в процесі складання. Склад з'єднань визначається підмножиною деталей  $S_s \subset A$ , які в конструкції утворюють між собою з'єднання. Склад складальної одиниці  $S_b$  визначається підмножиною з'єднань  $S_b \subset S$ , які в технологічному процесі складання можуть бути виділені в окрему складальну одиницю. Порядок виконання складальних одиниць описується підмножиною декартового добутку  $S_b \subset S$ , в якому відношення порядку відповідає можливій послідовності між складальними одиницями в процесі складання виробу. Він знаходиться в залежності від складу складальної одиниці  $A_{sb}$ . При цьому обмеженням цієї послідовності є наявність одних складальних одиниць в інших, тобто має місце залежність

$$T_{sb} = f_3(A_{sb})$$

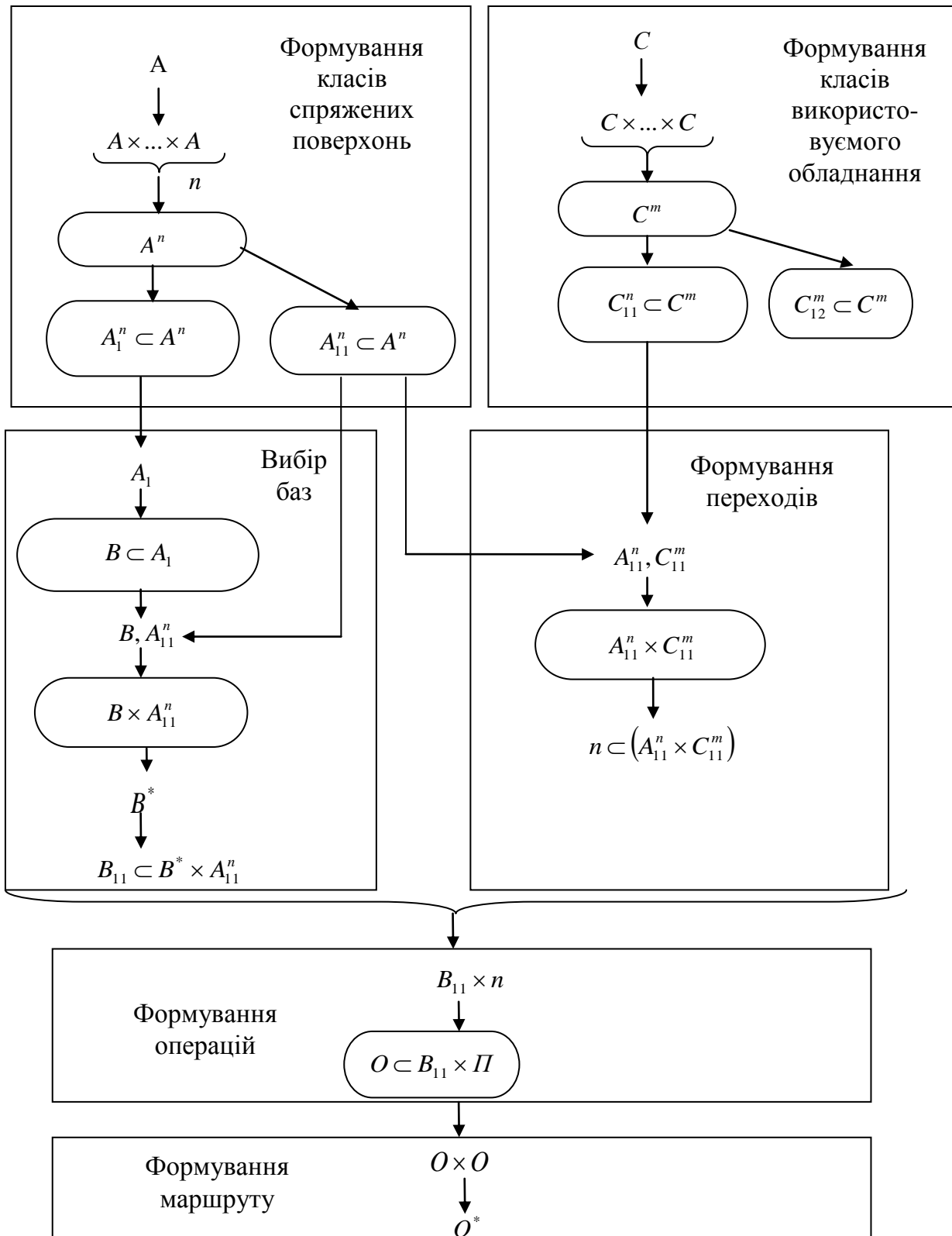
де  $f_3$  – функція перетворення даних про склад складальної одиниці в дані про порядок їх виконання. Склад складальної одиниці  $A_{sb}$  залежить від можливого порядку з'єднання  $T_s$  при складанні виробу, властивостей з'єднань  $P_s$  та від організаційної форми складання  $P_{or}$ , тобто  $A_{sb} = f(P_{or}, P_s, T_s)$ .

Порядок операцій по видах  $T_v$  та порядок переходів в операції  $T_p$  описують підмножиною декартового добутку  $T_v \subset P_v \times P_v$  та  $T_p \subset \Pi \times \Pi$ , де відношення порядку відповідає послідовності виконання різних видів операцій та переходів у технологічному процесі складання.

Розглянуті підмножини описують різні елементи технологічного процесу складання виробу. Загальний порядок створення виробу можна описати за допомогою декартового добутку

$$T_u \subset A \times S \times S_b \times P_v \times \Pi,$$

де кожен елемент включає в себе часткові порядки та відповідають їм.



$A$  – складальний елемент конструкції;  $C$  – обладнання;  $B$  – технологічна база;  $\Pi$  – технологічний перехід;  $O$  – операція)

Рисунок 2 – Інформаційна модель процесу проектування технології механоскладальних робіт

Кількість елементів у підмножині  $T_u$  визначає кількість можливих варіантів

послідовності створення виробу, серед яких можливо знайти оптимальний для конкретних виробничих умов з врахуванням вартісних та виробничих факторів.

### **Висновки**

1. Представлена інформаційна модель виробу дозволяє визначити структуру вирішення задачі побудови порядку створення приладу, де в якості вихідних множин приймаються первісні області визначення цільових функцій. Розв'язанням кожної з функцій є взаємодія вихідних елементів або попередньо сформованих множин, які є правильними з точки зору технології.

2. Інформаційна модель технології складання виробу призначена для визначення об'єктів проектування та їх властивостей, а також для класифікації об'єктів складання.

3. Представлені інформаційні моделі виробу та технології складання приладу дозволяють вирішити проблеми створення оптимальної моделі технології проектування.

4. На основі розглянутих інформаційних моделей буде розроблена класифікація оптично-механічних виробів, операцій та переходів, що формують технологічний процес їх складання.

5. Інформаційні моделі виробів та технології їх складання будуть в перспективі використовуватись при створенні програмного забезпечення систем автоматизованого проектувати технологічних процесів складання на основі сучасних CAD-систем.

### **Література**

1. Челищев Б.Е., Боброва И.В., Гонсалес-Сабатер А. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987. – 264с.
2. Капустин Н.М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства. – М.: Машиностроение, 1979. – 245с.
3. Гонсалес-Сабатер А. Построение математической модели для автоматизированного решения задач проектирования технологии сборки изделий машиностроения. // Сборка в машиностроении, приборостроении. -2002. -№ 1, - С. 9-13.

Выслоух С.П., Филиппова М.В. <b>Информационные основы проектирования технологии механосборочных работ в приборостроении.</b> В статье рассмотрены вопросы создания информационной модели сборочной единицы и оценки информационных процессов при сборке. Указаны возможности использования информационных моделей сборочных единиц и технологии сборки при создании систем автоматизированного проектирования.	Vyslouh S.P., Filippova M.V. <b>Information bases of designing of technology of machine-assembling works in instrument making.</b> In work the questions of a creation informative model of assembly unit and an estimation of informative processes at assembly are considered. Opportunities of use of information models of assembly unit and technology of assembly are specified at creation of systems of the automated designing.
--	---

*Надійшло до редакції  
12 жовтня 2004 року*