

УДК 658.511:519.237

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Волошко О.В., Вислоух С.П., Антонюк В.С.

КПІ ім. Ігоря Сік орського, м. Київ, Україна

***Анотація:** Виконано аналіз використання інформаційних технологій при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва в приладо- та машинобудуванні. Показано, що для розв'язання задач стиснення інформаційних масивів, класифікації, групування та розпізнавання образів доцільно використовувати методи багатовимірного статистичного аналізу. Приведено ефективні методи параметричного та структурного моделювання при розв'язанні технологічних задач та рекомендації з їх використання. Вказано на доцільність використання запропонованих методів при інформаційній підтримці життєвого циклу виробів.*

***Ключові слова:** інформаційний масив, розпізнавання, образ, життєвий цикл*

Вступ. Проблема підвищення ефективності приладо- і машинобудівного виробництва гостро ставить задачу покращення результатів та скорочення строків технологічної підготовки виробництва за рахунок створення прогресивних технологічних процесів виготовлення виробів.

Тому актуальною є розробка наукових підходів до обробки технологічної інформації та обґрунтованого вибору методів розв'язання різноманітних технологічних задач.

Аналіз інформаційних технологій, які використовуються при розв'язанні задач технологічного проектування, встановив, що методи багатовимірного статистичного аналізу з метою зниження розмірності факторного простору, класифікації, групування та розпізнавання образів практично не застосовуються.

Задачі технологічної підготовки виробництва недостатньо формалізовані, зазвичай відсутні адекватні математичні моделі, що описують вихідні технологічні параметри та показники процесів виготовлення деталей та складання виробів, на обмеженому рівні розв'язуються задачі параметричної та структурної оптимізації приладо- та машинобудівного виробництва.

Використання методів параметричного та структурного моделювання обмежується відомими не завжди ефективними методами.

Для розв'язання різноманітних задач технологічної підготовки виробництва не використовуються сучасні методи теорії інформації, теорії масового обслуговування, розпізнавання образів, проектування інтелектуальних технологічних систем тощо.

Недостатньо досліджені можливості сучасних методів імітаційного та математичного моделювання, а також відсутнє наукове обґрунтування вибору використовуваних в даний час методів розв'язання задач технологічної підготовки виробництва.

Відсутність рекомендацій з використання ефективних методів обробки технологічної інформації та недостатнє застосування сучасних методів багатовимірного статистичного аналізу, параметричного та структурного моделювання й оптимізації при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва викликає необхідність розробки науково обґрунтованих основ використання в технології приладо- та машинобудування сучасних інформаційних технологій, що дають можливість підвищити ефективність приладобудівного виробництва.

Постановка задачі досліджень. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні наукові та прикладні задачі:

1. На основі аналізу стану інформаційних технологій в приладо- та машинобудуванні обґрунтувати наукові шляхи підвищення ефективності технологічної підготовки виробництва

шляхом раціонального використання технологічної інформації, створення та використання новітніх методів та моделей розв'язання технологічних задач.

2. Розробити методіку зниження розмірності факторного простору при розв'язанні технологічних задач, створити відповідні алгоритми та програми, здійснити практичну апробацію цих методик при визначенні фізико-механічних характеристик конструкційних та інструментальних матеріалів.

3. Показати доцільність та ефективність використання методів розпізнавання образів в задачах технологічної підготовки виробництва. Розробити алгоритми та програми дискримінантного та кластерного аналізу технологічної інформації. Виконати практичну апробацію методик розпізнавання образів при автоматизованому проектуванні технології обробки корпусних деталей в приладобудуванні.

4. Виконати аналіз методів отримання математичних моделей технологічних параметрів, визначити ефективність їх використання. Обґрунтувати доцільність та ефективність використання сучасних методів евристичного та нейромережевого моделювання при параметричному моделюванні, розробити методики цього моделювання, створити відповідні алгоритми та програми, виконати практичну апробацію вказаних методик при розв'язанні технологічних задач.

5. Виконати аналіз методів структурного моделювання та оптимізації, що використовуються при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва. Обґрунтувати доцільність та ефективність методів багатозначної логіки та порядкових визначників і методів мереж Петрі для моделювання та оптимізації завантаження обладнання технологічних виробничих систем. Розробити алгоритми та програми, що реалізують розв'язання цих задач, і виконати їх практичну апробацію.

6. Розробити на основі обґрунтованих узагальнених рішень практичні рекомендації щодо використання запропонованих методик математичного і імітаційного моделювання та оптимізації при розв'язанні різноманітних задач технологічної підготовки виробництва в приладо- та машинобудуванні.

Розв'язання поставлених задач. Аналізу стану використання сучасних інформаційних технологій при розв'язанні економіко-математичних задач дозволив встановити наступне.

Стиснення масивів технологічної інформації, що реалізовується методами факторного, компонентного аналізу і методом багатовимірного шкалування дозволяє значно підвищити інформативність отриманих результатів досліджень, спростити вирішення множини задач технологічного підготовки виробництва за рахунок зменшення ознакового простору і скорочення часу вирішення різних технологічних завдань, а також поліпшити якість отриманих рішень [1–3].

Класифікація, групування і розпізнавання образів, які реалізовані методами кластерного (ієрархічного і швидкого) і дискримінантного аналізу, дозволяють успішно вирішити такі технологічні завдання [2, 3]: визначити, які з множини параметрів, що характеризують конструкційний матеріал, найбільш істотно впливають на їх технологічні властивості; об'єктивно класифікувати конструкційні матеріали за сукупності їх технологічних параметрів (фізико-механічних властивості, хімічний склад, тощо); за заданими параметрами досліджуваного конструкційного матеріалу визначити групу (кластер), до якого він відноситься, а у вибраній групі знайти матеріал-аналог; за заданими параметрами нового конструкційного матеріалу визначити умови і методи його обробки на основі встановлення аналогічних умов матеріалу-аналогу; шляхом опису множини конструктивно-технологічних ознак нової деталі визначити із інформаційної бази підприємства деталь-аналог, технологічний процес її виготовлення буде основою для створення нового одиничного технологічного процесу.

При розгляді питання математичного моделювання технологічних параметрів встановлено, що побудова математичної моделі складного об'єкту можлива на основі

використання її декомпозиції на складові взаємопов'язані елементи і отримання математичних моделей цих складових частин. Це дозволяє значно спростити отримання адекватної математичної моделі досліджуваного об'єкту, а в деяких випадках це є єдино можливим варіантом рішення поставленої задачі.

Найчастіше для отримання багатовимірних математичних моделей технологічних параметрів застосовують статистичні методи. Планування експериментів і обробка їх результатів методом регресійного аналізу дозволяє отримати досить просто лінійну математичну модель досліджуваного об'єкту, а в деяких випадках - нелінійну модель. Безпосереднє використання регресійного аналізу для отримання математичних моделей не вимагає проведення експериментів за суворо встановленим планом, при цьому можна використовувати результати пасивного експерименту.

Значно зменшити кількість експериментів і, відповідно, витрати часу і засобів при їх реалізації можна шляхом вживання методів теорії подібності і аналізу розмірностей.

Пропонується для математичного моделювання при вирішенні технологічних задач застосовувати методи евристичної самоорганізації моделей, які дозволяють отримати єдину модель оптимальної складності за допомогою перебору великої кількості моделей за заданим критерієм на основі незначної кількості апріорної інформації. Перевагою цих методів, на відміну від методів регресійного аналізу, є використання зовнішніх критеріїв вибору математичної моделі, що дозволяє об'єктивно оцінити якість моделювання досліджуваного параметра. Методи самоорганізації доцільно використовувати для отримання математичних моделей, якщо досліджуваний об'єкт не є керованим, початкові дані отримані в результаті проведення пасивного експерименту або статистичної обробки інформації, експеримент є керованим, але комбінація значень аргументів не може бути досягнута або ж призводить до аварійної (критичної) ситуації, а проведення планового експерименту вимагає довготривалих і вартісних досліджень.

Новим, ефективним методом отримання математичних моделей є нечіткий метод групового врахування аргументів (МГВА), який має всі переваги класичного МГВА і в той же час позбавлений його недоліку – він дозволяє визначити значення прогнозованих вихідних параметрів не в окремій точці, а в деякому довірчому інтервалі. Крім того, метод не має явища виродженості системи лінійних алгебраїчних рівнянь при визначенні коефіцієнтів математичної моделі. Запропоновані алгоритми і програми нечіткого МГВА дозволяють прогнозувати і моделювати технологічні параметри з більшою точністю в порівнянні з класичним методом при незначній кількості початкової інформації.

Перспективним засобом моделювання і прогнозування технологічних параметрів, а також вирішення завдань класифікації, розпізнавання образів і зниження розмірності факторного простору є використання методів штучних нейронних мереж [4].

Сумісне використання методів штучних нейронних мереж і евристичної самоорганізації моделей (класичного і нечіткого МГВА) дозволяє організувати комп'ютерний експеримент, який дає можливість значно зменшити матеріальні, енергетичні і часові витрати при проведенні експериментальних досліджень.

Аналіз задач параметричної оптимізації, що вирішуються при технологічній підготовці виробництва, показав, що більшість з них є багатовимірними нелінійними задачами математичного програмування. Вибір методу їх рішення залежить від постановки задачі оптимізації, розмірності розв'язуваної задачі, виду цільової функції і залежностей, які визначають область допустимих рішень.

Залежно від постановки задачі, виду цільової функції, вигляду і кількості обмежень, а також оптимізуючих змінних для розв'язання задач оптимізації пропонується використовувати методи опуклого програмування, ковзаючого допуску і направлений випадковий пошук з самонавчанням. Крім того, ефективним є метод стохастичного програмування, що дозволяє враховувати в задачах параметричної оптимізації випадковий

характер параметрів і змінних в математичній моделі (у цільовій функції і у функціях обмежень). Розроблена методика багатокритеріальної оптимізації, яка дозволяє використовувати одночасно декілька критеріїв при вирішенні мінімаксних задач. Метод враховує значущість кожного часткового критерію оптимізації, яка визначається на основі експертних оцінок [5].

З метою оптимізації роботи виробничих систем виконано аналіз методів моделювання і оптимізації роботи цих систем. Встановлено, що перспективними для вирішення завдань оптимізації параметрів виробничих систем є методи математичне і імітаційне моделювання, які базуються на використанні структурно-логічного підходу до математичного моделювання систем та їх імітаційного моделювання методами мереж Петрі [6, 7]. Вказані методи реалізовані при оптимізації завантаження устаткування технологічних систем.

На основі аналізу інформаційних зв'язків виконана формалізація конструкції приладів і технології їх складання. Це дозволило розробити методику автоматизованого проектування технології складання, функціональну і структурну схему автоматизованої системи проектування технології механоскладальних і електромонтажних робіт.

Дано рекомендації з використання створеної автоматизованої системи в комплексі з CAD - системою твердотільного проектування Solid Works, реалізуючи, таким чином, можливість віртуального складання виробу з одночасним отриманням технологічної документації [7-10].

Висновки. Виконані дослідження дозволяють реалізувати сучасні інформаційні технології при технологічній підготовці виробництва, підвищити інформативність і якість проектних робіт.

Результати проведених досліджень є базою для створення автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва, проектування прогресивних технологічних процесів, науково обґрунтованого нормування технологічних процесів виготовлення деталей і складання виробів, організації роботи виробничих технологічних систем, а також основою широкого використання CALS - технологій в приладо- та машинобудуванні.

Список літератури:

1. *Вислоух С.П. Факторний аналіз технологічної інформації. //Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Выпуск 100. Машиностроение. – Харьков, 2000. – С. 26–29.*
2. *Вислоух С.П. Применение методов кластерного анализа при проектировании технологических процессов. //Вестник Сев. ГТУ. Выпуск 36: Автоматизация процессов и управление. Сб. научн. трудов Севастоп. Нац. техн. ун-т. - Севастополь, 2002. – С. 103-108.*
3. *Вислоух С.П. Применение методов дискриминантного анализа при технологическом проектировании. //Резание и инструмент в технологических системах. МНТС. – Харьков: ХГПУ, 2001. – В. 60. – С. 26-35.*
4. *Вислоух С.П. Многокритериальная оптимизация в технологических расчетах. //Высокі технології в машинобудуванні. Збірник наукових праць НТУ «ХП» – Харків, 2001. –Вип. 1(4). – С. 94–98.*
5. *Вислоух С.П. Нейросетевое моделирование технологических параметров процесса резания. // Резание и инструмент в технологических системах: МНТС. – Харьков. НТУ «ХПИ», 2005, Вып. 68. – С. 109–116.*
6. *Антонюк В.С., Вислоух С.П. Информационные технологии при технологической подготовке производства.// Вестник Житомирского технологического университета Выпуск 6 – К.: НТУУ «КП», 2009. – С. 3-16.*
7. *Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ «КП», 2011. – 488 с.*
8. *Роговой А.Н., Вислоух С.П., Волошко О.В. Система автоматизированной обработки технологической информации. /Вісник НТУУ «КП». Серія приладобудування. – 2013. – Вип. 45. – С.157-166.*
9. *Antonyuk V.S., Vysloukh S.P. Information technology in deciding of technological problems in instrument making and machine engineering. /Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні : [збірник наукових праць] / – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013– (Вісник / Національний університет "Львівська політехніка"; № 760). – С. 101-105.*
10. *Voloshko O.V., Vysloukh S.H. Modelling machinability parameters of structural materials. / Збірник наукових праць VI-ої Міжнародної науково-технічної конференції « Прогресивні технології в машинобудуванні» 6-10 лютого 2017р. – Львів, 2017. – С. 21-22.*