

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ШВЕЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Розглядаються основні напрямки використання математичних моделей для розв'язання задач оптимізації сучасних процесів виготовлення швейних виробів*

Видатний італійський фізик і астроном, один із фундаторів точного природознавства, Галілео Галілей (1564 – 1642 рр.) говорив, що "Книга природи написана на мові математики". Майже через двісті років родоначальник німецької класичної філософії Іммануїл Кант (1742 – 1804 рр.) стверджував, що у всякій науці стільки істини, скільки в ній математики". Нарешті, ще через майже сто п'ятдесят років, практично вже в наші часи, німецький математик і логік Давид Гильберт (1862 - 1943гг.) констатував: "Математика - основа всього точного природознавства".

Наведені висловлювання великих вчених, без додаткових коментарів, дають цілковите уявлення про роль і значення математики як в науково-теоретичній, так і наочно-практичній діяльності фахівців.

Сучасна практика наукових досліджень свідчить, що для досягнення успіху дослідник повинен однаково добре орієнтуватися в трьох областях:

- в прикладних методах математичної статистики;
- в математичному моделюванні, тобто в мистецтві формалізації постановки реальної задачі, яке полягає в умінні перекласти задачу з мови економічної, соціологічної, медичної, технічної і т.п. на мову абстрактних математичних схем і моделей;
- в застосуванні сучасного програмного забезпечення ЕОМ для вирішення практичних задач.

### ***Об'єкти та методи досліджень***

Як об'єкт досліджень обрано технологічний процес виготовлення швейних виробів. Дослідження базувались на системному підході. У ході досліджень використовувалися апарати математичної статистики, лінійної алгебри та лінійного і динамічного програмування. Всі розрахунки проводилися на ПЕОМ з використанням універсальної інтегрованої системи комп'ютерної математики MatLab 7.0.

### ***Постановка завдання***

Враховуючи важливість забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних швейних виробів актуальними є дослідження, які спрямовані на застосування сучасного математичного апарату для розв'язання задач автоматизації та оптимізації сучасних процесів швейного виробництва.

У пропонованій статті надаються результати роботи, виконаної у зазначеному напрямку на кафедрах технології та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну та Мукачівського технологічного інституту.

### ***Результати та їх обговорення***

Повною мірою задача автоматизації й оптимізації технологічних процесів швейного виробництва може бути вирішена тільки при наявності математичної моделі об'єкта як складної системи, що складається з набору взаємозалежних функціональних вузлів і елементів. Способи подання моделі при цьому можуть бути різними: від систем математичних рівнянь, нерівностей або програм,

реалізованих на ЕОМ, до словесного опису ситуації, у якому для передбачення наслідків різних рішень використовується алгебра логіки [1,...,3].

Існують два основні методи побудови математичної моделі: експериментально – статистичний і аналітичний (детермінований).

Експериментально - статистичний метод досить широко використовується для вирішення задач, пов'язаних з поліпшенням якості одиничних і групових властивостей виробів легкої промисловості.

Прикладом застосування експериментально - статистичного методу для вирішення приватних технологічних задач може служити визначення оптимальних параметрів термодублювання пакету швейного виробу. В даному випадку вхідними змінними буде температура, час, тиск дублювання, вихідними – жорсткість пакету, міцність на розшарування, міцність на зсув, кількість прань, зовнішній вигляд і ін.

Аналітичний метод побудови математичної моделі заснований на теоретичному представленні механізму досліджуваного процесу (об'єкту).

Прикладом використання аналітичного методу побудови математичної моделі є оптимізація розкладки лекал, раціональний розрахунок шматків тканини в настили, попередній розрахунок потоку при виконанні схеми розподілу праці і т.п.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити висновок, що математична модель швейного виробу або процесу його виготовлення повинна розроблятися шляхом комплексування експериментально - статистичного і аналітичного методів побудови математичних моделей. Вибір вхідних і з'ясовних змінних при цьому повинен проводитися з урахуванням задач, вирішуваних на основі розробленої математичної моделі виробу або процесу його виготовлення.

Можна виділити наступні основні напрямки використання математичних моделей у швейній промисловості [4]:

1. *Прогнозування і планування.* Цей напрямок використання математичних моделей припускає прогнозування напрямків моди, попиту на швейні вироби того чи іншого призначення, планування прибутку. В останньому випадку до складу вхідних перемінних повинні входити витрати на виробництво швейних виробів з різним рівнем якості і відповідна оптова вартість виробів. Вихідною перемінною повинен бути прибуток.
2. *Оцінка параметрів, безпосередній вимір яких не є можливим.* Цей напрямок припускає оцінку невідомих параметрів моделі, наприклад, коефіцієнтів вагомості показників якості одиничних чи групових властивостей за набором відповідним чином побудованих функціоналів, зв'язаних з різним рівнем якості виробу.
3. *Комплексна оцінка якості швейних виробів.* У цьому випадку як модель звичайно використовується середньозважений комплексний показник якості. Вхідними перемінними служать одиничні показники якості властивостей швейного виробу.

$$Q(\mathbf{x}, \mathbf{a}) = \mathbf{a}^T \mathbf{x} \quad , \quad (1)$$

де  $\mathbf{x}$  -  $n$  – мірний вектор-стовпець одиничних показників якості, що мають однакову розмірність;  $\mathbf{a}$  -  $n$  – мірний вектор-стовпець коефіцієнтів вагомості, які визначають вагомість відповідних властивостей швейного виробу і задовольняють умові  $\mathbf{a}^T \mathbf{E} = 1$ ;  $T$  – знак транспонування;  $\mathbf{E}$  -  $n$  – мірний вектор-стовпець, всі елементи якого дорівнюють одиниці.

Функціонал (1) і є прикладом математичної моделі якості швейного виробу. Вхідними перемінними служать одиничні показники якості властивостей швейного виробу, а пояснювальною - комплексний показник якості швейного виробу.

4. *Оптимізація “регульованих”* (тобто одиничних показників, що піддаються керуванню), припускає вибір рівня одиничних властивостей швейного виробу, при яких забезпечується максимізація його якості в умовах всякого роду обмежень. При цьому може використовуватися аналітична математична модель, представлена однією з відомих форм подання комплексного показника якості з відповідними обмеженнями або експериментально-статистичною моделлю [1,2].
5. *Оптимізація варіанту організації технологічного процесу й елементів технологічного процесу.* При цьому, природно, математичні моделі, в залежності від цілей, повинні бути представлені в іншому виді, що дозволяє використовувати відомі методи оптимізації, зокрема, методи лінійного та динамічного програмування.

Проілюструємо можливість застосування аналітичних моделей для вибору раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення швейних виробів.

Для процесу виготовлення швейних виробів характерний досить складні і різноманітні способи обробки однотипних деталей і вузлів; часта змінюваність моделей; великий асортимент допоміжних матеріалів, що використовуються; широка номенклатура і технічні можливості наявного устаткування.

Необхідний вибір технологічно і економічно доцільної послідовності виготовлення виробу, яка б відповідала заданому рівню якості і продуктивності праці, а також фінансовим можливостям підприємства.

В принципі, вибір раціонального варіанту (варіанту, оптимального по тих або інших критеріях) організації технологічного процесу виготовлення швейного виробу можна провести шляхом прямого перебору можливих варіантів, отриманих за допомогою САПР або (при відсутності такої) на основі вивчення досвіду швейних підприємств. Сумарна кількість переборів при цьому величезна, що робить задачу прямого перебору важко вирішуваною навіть при використуванні сучасних ЕОМ. Тому для вирішення задачі вибору раціонального варіанту слід використовувати спеціальний математичний апарат.

У загальному випадку задачу вибору раціонального варіанту в залежності від обраного критерію математично можна сформулювати в одному з наступних видів:

А) Мінімізувати фінансові витрати на організацію технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (2)$$

при обмеженні на трудомісткість виготовлення

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot H_{ij} \leq H_0, \quad (3)$$

де  $C_{ij}$  - фінансові витрати на реалізацію  $i$  - го варіанту  $j$  -ї технологічно неподільної операції;  $H_{ij}$  - трудомісткість реалізації  $i$  - го варіанту  $j$  -ї технологічно неподільної операції;  $i$  - номер варіанту  $j$  - ї операції,  $i \in [1, N(j)]$ ;

1, якщо обраний  $i$  - й варіант  $j$  -ї операції;

$k_{ij} = \begin{cases}$

0, якщо виконання  $j$  - ї операції не передбачається;

$H_0$  – припустима трудомісткість виготовлення швейного виробу.

Б) Мінімізувати трудомісткість технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (4)$$

При обмеженні на фінансові витрати

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} \leq C_0, \quad (5)$$

де  $C_0$  - припустимі фінансові витрати на реалізацію технологічного процесу виготовлення швейного виробу.

Сформульована задача розв'язана в роботі [5] методом динамічного програмування.

### **Висновки**

1. Показано, що повною мірою задача автоматизації й оптимізації технологічних процесів швейного виробництва може бути вирішена тільки при наявності математичної моделі об'єкта як складної системи, що складається з набору взаємозалежних функціональних вузлів і елементів.
2. Сформульовано основні напрямки використання математичних моделей у швейній промисловості.

### **Література**

1. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. - М.: Лег. индустрия, 1974. - 257 с.
2. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико - статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1974. - 159 с.
3. Айвазян С.Ф., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Исследование зависимостей. Прикладная статистика, справочное издание. -М.: Финансы и статистика, 1985. - 346 с.
4. Білоцька Л.Б. Математичні моделі як основа автоматизації та оптимізації сучасних процесів виготовлення швейних виробів // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины, Херсонский государственный технический университет, 2004, № 1, С.320.
5. Білоцька Л.Б. Забезпечення високої якості швейних виробів з натурального хутра на основі системного підходу та принципів оптимізації: Дис...канд.техн.наук: 05.19.04. - К., 1998. – 251 с.