

УДК
687:519.711.2

БІЛОЦЬКА Л.Б., ЛОЗОВЕНКО С.Ю.
Київський національний університет технологій та дизайну,
Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ШВЕЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

***Мета.** Повною мірою задача всебічного дослідження об'єкта (швейного виробу, технологічного процесу виготовлення швейних виробів) може бути вирішена тільки за наявності математичної моделі об'єкта як складної системи. У роботі розглянуто експериментально-статистичні й аналітичні методи побудови математичних моделей, а також основні напрями їх використання для оптимізації технологічних процесів швейного виробництва.*

***Ключові слова:** швейний виріб, технологічний процес, математичне моделювання об'єктів, моделювання технологічних процесів.*

Вступ. Системний підхід розв'язання задач швейного виробництва зумовлює комплексне використання різних способів, технологій і заходів, спрямованих на підвищення рівня якості швейних виробів та ефективності технологічних процесів їх виготовлення. Причому всі ці способи, заходи та технології повинні базуватися на результатах всебічного дослідження об'єкта (у даному випадку швейного виробу чи технологічного процесу (ТП) його виготовлення), його елементів у їх єдності і взаємозв'язку із встановленням єдиної мети функціонування системи. Основним засобом та інструментом сучасних наукових досліджень є моделювання – вивчення об'єкту шляхом побудови його математичної моделі з подальшим її дослідженням, а також заміні експерименту з оригіналом експериментом на моделі.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення швейних виробів. Предмет дослідження – представлення технологічних процесів виготовлення швейних виробів у вигляді різного роду моделей із подальшим їх дослідженням.

Дослідження базувалися на основі системного підходу, методах аналізу та синтезу, математичних методах оптимізації.

Результати досліджень. Повною мірою задача всебічного дослідження об'єкта, як складної системи, може бути вирішена тільки за наявності його математичної моделі. Проте, способи представлення моделі

можуть бути різними: від систем математичних рівнянь, нерівностей або комп'ютерних програм до словесного опису ситуації, у якій для передбачення наслідків різних рішень використовується алгебра логіки [1]. Є два основні підходи побудови математичної моделі: експериментально-статистичний та аналітичний (детермінований).

У разі використання експериментально-статистичного підходу, незалежно від фізико-хімічної сутності явищ, що відбуваються в досліджуваному об'єкті або процесі, всю сукупність параметрів, що визначають стан об'єкта (швейного виробу або ТП), можна розглядати як багатопараметричну систему (рис. 1).



Рис. 1. Загальна схема взаємодії змінних у разі використання експериментально-статистичного підходу розробки математичної моделі

Вхідні змінні $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ описують умови функціонування системи. Вихідні змінні $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ характеризують результат функціонування системи ("ефективність" швейного виробу) і називаються в статистиці [2] результуючими або змінними, які можна пояснити. Змінні e_1, e_2, \dots, e_k – це приховані, що не піддаються безпосередньому вимірюванню, випадкові компоненти, які відображають вплив неврахованих на вході чинників і враховують помилки у вимірах показників, що аналізуються.

Загальна задача експериментально-статистичного дослідження з урахуванням схеми взаємодії змінних, наведеної на рис.1, може бути сформульована так: за результатами p вимірювань $\{x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}; y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{mi}\}, i \in \overline{1, p}$ досліджуваних змінних на об'єкті (системі), що аналізується, побудувати таку функцію (в загальному випадку векторно-значущу)

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{pmatrix} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ f_p(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{pmatrix},$$

яка дозволила б найкращим (в певному сенсі) чином відновити значення результуючих змінних $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}^T$ за заданим значенням вхідних змінних $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}^T$ (знак "Т" означає транспонування).

Сформульована задача є класичною задачею регресійного аналізу [2, 3]. Експериментальні дані можуть бути отримані або методом активного експерименту, побудованого на штучно побудованих збуреннях, які вводяться в об'єкт дослідження за заздалегідь розробленим планом (більш поширена назва методу – метод планування експерименту), або методом пасивного експерименту, який будується на основі збору вихідного статистичного матеріалу про стан об'єкту, який функціонує в нормальному режимі. У виробничих умовах виготовлення швейних виробів, проведення активного експерименту ускладнено, оскільки величини збурень, що вводяться в складові технологічного процесу, можуть призвести до масового браку з усіма можливими наслідками. У разі використання пасивного експерименту результати досліджень відповідають вузькому інтервалу зміни одиничних властивостей швейних виробів, що в кінцевому підсумку може унеможливити отримання оптимальних рішень. Незважаючи на зазначені недоліки, експериментально-статистичний метод побудови математичної моделі досить широко використовується для вирішення окремих вузьких завдань загальної задачі забезпечення необхідного рівня якості швейної продукції. Цьому методу присвячена монографія В. Б. Тихомирова [4], у якій досить повно розглянуто загальні питання використання математичного апарату планування й аналізу експерименту для розв'язання задач, що виникають у легкій та текстильній промисловості.

Аналітичний (детермінований) підхід побудови математичної моделі ґрунтується на теоретичному уявленні про механізм процесу (об'єкта), що досліджується. Процес моделювання в цьому випадку здійснюється на основі дослідження закономірностей явищ, що відбуваються в об'єкті, шляхом використання теорії алгебри й диференціальних рівнянь. Головна перевага моделей, отриманих на основі детермінованого підходу, – їх значна прогностична потужність, недолік – труднощі створення точної моделі складних об'єктів. Тому у разі використання аналітичного підходу розробки математичної моделі вводять низку припущень, які можуть призвести до неадекватності математичної і реальної моделей. Аналітичний підхід зазвичай використовують для розробки наближених математичних моделей процесу виробництва швейних виробів. Наприклад, у роботах [5] та [6] запропоновано спосіб побудови математичної моделі технологічного процесу виготовлення швейних виробів із натурального хутра шляхом членування процесу на, так звані, конструктивно-технологічні модулі (КТМ). Кожен із КТМ являє собою сукупність відомостей про методи

обробки певних частин виробу. Шляхом вибору певного набору КТМ можна оптимізувати технологічний процес за обраним критерієм (часом виготовлення виробу, технологічною собівартістю, капітальними витратами). Під час оптимізації за одним із критеріїв, обмеження на інші не вводяться, що призводить до необхідності використання багатокрокового алгоритму з поліпшенням "рішення" на кожному подальшому кроці. Наразі авторами розглядається можливість розв'язання сформульованої задачі методом динамічного програмування, що збільшить ефективність пошуку необхідних рішень [7].

Основні напрями використання математичних моделей для управління якістю швейних виробів та підвищення ефективності технологічних процесів швейного виробництва, із різним набором вхідних і змінних, які можна пояснити, ілюструються схемою, представленою на рис. 2.



Рис. 2. Основні напрями використання математичних моделей технологічного процесу швейного виробництва

1. Прогнозування і планування. Цей напрям використання математичних моделей припускає прогнозування попиту на швейний виріб того чи іншого асортименту, планування прибутку.

2. Оцінка параметрів, безпосередній вимір яких не є можливим. Цей напрям припускає оцінку невідомих параметрів моделі, наприклад, коефіцієнтів вагомості показників якості за набором відповідним чином побудованих функціоналів, зв'язаних із різним рівнем якості виробу.

3. Комплексна оцінка якості швейних виробів. У цьому випадку за модель зазвичай використовується середньозважений комплексний показник якості. Вхідними перемінними слугують одиничні показники якості властивостей швейного виробу.

4. Оптимізація "регульованих" одиничних показників припускає вибір рівня одиничних властивостей швейного виробу, що забезпечує

максимізацію його якості в умовах різного роду обмежень. У цьому випадку може використовуватися аналітична математична модель, представлена однією з відомих форм подання комплексного показника якості з відповідними обмеженнями, або експериментально-статистична модель.

5. Оптимізація варіанту організації технологічного процесу й елементів технологічного процесу.

Слід зазначити, що математичні моделі залежно від цілей мають представлятися у певному вигляді, що дозволить використати відомі методи оптимізації, зокрема, метод динамічного програмування.

Висновки. Отже, математична модель швейного виробу або технологічного процесу його виготовлення повинна розроблятися шляхом комплексування експериментально-статистичного та аналітичного методів. Водночас, вибір вхідних і змінних, які можна пояснити, має проводитися з урахуванням завдань, що вирішуються на основі розробленої математичної моделі виробу або процесу його виготовлення.

Список літератури

1. Дрозд Ю. Основи математичної логіки. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2003. – 100 с.
2. Костюк В.О. Прикладна статистика: навч. посібник / В.О. Костюк; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 191 с.
3. Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу: навчальний посібник. – Рівне: МЕРУ, 2011. – 140с.
4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Лег. индустрия, 1974. – 262 с.
5. Лозовенко С.Ю. Формалізація відомостей про технологічний процес виготовлення швейних виробів із натурального хутра з метою його оптимізації // Тези доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів “Наукові розробки молоді на сучасному етапі”. – К. : КНУТД, 2013 р. – т. 1. – С. 3-4
6. Розробка інформаційної бази даних для автоматизованого проектування швейних виробів із натурального хутра / С.Ю. Лозовенко, Л.Б. Білоцька // Збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю кафедри технології шкіри та хутра «Сучасні екологічно безпечні технології виробництва шкіри та хутра». – К. : КНУТД, 2010 р. – С. 156-160
7. Оптимізація технологічного процесу виготовлення швейних виробів із натурального хутра / С.Ю. Лозовенко, Л.Б. Білоцька // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції присвяченої 50-річчю заснування Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2012 р. – С. 144-146.