



УДК 685.31.02

## МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ НАТУРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДЕТАЛІ ВЗУТТЯ

Асп. Д. Грикун  
Науковий керівник проф. В.І. Чупринка  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Метою роботи є розробка математичного та програмного забезпечення для інтерактивного проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталі взуття необхідно вирішити наступні завдання: аналітичний опис форми натурального матеріалу(шкіри), аналітичний опис форми вад(зон заборони) на натуральному матеріалі, розробка алгоритму інтерактивного проектування раціональних схем розкрою цих матеріалів.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є процес проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталей взуття. Предметом дослідження є інтерактивне проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталей взуття.

**Методи та засоби дослідження.** Дослідження ґрунтуються на основних положеннях технології взутт'євого виробництва, математичного моделювання, методів обчислювальної математики та аналітичної геометрії.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Удосконалення методів проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталей взуття, що дозволило розробити математичне та програмне забезпечення для автоматизованого проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталей взуття.

**Результати дослідження.** При розкрої шкір на деталі взуття застосовують несистемне розміщення. Несистемне розміщення деталей при розкрої шкір пов'язане, поперше, з топографією шкіри, коли з окремих ділянок матеріалу в залежності від їхньої товщини і фізико-механічних властивостей викроюють визначені групи деталей, у зв'язку з чим порушується система розміщення при переході від ділянки до ділянки. По-друге, з порушенням системи розкрою, що відбувається через наявність на шкірі дефектів. По-третє, комплектний розкрій деталей також перешкоджає системному розміщенню. У багатьох випадках не вдається в автоматичному режимі побудувати схеми розкрою, які б задовольняли технологічні вимоги. Тому доводиться одержані схеми коригувати або будувати нові в інтерактивному режимі. Для успішного розв'язання цієї задачі необхідно вирішити такі проблеми:

- розміщення деталей на матеріалі заданих розмірів та не перетин деталями границь матеріалу;
- вилучення будь-якої раніш розміщеної деталі із розкрійної схеми;
- не перетин деталей при їх розміщенні;
- визначення процента використання матеріалу при використанні одержаної схеми розкрою;
- вивід на друк одержаної схеми розкрою.

Зупинимося більш детально на деяких із перерахованих вище задач. Для опису зовнішнього контуру матеріалу і дефектів будемо застосовувати кусково-лінійну апроксимацію. Зовнішня границя області  $\Omega$  буде задаватися вершинами опукло-ввігнутого многокутника  $\{X_j^s, Y_j^s\}, j = 1..k$ . Дефекти будуть задаватися також вершинами апроксимуючого многокутника  $\{Xp_j^l, Yp_j^l\}, j = 1..m(l); l = 1..r$ .

Так як кожна із деталей заданої моделі будуть апроксимуватися опукло-ввігнутим багатокутником, то інформацію про зовнішній контур будь-якої деталі моделі можна однозначно задати координатами вершин апроксимуючого багатокутника. Нехай кожна деталь нашої моделі матиме свій порядковий номер  $i = 1..n$ . Тоді координати вершин для



апроксимуючого багатокутника  $i$ -ї деталі можна представити наступним чином:  $\{X_{ij}, Y_{ij}\}$ , де  $j = 1..k_i$  та  $k_i$ - кількість вершин апроксимуючого багатокутника для  $i$ -ї деталі. Визначимо максимальні значення координат вершин апроксимуючого багатокутника для  $i$ -ї деталі

$$\begin{aligned} \text{Max}X_i &= \max\{X_{ij}\} \\ \text{Max}Y_i &= \max\{Y_{ij}\} \\ \text{Min}X_i &= \min\{X_{ij}\} \\ \text{Min}Y_i &= \min\{Y_{ij}\} \end{aligned}, j = 1..k_i$$

Перерахуємо координати апроксимуючих багатокутників таким чином:

$$\begin{aligned} X_{ij} &= X_{ij} - (\text{Max}X_i + \text{Min}X_i) / 2 \\ Y_{ij} &= Y_{ij} - (\text{Max}Y_i + \text{Min}Y_i) / 2, j = 1..k_i \end{aligned}$$

В цьому випадку :

$$\begin{aligned} \text{Max}X_i &= -\text{Min}X_i = MX_i \\ \text{Max}Y_i &= -\text{Min}Y_i = MY_i \end{aligned}$$

Так як натуральний матеріал та плоскі геометричні об'єкти, що розміщуються на ньому, ми представляємо багатокутниками, то для знаходження їх площі скористаємося наступним виразом для знаходження площі багатокутника, який визначений координатами його вершин:

$$S = \left| \sum_{i=1}^{n-1} X_i \cdot Y_{i+1} - X_{i+1} \cdot Y_i \right| / 2$$

Зв'яжемо систему координат з матеріалом, який має прямокутну форму (рулони або листи). Нехай початок координат знаходиться у лівому нижньому куті прямокутника, що описаний навколо зовнішнього контуру матеріалу. Тоді попередньо допустима область, де можуть бути розміщені наші деталі може бути представлена у вигляді системи нерівностей:

$\begin{cases} 0 \leq X \leq Dl \\ 0 \leq Y \leq Sh \end{cases}$ , де  $Dl$ -довжина прямокутника, що описаний навколо зовнішнього контуру матеріалу,  $Sh$  - ширина прямокутника, що описаний навколо зовнішнього контуру матеріалу. Для однозначного відображення деталі на матеріалі необхідно знати таку інформацію:

$Nd$ -код деталі, що розміщується (в нашому випадку це  $i = 1..n$ );

$Xp_m, Yp_m, m=1..q$  – координати полюса деталі (будь-якої фіксованої точки на деталі) в системі координат, яка пов'язана з матеріалом;

$Pr$  – признак положення деталі (в нашому випадку: 0 – основне положення; 1 – деталь, яка повернута на 180 градусів відносно основного положення; 2 – деталь, яка повернута на 90 градусів відносно основного положення; 3 – деталь, яка повернута на 270 градусів відносно основного положення).

Для оцінки ефективності одержаної схеми розкрою матимемо наступне співвідношення

для визначення коефіцієнта заповнюваності шкіри:

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^m q_j S_j}{(S_0 - \sum_{i=1}^r Sg_i)} = \frac{\sum_{j=1}^m q_j S_j}{(S_0 + \sum_{i=m+1}^{m+r} S_i)}$$

де  $q_j$  - кількість деталей з площею  $S_j$ , що розмістились на шкірі площею  $S_0$  та  $Sg_i$  - площа вад на шкірі.

**Висновки.** Запропоноване математичне та програмне забезпечення для інтерактивного проектування раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталі взуття має практичну значимість, так як воно направлене на впровадження інформаційних технологій у взуттєве виробництво. Це програмне забезпечення дозволить прискорити час підготовки раціональних схем розкрою натуральних матеріалів на деталі взуття та впровадити автоматичний розкрій цих матеріалів.

**Ключові слова.** Взуття, натуральні матеріали, інтерактивне проектування, програмне забезпечення.