

УДК 687.022

Разработка программной методики размещения шаблонов деталей обуви для раскройного станка «АРК1500»

**Тарасов С.Д., асп.,
Староверов Б.А., д.т.н., проф.,
Лапшин В.В., д.т.н., доц., проф.**

Костромской государственный
университет,
г. Кострома,
Российская Федерация

Реферат. В статье изложена разработанная программная методика размещения шаблонов деталей обуви на листе кожи. Программная методика разработана на основе рекомендаций по размещению шаблонов деталей на коже, а также синтезированных математических моделей кожи и шаблонов деталей обуви. Разработанная программная методика будет способствовать импортозамещению иностранного программного обеспечения на раскройном станке и повышению процента использования площади материала.

Ключевые слова: кожа, раскройный станок, размещение шаблонов деталей, математическая модель, методика, алгоритм.

В связи с введением санкций иностранный поставщик предприятия «Танцмастер» в г. Кострома прекратил поддержку программного обеспечения раскройного станка «АРК1500». В связи с этим потребовалось разработать программный комплекс, который в полной мере выполняет функции иностранного программного обеспечения. Программное обеспечение станка «АРК1500» должно выполнять следующие функции:

- принимать задание, состоящее из шаблонов деталей производимой обуви (дизайн, размер и прочие параметры шаблонов разрабатываются в программе «АСКО» в конструкторском бюро предприятия);
- осуществлять размещение шаблонов на листе раскраиваемого материала;
- преобразовывать размещение шаблонов в исполняемые команды режущей оснастки станка [1, 2].

Исходное программное обеспечение позволяло осуществлять размещение шаблонов только в интерактивном (ручном) режиме. Разработанная программная методика позволяет использовать гибкий подход к размещению шаблонов, реализуя как интерактивный, так и автоматический режим. Методика реализована в виде нескольких программных модулей, созданных на языке программирования Python.

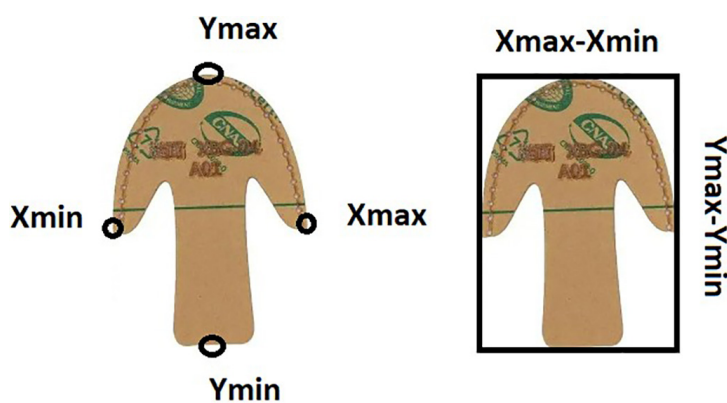
Квадратометрическая методика размещения шаблонов

Данная методика была разработана раньше всех остальных и основывалась на концепции имитации труда раскройщика. Эта методика размещает шаблоны в прямоугольном поле,

которое является плоскостью раскройного стола. При разработке методики за основу был взят алгоритм оптимального размещения n -го количества различных прямоугольников в прямоугольном поле заданного размера. Адаптация алгоритма к неправильным формам шаблонов деталей производится следующим образом: из файла задания в формате HPGL считывается контур шаблона, который состоит из набора координат его точек, далее осуществляется аппроксимация отдельного шаблона описывающим прямоугольником, длина и высота которого определяются как разница между максимумом и минимумом соответствующих координат. Аппроксимация описывается формулами (1), (2).

$$L_x = X_{max} - X_{min} \quad (1)$$

$$L_y = Y_{max} - Y_{min} \quad (2)$$



**Рисунок 1 – Схема аппроксимации шаблона
прямоугольником**

Процесс аппроксимации шаблона детали прямоугольником показан на рисунке 1.

После аппроксимации всех шаблонов осуществляется размещение аппроксимирующих прямоугольников. Размещение аппроксимирующих прямоугольников для комплекта шаблонов пары обуви показано на рисунке 2.

После размещения аппроксимирующих прямоугольников

программа осуществляет обратное преобразование – размещенные прямоугольники преобразуются в исходные контуры шаблонов. Размещенные по описанному методу шаблоны представлены на рисунке 3.

Данная методика имеет как преимущества, так и недостатки. К достоинствам относится быстрота выполнения алгоритма. Недостатками является отсутствие учета свойств раскраиваемой кожи как в виде ее контура, так и анизотропии. Межшаблонные мостики обеспечиваются путем построения эквидистант шаблонов [3, 4, 5].

Размещение шаблонов по прямолинейно-поступательной системе

Размещение шаблонов по прямолинейно-поступательной системе является стандартом при раскрое деталей верха и низа обуви. Размещение по прямолинейно-поступательной системе осуществляется так, что парные детали размещаются на коже под углом 180° относительно пары на расстоянии межшаблонного мостика. Программно-математическая

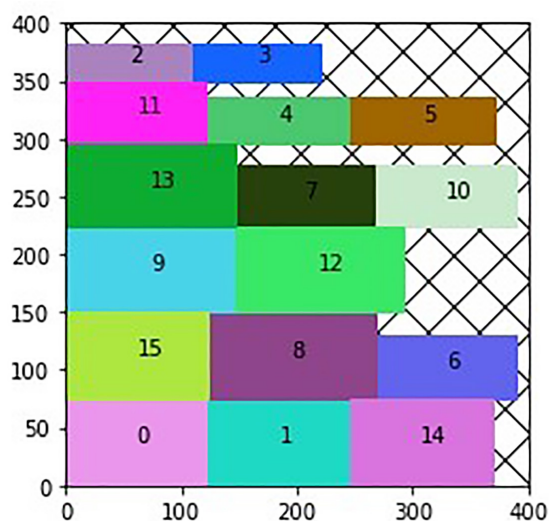


Рисунок 2 – Оптимальное размещение аппроксимирующих полигонов

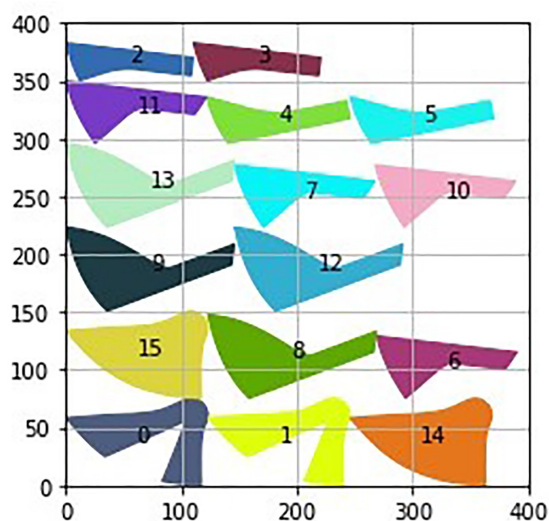


Рисунок 3 – Размещение шаблонов деталей по квадратомической методике

методика реализация прямолинейно-поступательной системы осуществляется следующим образом: комплект шаблонов сортируется по их площади, наибольший шаблон размещается в заданной точке, следующий равный по площади шаблон извлекается из набора и размещается под углом 180° на расстоянии межшаблонного мостика, далее операции размещения повторяются, пока не исчерпается весь набор шаблонов. Программная реализация прямолинейно-поступательной системы может размещать только наборы шаблонов, состоящие исключительно из парных деталей. Размещение по прямолинейно-поступательной

системе программа может осуществлять как в один, так и несколько рядов. Размещение шаблонов в один ряд по оси X показано на рисунке 4. Размещение вдоль оси Y показано на рисунке 5. Размещение в два ряда показано на рисунке 6.

Прямолинейно-поступательная система спроектирована с целью компенсации анизотропных свойств раскраиваемой кожи. Согласно прямолинейно-поступательной системе шаблоны деталей размещаются на листе кожи, парные детали размещаются

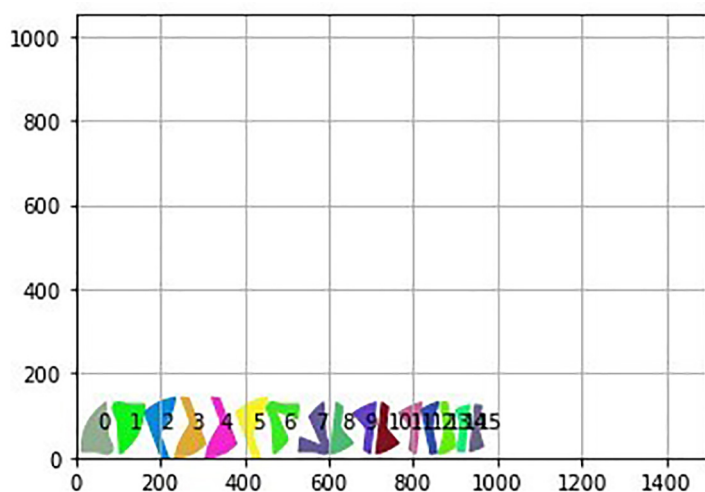
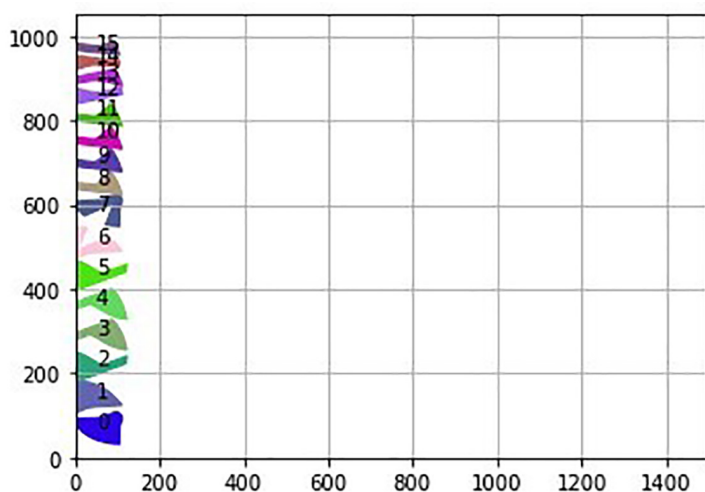
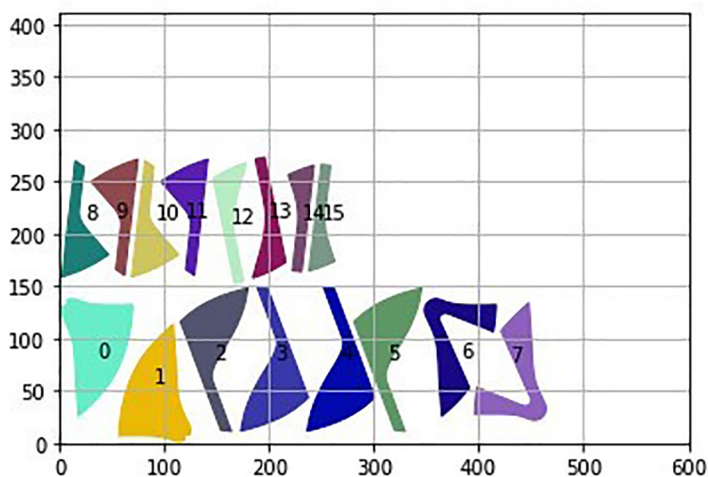


Рисунок 4 – Размещение по прямолинейно-поступательной системе вдоль оси X



**Рисунок 5 – Размещение
по прямолинейно-поступательной системе
вдоль оси Y**



**Рисунок 6 – Размещение
по прямолинейно-поступательной системе в два ряда**

симметрично линии хребта. Размещение по данной системе осуществляется вручную, является неформализуемым процессом, в основном, из за трудности выбора начальной точки размещения. По этой причине программная реализация прямолинейно-поступательной системы является не полной [6, 7].

Алгоритм плотного размещения с учетом контура кожи

В языке Python реализована библиотека DeepNest, способная осуществлять плотное размещение полигонов в поле произвольной формы. Данная библиотека была адаптирована под требования задачи размещения шаблонов на листе кожи. Контур кожи, с точки зрения программы, является таким же координатным полигоном, как и раскраиваемые шаблоны. Контур раскраиваемой кожи вводится в программу с помощью системы машинного зрения OPEN CV, затем масштабируется до реальных размеров. Оцифрованный контур кожи показан на рисунке 7.

После оцифровки контура раскраиваемой кожи осуществляется размещение в нем шаблонов. Такое размещение представлено на рисунке 8.

Также разрабатывается подсистема интерактивного размещения шаблонов, которая позволила бы учитывать топографию и анизотропию раскраиваемой кожи в полной степени.

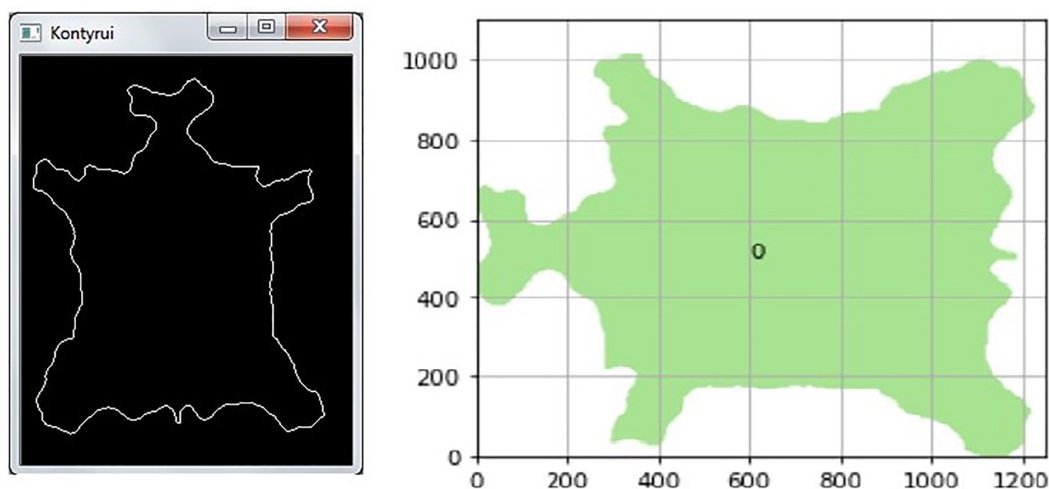
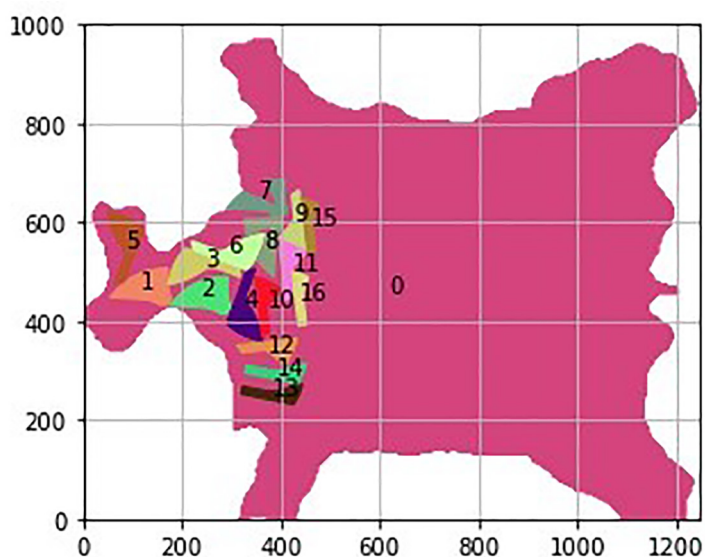


Рисунок 7 – Оцифровка контура раскраиваемой кожи средствами машинного зрения



**Рисунок 8 – Размещение шаблонов деталей
на цифровой модели кожи
средствами библиотеки DeepNest**

Список использованных источников

1. Разработка конкурентоспособного автоматизированного раскройного комплекса материалов / В. В. Лапшин, М. П. Левыкин, Б. А. Староверов, А. А. Кузнецов // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2023). Материалы докладов международной научно-технической конференции. Витебск, 2023.– С. 44–48.
2. Использование современных технологий раскроя материалов в рамках импортоза-

мещения / Кузнецов А. А., Лапшин В. В., Левыкин М. П., Иргашева А. Ш. // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий» (23–24 марта 2023г.), – Кострома, ФГБОУ ВО «КГУ», 2023. – С.196–198.

3. Тарасов, С. Д. Разработка системы автоматизированного проектирования оптимального раскроя материала в среде разработки PYTHON / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов // Цифровые технологии в производстве: материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Кострома, 2023. – С. 33–37.

4. Тарасов, С. Д. Итерационный алгоритм квазиоптимального раскроя кожи и текстильного материала квадратоимическим методом / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 2. – С. 193–199.

5. Тарасов, С. Д. Программный комплекс оптимального раскроя кожи и текстильных материалов с использованием машинного зрения / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Кострома, 2024. – С. 281–284.

6. Фурашова, С. Л. Технология раскроя и основы рационального использования материалов: лабораторный практикум / С. Л. Фурашова, Ю. В. Милюшкова. – Витебск: УО «ВГТУ», 2020. – 100 с.

7. Методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500 с оценкой процента использования площади материала / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин // Технологии и Качество. – 2024. – № 2. – С. 13–17.