

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2021, №2, Том 6 / 2021, No 2, Vol 6 <https://kostumologiya.ru/issue-2-2021.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/13TLKL221.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Разина Е.И., Костылева В.В. Концепция зонного автоматизированного градирования деталей обуви // Научный журнал «Костюмология», 2021 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/13TLKL221.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Razina E.I., Kostyleva V.V. (2021). The concept the zonal of automatic gradation of shoe parts. *Journal of Clothing Science*, [online] 2(6). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/13TLKL221.pdf> (in Russian)

УДК 685.34.016

ГРНТИ 64.01.77 64.01.85 64.41.14 64.41.71

ББК 37.255

Разина Екатерина Игоревна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Старший преподаватель
E-mail: razina-ei@rguk.ru

Костылева Валентина Владимировна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Заведующая кафедрой
Доктор технических наук, профессор
E-mail: kostyleva-vv@rguk.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=353612

Концепция зонного автоматизированного градирования деталей обуви

Аннотация. Сегодня, в условиях построения инновационной экономики одним из важнейших критериев развития предприятия легкой промышленности выступает уровень ее автоматизации, который, если в прошедшем столетии считался передовым технологическим рубежом для наиболее прогрессивных отраслей, то в настоящее время это становится обязательным элементом организации практически каждой производственной системы. При создании продукции, в частности обуви, одним из ведущих факторов, является не только применение передовых технологий производства и инноваций для обеспечения ее конкурентоспособности, но и скорость выпуска на рынок, обусловленная не в последнюю очередь проектированием. Каждая пятая организация применяет информационные системы, нацеленные на автоматическую оптимизацию ресурсов предприятия, интеграцию производства и снабженческо-сбытовых операций (ERP-, CRM-, SCM-системы). Российская экономика встретила пандемию коронавируса на «нарастающей волне» цифровизации, которая происходит довольно неравномерно. Темпы роста значительно выше в государственном секторе и финансах. Медленнее растут инвестиции в цифровые технологии в промышленности и сфере услуг. Для разработки проектной и конструкторской документации новых моделей обуви используются различные САПР, в конфигурации которых имеется ряд «узких мест». Из их числа выделяется операция «Градирование» – одна из основных, влияющих на качество готовой обуви.

Цель исследования состоит в представлении усовершенствованного метода градирования шаблонов деталей обуви в условиях автоматизированного проектирования. Процесс градирования деталей обуви в разных САПР осуществляется по-разному, что приводит к неудовлетворительной затяжке на колодке заготовок верха крайних размеров. Отсутствие описаний алгоритмов градирования в известных системах, отрицательно сказывается на создании новых программных приложений. Поэтому авторами на основе анализа закономерностей изменения размеров деталей верха и низа обуви при переходе от одного размера и/или полноты на другие размеры и/или полноты в различных системах нумерации обуви установлены, базирующиеся на теории подобия, математические выражения для вычисления координат точек градируемых шаблонов. Разработаны алгоритмы процедур градирования деталей верха и низа для метрической и штихмассовой систем нумерации обуви. Принципиальным отличием предложенного решения от известных является реализованное экспериментально «зонное» градирование пяточной и носочной частей конструктивной основы верха обуви, выражающимся в использовании переменного, а не усредненного коэффициента относительного приращения, что обеспечивает более точное воспроизведение форм и размеров деталей в серии. Предлагаемые алгоритмы и математические выкладки могут быть использованы для отдельных модулей или утилит, как в 2-D так и 3-D автоматизированных системах проектирования. Такой подход разрабатывается в рамках диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Разиной Е.И. и предполагается к внедрению в учебный процесс кафедр «Художественное моделирование, конструирование и технология изделий из кожи», «Информационные технологии» РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) в виде учебных пособий.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования; градирование; детали низа и верха обуви; размер; полнота; относительное приращение; ось градирования; конструктивная основа верха

Актуальность

В промышленном производстве расширяется применение автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов на всех производственных стадиях и видах производств. Компании предъявляют возрастающий спрос на инжиниринговые услуги сервисы по внедрению информационных технологий. В легкой промышленности использование информационных технологий автоматизации пока носит фрагментарный характер. На этом фоне концепция зонного автоматизированного градирования деталей обуви представляется своевременной и актуальной. Колодки и обувь одного фасона модели, но разных размеров, связанных определенной закономерностью, называются серией, а метод разработки серии шаблонов для раскроя деталей и изготовления колодок называется градированием. Обувь изготавливается различных размеров по длине, ширине и обхвату, поэтому понятие серийное производство здесь несколько шире, чем в машиностроении, под которым понимается выпуск одинаковой продукции одного типоразмера, тогда как размерно-полнотная серия колодок обуви и ее деталей включает ряд этих изделий одного фасона, но разных размеров и полнот. Новая модель обуви отрабатывается по среднему размеру серии, а шаблоны других размеров и полнот получают в ходе серийного градирования. Серийное градирование шаблонов деталей обуви базируется на теории подобия и, в частности, на свойствах аффинного преобразования, когда совмещение двух геометрических систем осуществляется путем неравномерной деформации (неодинаковой для всех направлений). При этом параметры выражаются в долях различных масштабов, исходя из закономерностей в изменении размерных признаков стоп при изменении их длины и ширины. К таковым относятся установленные Ю.П. Зыбиным четыре закономерности, которые являются основой многих современных исследовательских и

конструкторских работ по проектированию обуви. Исходя из этих закономерностей, получают серию колодок и деталей обуви [1–5].

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года №642, «...в ближайшие 10–15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта...»¹. Сегодня применяются системы автоматизированного проектирования (САПР) АСКО-2Д (РосЗИТЛП), «ShoesModel» (МГУДТ), Ассоль (МФТИ), Nahos (фирма «TESEO», Италия), ClassiCAD (Чехия), Crispin от Delcam (Великобритания), Shoemaster от CSM3D International Limited (Великобритания) [6–12]. В последние годы популярной становится Rhino от фирмы Rhinoceros, разрабатывающей плагины для обувной промышленности: ImagineElf, LastElf, 3dm-shoes, Butterfly, CastingElf, EvaElf, ShoesKit, и SHOT, в которых процесс градирования осуществляется за несколько минут, время от начала разработки модели до ее запуска в производство может существенно сократиться.

Как показывает практика, собственно процесс градирования деталей обуви в разных САПР осуществляется по-разному. Это приводит иногда к тому, что заготовки верха крайних размеров плохо затягиваются на колодку. Отсутствие описаний алгоритмов градирования в этих системах, является препятствием для создания новых программных приложений. В «Стратегии развития промышленности РФ до 2035 г.» Правительством поставлены задачи повышения уровня технологического развития и цифровизации отраслей, ускорения коммерциализации новых технологий и продуктов, внедрения отечественного программного обеспечения², что позволяет говорить об актуальности рассматриваемой в статье проблемы.

Концепция градирования деталей обуви

В научной литературе процесс градирования, изложенный в общем виде, ориентирован на ручной расчетно-графический метод и использование градир-машин.

Реализуемая нами концепция перехода от имеющейся модели обуви или ее деталей с одной колодки на новую, предполагает контроль совпадения их размерно-полнотных характеристик, анализ закономерностей изменения контуров деталей верха и низа при переходе от одного размера и/или полноты на другие размеры и/или полноты в различных системах нумерации обуви и является основой разработки алгоритмов градирования, определяющих создание программного обеспечения систем компьютерного градирования.

Градирование деталей низа и верха отличается друг от друга. Поэтому рассмотрим их как отдельные самостоятельные процессы.

¹ Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. N 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // [сайт] URL: <https://www.base.garant.ru/71551998/>.

² Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 года N 1512-р [сайт] URL: <https://www.docs.cntd.ru/document/565066326>.

1. Градирование деталей низа

Известно, что при переходе от одного размера к смежному длина основной стельки (развертки следа колодки) изменяется на 5 мм в метрической системе и 6,66 мм (один штих) – в штихмассовой. При этом, ширина стельки в пучковой части (в сечении $0,68 \cdot L_{\text{стопы}}$) изменяется примерно на 1 мм в метрической системе или $6,66/5 \approx 1,33$ мм в штихмассовой. Это отвечает ГОСТ-3927³, т. к. при переходе от размера к размеру обхват колодки в пучковой части ($O_{0,68/0,72}$) изменяется на 3 мм в метрической системе, при этом две части от обхвата приходятся на верхнюю боковую поверхность, а одна часть – на след. Учитывая пропорциональные (подобные) изменения размерных характеристик стоп, приращение обхвата в пучках в штихмассовой системе для смежных размеров будет равно $3 \cdot 6,66/5 \approx 4$ мм.

При переходе от одной полноты к смежной обхват колодки в пучковой части изменяется на 8 мм для повседневной обуви и на 6 мм для модельной. Тогда, для изменения длины $L_{\text{стельки}}$ и ширины $Ш_{0,68}$ в пучках стельки в различных системах измерения при переходе от одного размера и полноты к другому размеру и полноте справедливы следующие формулы:

$$L_{\text{стельки}}^{\text{нов}} = L_{\text{стельки}} \left(1 + n \cdot \frac{\Delta L}{L_{\text{стельки}}} \right),$$
$$Ш_{0,68}^{\text{нов}} = Ш_{0,68} \left(1 + n \cdot \frac{\Delta Ш_1}{Ш_{0,68}} + m \cdot \frac{\Delta Ш_2}{Ш_{0,68}} \right),$$

где:

n – целое число, как положительное так и отрицательное, определяющее ступень перехода от исходного к искомому размеру;

m – целое число, как положительное так и отрицательное, определяющее ступень перехода от исходной к искомой полноте;

$$\Delta L = \begin{cases} 5 & \text{– для метрической системы} \\ 6,66 & \text{– для штихмассовой системы;} \end{cases}$$

$$\Delta Ш_1 = \begin{cases} 1 & \text{– для метрической системы} \\ \frac{6,66}{5} & \text{– для штихмассовой системы;} \end{cases}$$

$$\Delta Ш_2 = \begin{cases} \frac{8}{3} & \text{– для повседневной обуви} \\ 2 & \text{– для модельной обуви.} \end{cases}$$

Для выполнения градирования предварительно требуется операция правильной ориентации деталей или конструкции в системе координат ХОУ (рис. 1). Для деталей низа ось градирования должна совпадать с одной из осей системы координат ХОУ (рис. 1а), а середина линии пятки основной стельки с началом координат – точкой О (рис. 1а).

Математическое выражение для вычисления координат $(x_i^{\text{нов}}, y_i^{\text{нов}})$ точек $P_i^{\text{нов}}$ ориентированной стельки через координаты исходной стельки (x_i, y_i) , точек P_i в матрично-векторном виде и расширенной системе координат [13–15] будет:

³ ГОСТ 3927-88 «Обувные колодки. Общие технические условия» // [сайт] URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/1200019187>.

$$(x_i^{\text{HOB}}, y_i^{\text{HOB}}, 1) = (x_i, y_i, 1) * \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -x_1^{\text{оси}} & -y_1^{\text{оси}} & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Тогда $\begin{cases} x_i^{\text{HOB}} = (x_i - x_1^{\text{оси}}) * \cos \alpha - (y_i - y_1^{\text{оси}}) * \sin \alpha \\ y_i^{\text{HOB}} = (x_i - x_1^{\text{оси}}) * \sin \alpha + (y_i - y_1^{\text{оси}}) * \cos \alpha \end{cases}$

где $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ вычисляются по формулам:

$$\cos \alpha = \frac{x_2^{\text{оси}} - x_1^{\text{оси}}}{\sqrt{(x_2^{\text{оси}} - x_1^{\text{оси}})^2 + (y_2^{\text{оси}} - y_1^{\text{оси}})^2}},$$

$$\sin \alpha = \frac{y_2^{\text{оси}} - y_1^{\text{оси}}}{\sqrt{(x_2^{\text{оси}} - x_1^{\text{оси}})^2 + (y_2^{\text{оси}} - y_1^{\text{оси}})^2}}.$$

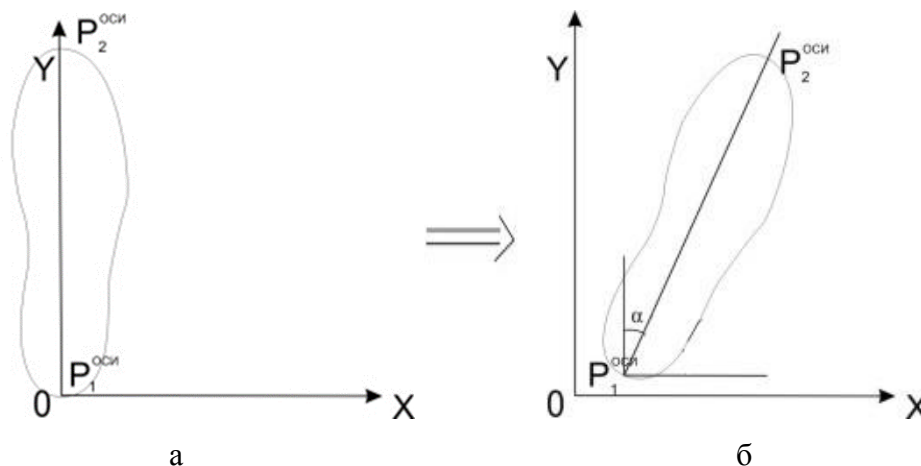


Рисунок 1. Ориентация основной стельки в системе координат:

а – перед выполнением процесса градирования; б – после ввода в САПР обуви (авторский)

В случае, если ширина стельки в пучках не задана, что характерно для работы в 3D системах автоматизированного проектирования обуви, ее можно вычислить по следующему алгоритму:

- Сортируем точки стельки так, чтобы началом при цифровом описании являлась точка $P_1^{\text{оси}}$ и обход осуществлялся против часовой стрелки. После ориентации стельки координаты точки $P_1^{\text{оси}} = (0,0)$ (рис. 1а).
- Определяем координату $y = 0,68 * L_{\text{стопы}}$ (рис. 2),

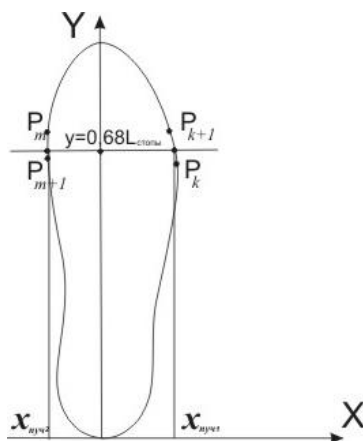


Рисунок 2. Определение ширины стельки в пучках (авторский)

- Находим две пары точек (P_k, P_{k+1}) и (P_m, P_{m+1}) , для которых выполняются условия:

$$y_k \leq 0,68 * L_{\text{стопы}} \leq y_{k+1}$$

$$y_{m+1} \leq 0,68 * L_{\text{стопы}} \leq y_m.$$

- Вычисляем координаты $x_{\text{пуч1}}$ и $x_{\text{пуч2}}$ точек в пучках ($y = 0,68 * L_{\text{стопы}}$) по формулам:

$$x_{\text{пуч1}} = \frac{0,68 * L_{\text{стопы}} - y_k}{y_{k+1} - y_k} * (x_{k+1} - x_k) + x_k,$$

$$x_{\text{пуч2}} = \frac{0,68 * L_{\text{стопы}} - y_m}{y_{m+1} - y_m} * (x_{m+1} - x_m) + x_m,$$

- Определяем ширину стельки в пучках: $\text{Ш}_{0,68} = |x_{\text{пуч1}}| + |x_{\text{пуч2}}|$.

Применяя теорию подобия, можно определить координаты $(x_i^{\text{град}}, y_i^{\text{град}})$ опорных точек P_i в описании контура стельки:

$$\begin{cases} y_i^{\text{град}} = y_i^{\text{нов}} \left(1 + n * \frac{\Delta L}{L_{\text{стельки}}} \right) \\ x_i^{\text{град}} = x_i^{\text{нов}} \left(1 + n * \frac{\Delta \text{Ш}_1}{\text{Ш}_{0,68}} + m * \frac{\Delta \text{Ш}_2}{\text{Ш}_{0,68}} \right) \end{cases}$$

2. Градирование деталей верха

Градирование деталей верха принципиально отличается от градирования деталей низа, т. к. детали верха в зависимости от их расположения на колодке могут иметь произвольную ориентацию в системе координат градирования и располагаться как в зонах влияния только длинотного – γ или только широтного – β коэффициентов относительных приращений, так и в зонах комбинации направлений координатных осей градирования. Это заставляет отказаться от градирования отдельных деталей верха, которое может привести к значительным ошибкам при выполнении процесса градирования и, как результат, некачественной заготовке верха после ее сборки. При градировании верха целесообразно рассматривать всю конструкцию или чертеж конструктивной основы верха как одно целое. В этом случае градируют не детали, а линии конструктивной основы с последующим автоматическим выделением новых деталей по отградированным линиям.

После ввода чертежа в систему первой операцией, как и в случае с деталями низа, является ориентация конструктивной основы верха (КОВ) в системе координат XOY (рис. 3).

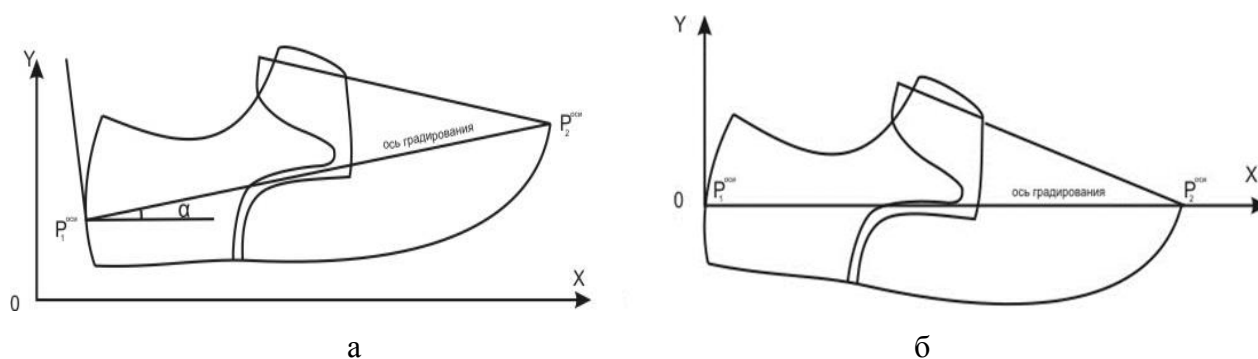


Рисунок 3. Ориентация КОВ в системе координат: а – после ввода в САПР обуви; б – перед выполнением процесса градирования (авторский)

Математические выражения для вычисления координат точек $P_i^{нов} = (x_i^{нов}, y_i^{нов})$ ориентированной КОВ через координаты точек исходной КОВ $P_i = (x_i, y_i)$ аналогичны преобразованиям, описанным для деталей низа. Из изложенных в литературе методов градирования grund-модели верха наиболее удачным можно считать метод, при котором ось градирования разбивается на 10 равных частей (зон) (рис. 4).

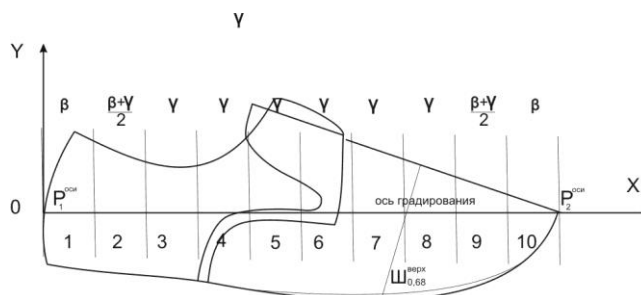


Рисунок 4. Зоны градирования конструктивной основы верха (авторский)

В каждой зоне вдоль оси OX определяется свой коэффициент относительного приращения.

Таким образом, общая длина КОВ вычисляется по формуле:

$$L_{УРК}^{нов} = L_{УРК} \left(1 + \frac{3(n + \frac{8}{3}m) \beta + 7n\gamma}{10} \right),$$

где:

n – целое число, как положительное так и отрицательное, определяющее через сколько размеров осуществляется переход от исходного к искомому размеру;

m – целое число, как положительное так и отрицательное, определяющее через сколько полнот осуществляется переход от исходной к искомой полноте;

$\beta = \Delta Ш / Ш_{0,68}^{верх}$, $\gamma = \Delta L / L_{стельки}$ определяется из чертежа КОВ (см. рис. 4);

$$\gamma = \Delta L / L_{стельки}$$

Коэффициент относительного приращения вдоль оси OY для всех зон одинаков и равен β .

В изложенном алгоритме сделаны допущения, которые предполагают, что носочная и пяточная части имеют форму трапеции, т. е. с точки зрения математики дают ошибку для практически всех встречающихся на практике реальных форм. Для выполнения точных вычислений можно совершенствовать этот алгоритм, вводя изменяющийся параметр u в некоторых зонах (см. рис. 5).

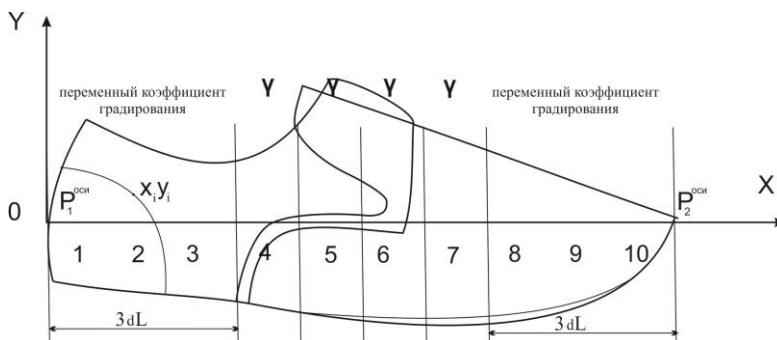


Рисунок 5. Градирование с использованием параметрического зонного алгоритма (авторский)

Для зон 1–3 координаты x_i, y_i вычисляются по формулам:

$$x_i^{\text{HOB}} = x_i \left(1 + \frac{3}{2} (n\gamma u + \beta(1-u)) \left(n + \frac{8}{3} m \right) \right),$$
$$y_i^{\text{HOB}} = y_i \left(1 + \beta \left(n + \frac{8}{3} m \right) \right),$$

где $u = \frac{x_i}{3dL}$, n и m – на сколько размеров и полнот отличается градируемая деталь от размера и полноты новой модели.

Общая длина первых трех зон после градирования составит:

$$dL_{1-3}^{\text{HOB}} = \frac{3}{2} dL \left(2 + n\gamma + \left(n + \frac{8}{3} m \right) \beta \right).$$

Для зон 4–7 координаты x_i, y_i вычисляются по формулам:

$$x_i^{\text{HOB}} = (x_i - (k-1)dL)(1+n\gamma) + dL_{1-3}^{\text{HOB}} + (k-4)dL_k^{\text{HOB}},$$
$$y_i^{\text{HOB}} = y_i \left(1 + \beta \left(n + \frac{8}{3} m \right) \right),$$

где $dL_k^{\text{HOB}} = dL(1+n\gamma)$ – длина каждой k -ой зоны с 4 по 7.

Для 8, 9 и 10 зон координаты x_i, y_i вычисляются по формулам:

$$x_i^{\text{HOB}} = (x_i - 7dL) \left(1 + \frac{3}{2} \left(n\gamma u + \beta(1-u) \left(n + \frac{8}{3} m \right) \right) \right) + dL_{1-3}^{\text{HOB}} + 4dL_k^{\text{HOB}},$$
$$y_i^{\text{HOB}} = y_i \left(1 + \beta \left(n + \frac{8}{3} m \right) \right).$$

Вывод Приведенные математические выражения для расчета точек контуров в переходных зонах 1–3 и 8–10 определяют особенность предложенных решений, выражающуюся в использовании переменного, а не усредненного коэффициента относительного приращения, что обеспечивает более точный переход от широтного коэффициента β к длинотному γ . Представленные алгоритмы могут быть реализованы в системах автоматизированного проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каган В.М., Буцкий Ю.И., Савченкова Л.А., Лукманов А.И. Автоматизация серийного градирования шаблонов в обувном производстве. / Кожевенно-обувная промышленность, 1991, №11, с. 14–15.
2. Киселев С.Ю., Фукин В.А. Проблемы серийного градирования обувных колодок и пресс-форм. / Кожевенно-обувная промышленность, 1990, №1, с. 5–7.
3. Фукин В.А., Костылева В.В., Рогожин А.Ю. Градирование сечений обувных колодок в автоматическом режиме. / Кожевенно-обувная промышленность, 1982, №4, с. 48–50.
4. Щукина С.Н., Нестеров В.П., Татаренко О. П. Алгоритм серийного градирования при рецепторном методе описания деталей обуви. // Известия вузов. / Технология легкой промышленности, 1980, №5, с. 72–75.
5. Фукин В.А., Довнич И.И., Костылева В.В. Методы и средства серийного градирования колодок и деталей обуви ЦНИИТЭИлегпром. Обувная промышленность, вып. 5, 1987. – 20 с.

6. Каган В.М., Бердникова И.П. Подготовка информации на САПР обуви «АСКО-2Д» для современного оборудования // Технологии XXI века в легкой промышленности, 2006, №2, с. 42–50.
7. Каган В.М. Методы градирования сапог в САПР «АСКО-2D». // Кожевенно-обувная промышленность, 2008, №4, с. 46–49.
8. Андреева М.В. АССОЛЬ-ОБУВЬ // Швейная промышленность, 2002, №2, с. 12–13.
9. Грубер Х. Система автоматизированного моделирования CRISPIN. // Кожевенно-обувная промышленность, 1987, №6, с. 32–35.
10. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: каталог / П.Н. Латышев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. – 608 с. – ISBN 5-98003-276-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/13738> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители. 2011–2012: каталог / П.Н. Латышев. – 3-е изд. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2011. – 736 с. – ISBN 978-5-91359-101-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/13806> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители. 2017–2018: каталог / П.Н. Латышев. – 5-е изд. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2017. – 800 с. – ISBN 978-5-91359-223-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107667> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и производстве: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
14. Gil A., Segura J., Temme N.M. Numerical Methods for Special Functions Society for Industrial and Applied Mathematics, USA, 2007. – 431 pages.
15. Agoston M.K. Computer Graphics and Geometric Modelling: Implementation and Algorithms, Springer, USA, 2005. – 907 pages.

Razina Ekaterina Igorevna

Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: razina-ei@rguk.ru

Kostyleva Valentina Vladimirovna

Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: kostyleva-vv@rguk.ru

РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=353612

The concept the zonal of automatic gradation of shoe parts

Abstract. Today, in the conditions of building an innovative economy, one of the most important criteria for the development of a light industry enterprise is the level of its automation, which, if in the past century was considered an advanced technological frontier for the most progressive industries, now it is becoming an obligatory element in the organization of almost every production system. When creating products, in particular footwear, one of the leading factors is not only the use of advanced production technologies and innovations to ensure its competitiveness, but also the speed of release to the market, due not least to design.

The aim of the research is to present an improved method for gradation patterns of shoe parts in a computer-aided design environment. The process of gradation shoe parts in different CAD systems is carried out in different ways, which leads to unsatisfactory tightening of upper blanks of extreme sizes on the last. The lack of descriptions of grading algorithms in known systems negatively affects the creation of new software applications. Therefore, the authors, based on the analysis of the regularities of the change in the sizes of the upper and lower parts of the shoe during the transition from one size and/or fullness to other sizes and/or fullness in various shoe numbering systems, established mathematical expressions based on the theory of similarity for calculating the coordinates of the points of the graded templates. Algorithms have been developed for the procedures of grading the details of the top and bottom for the metric and shtih numbering systems of shoes. The fundamental difference between the proposed solution and the known ones is the experimentally realized "zone" grading of the heel and toe parts of the constructive base of the shoe upper, expressed in the use of a variable rather than an average coefficient of relative increment, which provides a more accurate reproduction of the shapes and sizes of parts in a series. The proposed algorithms and mathematical grading can be used for individual modules or utilities, both in 2-D and 3-D computer-aided design systems. This approach is being developed within the framework of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences Razina E.I. and it is supposed to be introduced into the educational process of the departments «Artistic modeling, design and technology of leather goods», «Information technology» A.N. Kosygin RSU (Technology. Design. Art) in the form of teaching aids.

Keywords: computer-aided design systems; sorting; details of the bottom and top of shoes; size; fullness; relative increment; sorting axis; constructive base of the upper

REFERENCES

1. Kagan V.M., Butskiy Yu.I., Savchenkova L.A., Lukmanov A.I. Automation of serial grading of templates in shoe production. / *Leather and footwear industry*, 1991, №11, pp. 14–15.
2. Kiselev S.Yu., Fukin V.A. Problems of serial grading of shoe lasts and molds. / *Leather and footwear industry*, 1990, №1, p. 5–7.
3. Fukin V.A., Kostyleva V.V., Rogozhin A.Yu. Automatic grading of shoe lasts. / *Leather and footwear industry*, 1982, №4, p. 48–50.
4. Shchukina S.N., Nesterov V.P., Tatarenko O.P. Algorithm of serial gradation in the receptor method for describing shoe details. // *Izvestiya vuzov. / Technology of light industry*, 1980, №5, p. 72–75.
5. Fukin V.A., Dovnich I.I., Kostyleva V.V. Methods and means of serial grading of shoes and shoe parts TsNIITEIllegprom. *Shoe industry*, vol. 5, 1987. – 20 p.
6. Kagan V.M., Berdnikova I.P. Preparation of information on the CAD system of footwear «ASKO-2D» for modern equipment // *Technologies of the XXI century in light industry*, 2006, №2, p. 42–50.
7. Kagan, V.M. Methods for grading boots in ACKO-2D CAD. // *Leather and footwear industry*, 2008, №4, p. 46–49.
8. Andreeva M.V. ASSOL-FOOTWEAR // *Clothing industry*, 2002, №2, p. 12–13
9. Gruber X. CRISPIN automated modeling system. // *Leather and footwear industry*, 1987, №. 6, p. 32–35
10. Latyshev P.N. CAD catalog. Programs and manufacturers: catalog / P.N. Latyshev. – Moscow: SOLON-Press, 2006. – 608 p. – ISBN 5-98003-276-2. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/13738> (date of access: 01.06.2021). – Access mode: for authorization. users.
11. Latyshev P.N. CAD catalog. Programs and manufacturers. 2011–2012: catalog / P.N. Latyshev. – 3rd ed. – Moscow: SOLON-Press, 2011. – 736 p. – ISBN 978-5-91359-101-2. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/13806> (date of access: 01.06.2021). – Access mode: for authorization. users.
12. Latyshev P.N. CAD catalog. Programs and manufacturers. 2017–2018: catalog / P.N. Latyshev. – 5th ed. ... – Moscow: SOLON-Press, 2017. – 800 p. – ISBN 978-5-91359-223-1. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107667> (date of access: 01.06.2021). – Access mode: for authorization. users.
13. Fox A., Pratt M. Computational geometry. Application in design and production: Per. from English – M.: Mir, 1982. – 304 p.
14. Gil A., Segura J., Temme N.M. Numerical Methods for Special Functions Society for Industrial and Applied Mathematics, USA, 2007. – 431 pages.
15. Agoston M.K. Computer Graphics and Geometric Modelling: Implementation and Algorithms, Springer, USA, 2005. – 907 pages.