

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

2021, №4, Том 6 / 2021, No 4, Vol 6 <https://kostumologiya.ru/issue-4-2021.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/25TLKL421.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Коновалова, О. Б. Процессы проектирования обуви с позиций параметрики / О. Б. Коновалова, В. В. Костылева, Е. В. Федосеева, Д. В. Рошупкина // Костюмология. — 2021. — Т. 6. — № 4. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/25TLKL421.pdf>

For citation:

Konvalova O.B., Kostyleva V.V., Fedoseeva E.V., Roshchupkina D.V. Shoe design processes from the position of parametrics. *Journal of Clothing Science*, 4(6): 25TLKL421. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/25TLKL421.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, Договор с РФФИ 20-38-90047/20 от 20.08.20 г.

УДК 685.34.016; 685.34.017

Коновалова Ольга Борисовна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Аспирант кафедры «Художественного моделирования, конструирования и технологий изделий из кожи»,
инженер-исследователь

E-mail: o.b.konvalova@gmail.com

Костылева Валентина Владимировна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Заведующий кафедрой «Художественного моделирования, конструирования и технологий изделий из кожи»,
инженер-исследователь

Доктор технических наук, профессор

E-mail: kostyleva.vv@mail.ru

Федосеева Евгения Васильевна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Аспирант кафедры «Художественного моделирования, конструирования и технологий изделий из кожи»

E-mail: fedoseeva93@bk.ru

Рошупкина Дарья Вячеславовна

АО «Ральф-Рингер», Москва, Россия

Ведущий модельер-конструктор

Кандидат технических наук

E-mail: dashka911@mail.ru

Процессы проектирования обуви с позиций параметрики

Аннотация. Сегодня обувная промышленность — это высокотехнологичное производство, активно применяющее системы автоматизированного проектирования обуви (САПРО). В обувной промышленности получили распространение САПРО, поддерживающие форматы 2D и 3D. Эти системы автоматизируют работы с усредненной разверткой боковой поверхности колодки (УРК) для построения конструктивной основы верха обуви, внутренних и промежуточных деталей. При построении чертежа обуви возникают погрешности, обусловленные отсутствием теоретически точной методики получения развертки пространственно-сложной поверхности колодки. Изменение параметров колодки влечет за собой корректировки формы УРК и, как следствие, построение новой конструктивной основы

верха обуви. Вместе с тем, на рынке имеются разработки САПРО-3D фирм DelCam, Clarks, Lectra systems, Gerber System. Однако, высокая стоимость программного обеспечения, а также наличие аппаратной экосистемы для каждого ПО, препятствуют активной интеграции зарубежных САПРО-3D в российское обувное производство. Еще в 1970-х годах параметризация использовалась для автоматизации управления производственным процессом и привела к крупномасштабному промышленному производству. С непрерывным развитием компьютерных технологий и технологий числового управления параметризация стала основной тенденцией в информационную эпоху и широко используется в различных областях проектирования, изменяя способ проектирования и производства.

В настоящее время новое поколение промышленных дизайнеров пытается использовать параметрические инструменты для эффективного управления всем процессом проектирования и предоставления бесконечных возможностей для созидания с помощью технологии цифрового моделирования.

В статье приводится сравнительная характеристика систем, описываются распространенные в производстве обуви методики применительно к использованию инструментов параметрического проектирования Rhinoceros и Grasshopper.

(Данная статья является частью диссертационного исследования соавтора — О.Б. Коноваловой).

Ключевые слова: параметрическое проектирование; производство обуви; 3D-технологии; 3D-печать; чертеж; параметризация; Grasshopper

Параметрическое проектирование промышленных изделий — это взятие в качестве параметров определенных элементов, влияющих на дизайн изделия, установление логической взаимосвязи (т. е. алгоритма) с помощью компьютерного программного обеспечения для построения цифровой модели, то есть прототипа моделирования изделия [1]. Этот прототип часто имеет множество решений и не поддается количественной оценке, поскольку корректировка параметров может привести к созданию серии моделей, поэтому дизайнерам необходимо дополнительно проверять, уточнять и развивать, затем искать наилучшие решения в большом количестве новых форм и, наконец, определить точный размер для завершения проектирования [2].

Преимущества и значимость параметрического дизайна в основном отражены в следующих двух аспектах: во-первых, параметрический дизайн позволяет дизайнерам отказаться от традиционной концепции ручного рисования и моделирования моделей, особенно при проектировании и построении некоторых сложных поверхностей и органических форм, параметрический дизайн имеет естественное преимущество, сложные правила и алгоритмы становятся основой моделирования формы. Во-вторых, динамические изменения характеристик параметрической модели значительно повышает скорость и качество генерации и модификации цифровых моделей, а также обеспечивает тесную связь между моделированием изделия и производством на ЧПУ [3]. Весь процесс проектирования полностью интуитивно понятен, логичен и гибок.

В работе рассматриваются возможности плагина Grasshopper для работы в среде 3D-моделирования Rhinoceros от компании McNeal. Целью работы является разработка концепции параметрического проектирования обуви, частью которой является создание алгоритма перевода давления стопы в реконфигурируемую поверхность — как мощного инструмента тиражирования дизайна продуктов.

Процессы и методы параметрики

Параметрическая модель — это геометрическая модель с изменяемыми параметрами, чертеж которой содержит множество переменных. Переменными имеют как числовые, так и текстовые значения, доступные для изменений на любом этапе [4]. Кроме того, в текстовые и численные переменные можно совмещать.

Отличия традиционного чертежа от параметрического:

1. Традиционный содержит информацию о составляющих его объектах.
2. Параметрический содержит и данные об объектах, и информацию о связях между ними.

Процесс создания параметрической модели включает создание контура будущего элемента, в который далее включают параметрические размеры [5].

Параметрическое моделирование позволяет разработчикам быстро вносить изменения в изделие, создавать библиотеки деталей, узлов и процессов, «умные» модели, при внесении изменений, в которые автоматически обновляются все конструктивные элементы [6].

Различают параметризацию трех типов: иерархическую, вариационную и геометрическую [7]. В ходе иерархической параметризации вся последовательность построения модели отображается в отдельном окне в виде списка (есть во всех САПР трехмерного твердотельного моделирования).

Вариационная (размерная, или алгоритмическая) параметризация использует в построениях системы уравнений, определяющих зависимости между параметрами.

Геометрическое параметрическое моделирование пересчитывает геометрию каждого объекта в зависимости от параметров родительских объектов. При необходимости внесения изменений нельзя удалять исходные линии построения, что может привести к потере ассоциативных связей между элементами модели.

Область применения параметрического моделирования в современных САПР: хранилища в формате электронных таблиц или баз данных, модели объектов проектирования [8].

Параметрическое проектирование, основанное на методе генерации модели из иерархического списка ее создания, может распространяться на много уровней в глубину. Изменение родительского элемента оказывает воздействие на дочерние, что может привести к полному перестроению всей модели.

Существующие методы создания обуви с использованием параметрического проектирования

Проектирование осуществляют как графо — аналитическим способом, так и с использованием САПР [9]. Рассмотрим методики ЦНИИКП, итальянской школы АРС Сутория, проектирования по жесткой оболочке (МТИЛП).

Методика ЦНИИКП — 1936 г. (Ю.П. Зыбин, Б.П. Хохлов, Пешиков Ф.В. и Х.Х. Лиокумович):

- зависимость между длиннотными и широтными размерами стопы;
- определены коэффициенты для расчета положения отдельных анатомических точек на стопе на УРК; разработана сетка базисных линий;

- проработка основных конструктивных линий на плоскости усложняет визуальное представление модели до изготовления опытного образца;
- моделирование ведется без учета физико-механических свойств материала;
- система базисных линий несет в себе потенциал для дальнейшей автоматизации.

Методика итальянской школы APC Сутория создана в 1962–1965 гг. в Международном институте обувной техники и искусства в Милане Адриано Лунати.

- моделирование обуви на колодке с последующим перенесением линий на плоскость дает возможность увидеть прообраз будущей модели до изготовления опытного образца;
- учитывают относительно малое количество анатомических особенностей стопы, по сравнению с методикой ЦНИИКП (не указывают центр внутренней лодыжки, конца мизинца и точку сгиба стопы);
- метод разработан для проектирования отдельных видов обуви (полуботинки и ботинки с настрочной союзкой и настрочными берцами, туфель «лодочек» с ремешками и без ремешков, мокасин и сапожек), что затрудняет автоматизацию для массового производства.

В рассматриваемой методике этап подготовки колодки не отличается от вышеописанных методов [10]. Отличен способ нахождения внутреннего и наружного пучков. Колодку поочередно прикладывают к краю стола, таким образом, чтобы она касалась стола нижними частями внутренней и наружной сторон. В точке, которая является точкой касания к столу, отмечают внутренний и наружный пучок соответственно. Соединив при помощи гибкой ленты (на боковой поверхности колодки) намеченные точки, получают линию кальцаты, которая является ориентиром при дальнейших этапах проектирования.

Наружную сторону боковой поверхности колодки обклеивают липкой лентой («скотч») так, чтобы её концы заходили за граничные линии и линии ребра следа. Полосы ленты без морщин наклеивают «внахлестку», начиная с пяточной части. Излишки ленты по граничным линиям, ребру следа и базисной площадке срезают. Отрезок ВгС передней граничной линии (рис. 1) делят на три равные части. Из полученных точек проводят линии, параллельные линии кальцаты. «Оболочку» из липкой ленты аккуратно снимают с колодки, начиная с пятки, и делают надрезы по линиям, параллельным кальцате, не доходя 3 мм до края.

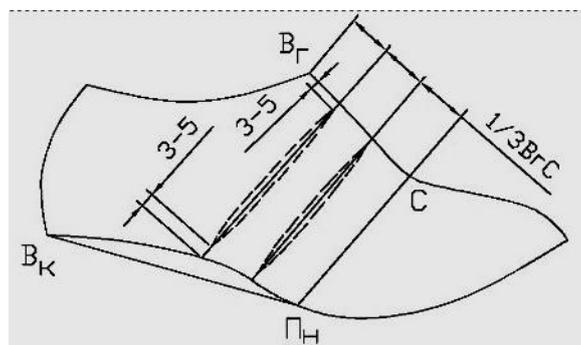


Рисунок 1. Подготовка условной развертки к снятию с колодки (из открытых источников Internet)

Снятую с колодки «оболочку» из ленты наклеивают без растяжения на ватман, начиная с пятки, и обводят её наружный контур. В местах надрезов могут образовываться выточки, на величину которых площадь «оболочки» не корректируют [11]. Полученный шаблон из ватмана вырезают.

Условную развертку наружной стороны обводят карандашом на листе писчей бумаги. Точки Вк и Пн (рис. 1) соединяют прямой линией. Примерно посередине площади шаблона по всей его длине намечают опорную полосу В1Н шириной 3–5 мм. Начиная с пятки, перпендикулярно линии ребра базисной площадки, проводят параллельные прямые на расстоянии 15–20 мм друг от друга в пяточной и 10 мм — в носочной частях. Шаблон вырезают из бумаги, по намеченным линиям делают надрезы от наружного контура до опорной полосы. Надрезанный шаблон прикрепляют липкой лентой на внутреннюю сторону боковой поверхности колодки так, чтобы контуры ВВк и ВгН шаблона точно совпадали с граничными линиями ВВк и ВгН колодки. На шаблон переносят линию ребра следа колодки, снимают его, излишки бумаги по линиям ребра обрезают [12]. Шаблон наклеивают на ватман. Вырезают его по наружному контуру, получают условную развертку внутренней стороны боковой поверхности.

На листе плотной бумаги обводят карандашом развертку наружной стороны. На этот контур наклеивают развертку внутренней стороны так, чтобы совпали линии ВкВ, ВВг и ВгН (рис. 2) обеих разверток.

Очерчивают нижний контур развертки внутренней стороны. Получают УРК, на которой отмечают точку кальцаты С, также фасон Ф, размер N, полноту W, высоту приподнятости пяточной части hk колодки.

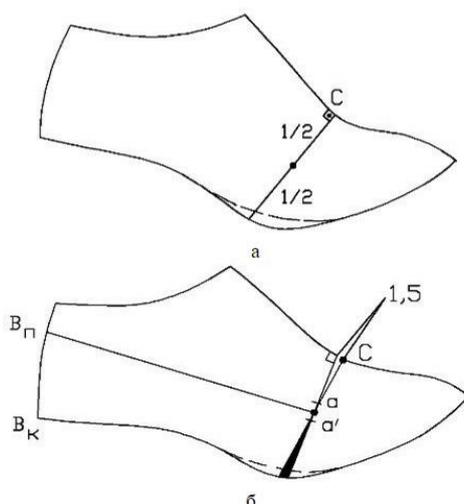


Рисунок 2. Получение и корректировка УРК (из открытых источников Internet)

Шаблон УРК вырезают по наружному контуру, а по линии внутренней стороны, которая, как правило, располагается внутри контура УРК, делают надрезы или прорезы. На УРК (рис. 2а) проводят линию СР, перпендикулярно верхнему контуру УРК в точке С. Линию СР делят пополам, получают точку Р1, от которой вверх и вниз по линии откладывают по 2,5 мм (точки а и а') и выполняют надрезы до отмеченных точек.

Если УРК получают с колодки для закрытой обуви и используют её для проектирования конструктивной основы верха полуботинок, то носочную часть УРК опускают вниз так, чтобы расстояние между краями надреза в точке С (рис. 2б) было равно 1,5 мм, при этом в точке Р образуется наложение. Закрепив носочную часть УРК в указанном положении, по линии СР наклеивают липкую ленту, фиксируя вытачку в точке С и наложение в точке Р.

Если УРК получают для легкой обуви и используют её для проектирования конструктивной основы верха туфель, то носочную часть поднимают вверх так, чтобы вытачка шириной 5 мм образовалась в точке Р, а в точке С — наложение. Указанное положение носочной части УРК фиксируют липкой лентой.

Контроль формы и размеров УРК выполняют с помощью склейки из бумаги [13]. Развертки внутренней и наружной сторон боковой поверхности колодки очерчивают на бумаге. Вырезанные из бумаги шаблоны склеивают липкой лентой по линиям ВВк и ВгН, полученную склейку надевают на колодку.

Метод получения УРК по итальянской школы является одним из самых распространенных и удобных. Использование нетоксичного, дешевого материала — бумажного «скотча» является неоспоримым преимуществом данной методики. Быстрота, простой алгоритм получения разверток боковых поверхностей делает метод доступным и легким при обучении. Также при выборе данного метода проектирования модельер сразу может оценить эстетические показатели модели, поскольку отрисовка происходит непосредственно на колодке [14]. Бумажная склейка дает возможность определить качество «посадки» модели на колодку без материальных затрат на экспериментальный образец. При этом в случае обнаружения ошибок, корректировки могут быть внесены сразу же, не снимая склейку с колодки.

При всех достоинствах данной методики нельзя не заметить и ее недостатки, которые скорее являются допущениями: на колодке не отмечают все важные антропометрические точки стопы, что увеличивает риск ошибки при проектировании. При снятии «оболочки из скотча» с колодки ее необходимо приклеить на жесткий ватман, который не позволяет повторно «примерить» полученную развертку на колодку. Многократное вырезание шаблонов из ватмана из-за многоступенчатой системы корректировок не позволяет работать на одном чертеже. Распластывание «оболочки из скотча» требует определенного навыка.

Методика проектирования по опыту немецкой обувной школы Hochschule Kaiserslautern, Standort Pirmasens практически идентична методике АРС Сутория в части получения УРК с использованием липкой ленты, но с другим порядком наклеивания бумажного скотча. Последующее проектирование на ее основе перекликается с методикой ЦНИИКП.

Способ получения УРК по методике немецкой обувной школы был изучен аспирантом кафедры ХМК и ТИК РГУ имени А.Н. Косыгина в период прохождения стажировки на базе немецкого университета в городе Пирмазенс Hochschule Kaiserslautern Standort Pirmasens по программе DAAD.

Развертку боковой поверхности колодки по методике немецкой обувной школы получают при помощи бумажной липкой ленты (бумажного скотча) шириной 15–20 мм. Небольшая ширина липкой ленты позволяет избежать лишних надрезов, складок и при распастывании более точно повторяет сложную пространственную геометрическую форму боковой поверхности колодки. Первую полоску бумажного скотча наклеивают на пяточную часть колодки так, чтобы нижний край ее совпадал с ребром следа, а по длине доходил до геленочной (рис. 3). Липкую ленту наклеивают без лишнего натяжения так, чтобы полоски свободно располагались на боковой поверхности колодки.



Рисунок 3. Наклеивание первой полоски бумажного скотча (из открытых источников Internet)

Последующие полоски бумажной липкой ленты наклеивают параллельно первой, при этом края полосок должны заходить друг на друга на 1 см (рис. 4). Обклеивая колодку липкой лентой, необходимо избегать большого количества складок, особенно в области пяточного закругления и носочной части; образующиеся складки следует тщательно разглаживать.



Рисунок 4. Обклеивание боковой поверхности пяточной части бумажным скотчем (из открытых источников Internet)

Затем обклеивают боковую поверхность геленочной части: первую полоску скотча наклеивают так, чтобы ее верхний край совпадал с передним верхним ребром базисной (установочной) площадки и далее свободно, без складок располагался на внутренней и наружной поверхностях по полоскам скотча, наклеенных в пяточной части (рис. 5). Нижние края полосок загибают за ребро следа пятки и приклеивают к стелечной поверхности колодки.



Рисунок 5. Начало обклеивания геленочной части колодки бумажным скотчем (из открытых источников Internet)

Последующие полоски бумажного скотча наклеивают параллельно друг другу вдоль гребня колодки и разглаживают, чтобы на них не было складок. В месте наибольшего прогиба поверхности колодки параллельность полос может нарушиться. В этом случае в области пучков полоски скотча следует наклеивать с большим наложением друг на друга во избежание образования незаклеенных участков. В носочной части полоски скотча снова следует наклеивать параллельно друг другу (рис. 6). После обклеивания всей боковой поверхности колодки, излишки липкой ленты аккуратно срезают ножом по линиям ребер следа и установочной площадки.

В пяточной части намечают наиболее выпуклые точки ребер установочной (базисной) площадки (А) и следа пятки (Б). Последняя является проекцией точки В — середины ширины следа пяточной части в сечении $0,18D$. Располагая верхний край сантиметровой ленты на точках А и Б, карандашом проводят граничную линию в области пятки, на которой отмечают точку Г, соответствующую наиболее выступающей точке пяточной части боковой поверхности колодки. Граничную линию в области гребня и носка проводят через наиболее выпуклые точки ребер базисной площадки Д и следа носочной части Е.

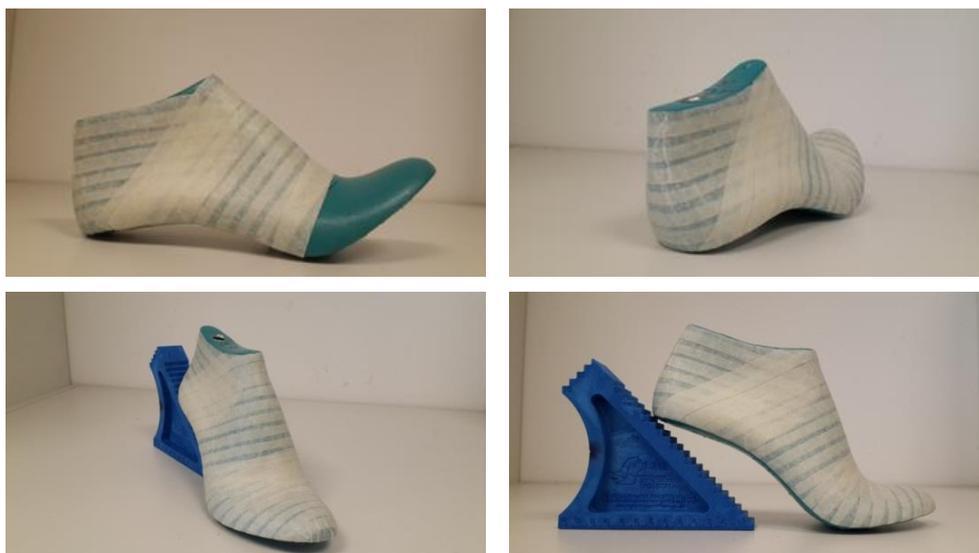


Рисунок 6. Обклеивание носочно-пучковой части колодки бумажным скотчем (из открытых источников Internet)

На полученной граничной линии отмечают точку Ж — наиболее выпуклую точку поверхности носочной части. Все отмеченные точки также соединяются при помощи сантиметровой ленты или полоски бумаги (рис. 7).



Рисунок 7. Проведение граничных линий (из открытых источников Internet)

Для определения длин наружной и внутренней боковых поверхностей колодки по геодезической линии (точки Г и Е) начало ленты совмещают с точкой Г и, удерживая ее в натянутом состоянии, совмещают с точкой Е. Особенность измерения заключается в том, что лента в носочно-пучковой части только касается поверхности колодки и не прилегает к ней (рис. 8). Полученное значение записывают на оболочке наружной и внутренней боковых поверхностей колодки.

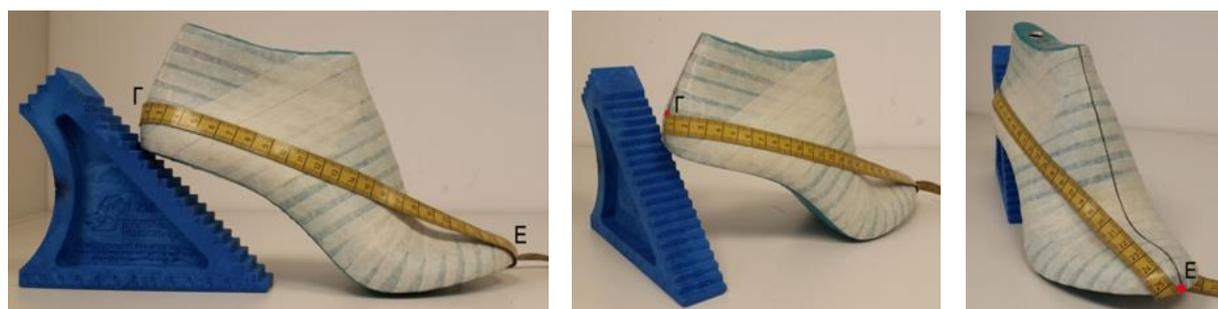


Рисунок 8. Измерение длины геодезической линии (из открытых источников Internet)

Затем оболочку из скотча разрезают по граничным линиям АБ и ДЕ и снимают с колодки. Снимать ее начиная с пятки, аккуратно отклеивая небольшие участки, не растягивая ленты скотча. Снятую с наружной стороны оболочку, не деформируя, наклеивают на ватман, тщательно разглаживая складки, распределяя их равномерно по всей площади. Затем вырезают развертку наружной боковой поверхности колодки. Аналогично оформляют развертку внутренней боковой поверхности колодки [15].

На новом листе ватмана заранее проводят отрезок прямой, длина которого равна длине геодезической линии наружной боковой поверхности колодки. Развертку наружной стороны накладывают на ватман так, чтобы точка Г геодезической линии совпала с началом отрезка (точка 1), а точка Е с концом (точка 2). Контур развертки обводят карандашом. Если длина развертки больше или меньше отмеченной длины отрезка, то развертку обводят сначала только до носочно-пучковой части, а затем, сдвинув ее слегка в нужную сторону, продолжают обвод по контуру. Точность УРК зависит от соответствия длины полученных разверток длине геодезической линии колодки.

На полученный контур накладывают развертку внутренней боковой поверхности колодки, предварительно вырезанную из ватмана, так, чтобы совпадали линия гребня и верхняя точка линии пяточного закругления. В таком положении развертку обводят карандашом [16]. Если в носочной части расхождение между контурами больше 3 мм, то развертку внутренней поверхности колодки обводят только до носочно-пучковой части, затем ее совмещают в носочной части с наружным контуром и обводят. Полученные контуры разверток усредняют по линиям пяточного закругления, геленочной части и гребня. Различие между контурами остается только в носочно-пучковой части по линии следа, которое и будет определять наружную и внутреннюю стороны (рис. 9). Так получают усредненную развертку боковой поверхности колодки.

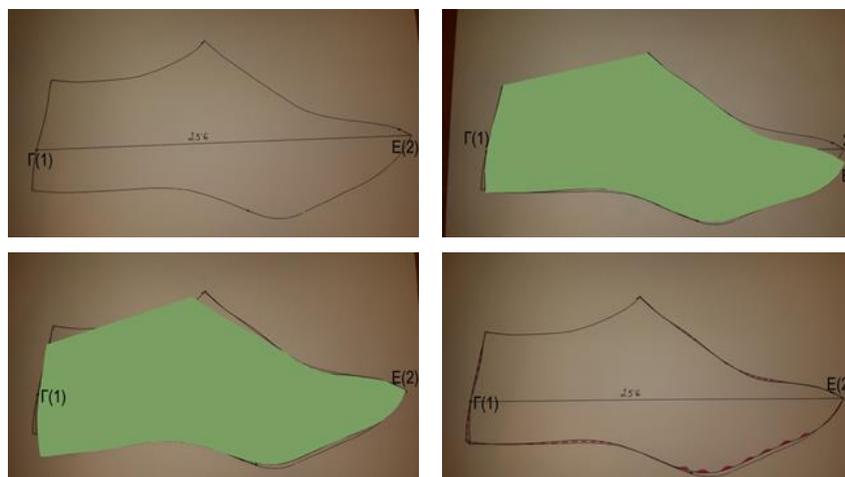


Рисунок 9. Этапы получения УРК (из открытых источников Internet)

Готовую УРК вырезают из бумаги, делая «окошки» по контуру внутренней линии. На УРК записывается фасон колодки, размер в штихмассовой системе, длина геодезической линии и высота приподнятости пяточной части. Полученная УРК является основой для дальнейшего проектирования и моделирования базовых конструкций обуви [17].

Методика проектирования МТИЛП — учитывает толщину промежуточных и внутренних деталей обуви при получении УРК — (Ю.П. Зыбин, В.Л. Раяцкас, Т.В. Козлова):

- способ получения развертки боковой поверхности колодки из полимерной пленки наносимой вакуум-аппаратом, к которой прикреплены все промежуточные и внутренние детали обуви, основная стелька;

- толщина материалов деталей соответствует требованиям ГОСТ;
- детали прикрепляют в последовательности, указанной в методике сборки обуви;
- удовлетворяющий требованиям макет изделия.

Наиболее значимыми составляющими рассмотренных методик для проектировании обуви с применением информационного оборудования являются:

- универсальность, применимость для всех видов обуви;
- возможность нанесения эскиза, конструктивных линий и анатомических точек на модель колодки;
- осуществимость учета толщины и физико-механических свойств материалов деталей обуви;
- вероятность минимальных погрешностей выточек и наложений.

САПР обуви

В связи с этим необходимо обратиться к разработкам по автоматизации обувного производства в целом. Так Фукиным В.А. создана система автоматизированного проектирования колодки по сечениям стопы, позволяющая градировать и проектировать колодки с различной приподнятостью пяточной части. Предложено математическое описание поверхности колодки в виде параметрических сплайнов, ряд программ и модулей для станков с числовым программным управлением [18].

Манченко С.А. и Никитин А.А. разработали алгоритмы проектирования контуров УРК с учетом физико-механических свойств материалов, конструкции верха и формы носочной части колодки.

Кузнецова Л.Н. — разработала информационное обеспечение САПР верха обуви, и создала автоматизированный банк текстовой и графической информации.

Бекк В.Г. предложил методику автоматизированного построения УРК, позволяющую переместить конструктивные линии из объемной поверхности на плоскость.

Глазуновой Е.М. созданы дополнительные модули к «AutoCAD» для проектирования верха обуви.

Исторически сложилось так, что сфера промышленного проектирования жестко ограничена требованиями стандартов, которые касаются лишь плоского черчения [19]. Поэтому переход от черчения на бумаге к экрану монитора изначально пошел по пути простого переноса проектировочных работ в компьютер. В обувной промышленности получили распространение системы автоматизированного проектирования обуви (САПРО), поддерживающие формат 2D. Эти системы автоматизируют работу с конструктивной основой верха обуви. Одной из таких систем, наряду с АССОЛЬ-ОБУВЬ, Шузмодел, является АСКО-2D, наиболее востребованная на сегодняшний день в России на предприятиях, производящих обувь. Основные этапы 2D-проектирования в системе:

- нанесение на обклеенную скотчем колодку вспомогательных линий по итальянской методике;
- нанесение карандашом основных конструктивных линий будущей модели обуви на колодку;

- получение УРК с нанесенными вспомогательными и конструктивными линиями (грунд-модель);
- грунд-модель при помощи дигитайзера переносится в компьютер методом аппроксимации основных контуров и отображается на экране монитора в цифровом виде и только после этих предварительных операций осуществляется процесс моделирования.

Таким образом, системы 2D-проектирования имеют особенности, обусловленные конвертацией 3D-информации о колодке в плоскую грунд-модель.

Тем не менее, для обработки данных систем 2D в 3D-форматах необходимо скоординировать, скоординировать и связать параметры поверхности колодки с параметрами построения верха обуви в единое интегрированное информационное пространство с помощью современных САПРО [20]. Наиболее известными среди них являются разработки фирм: DelCam, Clarks, Lectra systems, Gerber System. Технологические особенности западного оборудования и высокая стоимость ПО, препятствуют активной интеграции этих САПРО-3D в отечественное обувное производство.

Наиболее известным автоматизированным программным комплексом в обувной промышленности считается Delcam Crispin. На этапе проектирования компьютерное моделирование сокращает время на дизайн; упрощает процедуру градации, оптимизируется расход материалов при раскрое [21].

LastMaker 2016 — инструмент для создания и модификации колодок, завершённый проект которых передают на обработку в САМ-систему Delcam PowerMILL, что позволяет сократить длительность производственного цикла.

Высокоэффективные инструменты ПО ShoeMaker 2016 (рис. 10) позволяет создавать реалистичные трехмерные изображения моделей, что сокращает временные затраты на утверждение проекта и исключает необходимость изготовления дорогостоящих натуральных образцов [22].

ShoeStyle 2016 — модуль для работы только со стиливыми линиями, которые можно развернуть на плоскость для использования в модулях изготовления или наложить на объемную колодку. В ShoeStyle можно импортировать модель колодки, плоский эскиз или иллюстрацию для переноса линий для того, чтобы убедиться в правильности построений перед 2D-детализацией и изготовлением шаблонов.

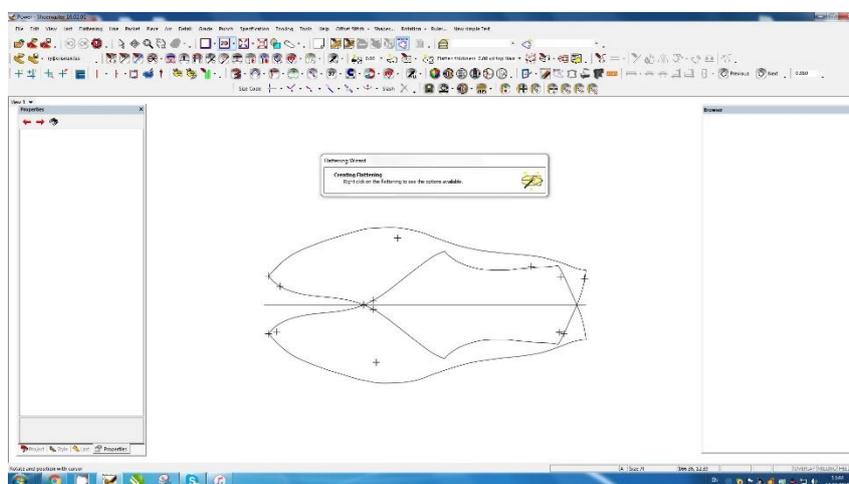


Рисунок 10. Получение УРК в программном комплексе Shoemaker на основе оцифрованной колодки (из открытых источников Internet)

Процесс получения УРК в системе САПР довольно прост: поверхность колодки сканируется и переносится в цифровую среду программы, где они дорабатываются (сглаживаются неровности, уточняются граничные линии, поверхность разбивается на множественные плоскости, которые образуют сетку, проводятся граничные линии). Файл с результатами оцифровки импортируется в модуль проектирования, где при помощи заданной функции программа считывает боковые поверхности колодки, усредняет их, проектируя УРК [23].

Отечественные НИИ и различные вузы, в том числе текстильной и легкой промышленности ведут исследования по разработке САПРО-3D, отвечающих требованиям российских производителей обуви. Так Буй В.Х. под руководством проф. Фукина В.А. предложена система «Last-Design», позволяющая проектировать обувную колодку на базе 3D-антропометрии стопы.

Современный уровень развития производства подразумевает создание 3D-моделей изготавливаемых устройств и деталей. Трехмерная графика переводит пакеты автоматизированного проектирования в среду, позволяющую судить о готовом продукте по фотореалистической визуализации, что в свою очередь, предоставляет возможность вести художественно-эстетическую оценку коллекции на стадии, предшествующей изготовлению опытных образцов. САПР обуви, поддерживающие функцию трехмерной визуализации: Shoemaker (США), Delcam (Англия), Shoemaster (Англия), Schoe cam (Германия), FDS (Германия/США); системы автоматизированного проектирования колодок: Easylast 3D, NewLast; системы автоматизированного проектирования пресс-форм: Cimatron (Израиль), Romans CAD Software (Франция).

Обратный или реверс инжиниринг — это комплекс технологий, аппаратных и программных средств, необходимых для создания свойств объекта с внесением в него ряда доработок в условиях отсутствия полной информации о структуре и технологии создания. Для данной технологии аппаратными средствами являются 3D сканеры, 3D-принтеры, компьютеры для сбора и обработки полученной информации и создания модели объекта [24].

Основными преимуществами обратного инжиниринга являются:

- оптимизация любых затрат на этапе создания продукции;
- высокая производительность процесса;
- экологичность;
- возможность внесения доработок и автоматизации процесса.

К основным этапам обратного инжиниринга относятся:

- первый этап: получение математической модели образца. Для этих целей применяется 3D сканирование и 3D проектирование;
- второй этап: создание и оформление рабочей документации;
- третий этап: изготовление образца.

Применительно к проектированию обуви в 3D-среде этапами реверсивного инжиниринга являются:

- выбор базового объекта (колодка/стопа);
- получение геометрической информации о базовом объекте (сканирование/обмеры);

- преобразование геометрической информации в цифровую 3D-модель;
- преобразование 3D-модели в программной среде;
- получение физического прототипа.

Использование формата 3D в системе проектирования обуви позволяет:

- расширить спектр автоматизации конструкторско-технологических работ;
- определить художественно-эстетическую ценность изделия до изготовления образцов;
- создать единое информационное пространство модели обуви, колодки и деталей низа.

Однако на практике организации единого программно-технического комплекса по ряду причин не состоялось, в частности, из-за стремления производителей САПРО создавать собственные инфраструктуры для каждого продукта и модуля расширения. В связи с этим нам представляется состоятельной работа с инструментами параметрического проектирования Rhinoceros и Grasshopper, так как, наряду с открытостью программного кода, доступностью и дешевизной, они допускают возможность непрограммистам создавать высокотехнологичные дизайны и базы моделей.

Rhinoceros-3D использует программное обеспечение для трехмерного NURBS-моделирования. Это разработки Robert McNeel & Associates, которые практикуются преимущественно в промышленном дизайне, архитектуре, корабельном проектировании, ювелирном и автомобильном дизайне, в CAD/CAM проектировании, быстром прототипировании, реверсивной разработке, а также в мультимедиа и графическом дизайне. Результаты предварительных исследований показывают, что плагины Rhinoceros эффективны для моделирования, связки с другими программами, подачи проекта, анимации, работы в VR и AR.

Выводы

- 1 Рассмотрены некоторые методы проектирования с позиций параметрики.
- 2 Описаны специфичность параметрических чертежей и процессов проектирования плоских и объемных форм методами параметрики.
- 3 На основе краткого обзора существующих методик и инструментов создания изделий показана привлекательность некоторых инструментов для параметрического проектирования обуви.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года. Утв. приказом министерства промышленности и торговли РФ от 24 сентября 2009 г. n 853 Москва 2009.
2. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 7. Системы проектирования технологических процессов: Учебно-методическое пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. — 136 с.

3. Гинзбург Л.И., Разин И.Б., Перцовский П.Г. Интегрированная САПР обуви с позиций новых информационных технологий // Кожевенно-обувная промышленность, № 2, 1999, с. 25.
4. Сироткина Н.В. Типовые решения для ускоренного проектирования технологических процессов в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ «САПР и графика» Октябрь/2012.
5. Инвестиции в высокие технологии САПР и графика 11`2006.
6. Каган В.М. САПР обуви АСКО-2D, версия 4.0: от DOS к Windows // Кожевенно-обувная промышленность, № 3, 2000, стр. 34–36.
7. В.М. Стрельченя, К.Г. Евченко., Комплексные решения компании Delcam для проектирования и изготовления обуви [текст] // САПР и графика, 2008. — № 2. — 33 с.
8. Manual of Shoemaking. / Under edition of R.G. Miller. Produced By the Trading Department Clarks, 1989. — 337 p.
9. Lectra-Marktführer in Brasilien // Schuh-Techn. Int. 1995. — 89, № 1–2. — P. 24–25.
10. Gerber Hiera mit Partner // Schuh-Techn. Int. Schuh-Techn. + ABC. 1997. — 91, № 1–2. — P. 6.
11. Буй В.Х., Фукин В.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610414. Методика автоматизированного проектирования обувной колодки на основе 3D антропометрии стоп «LastDesign». 2006.
12. В.А. Фукин. Теоретические и методологические основы проектирования рациональной внутренней формы обуви. Дис. ... докт. техн. наук. М., 1980. — 305 с.
13. Костылева В.В. Исследование и разработка способа представления геометрической информации о поверхности обувной колодки с целью ее автоматизированного проектирования: Дис. канд. техн. наук. М., 1981. — 203 с.
14. Киселев С.Ю. Разработка элементов САПР технологической оснастки обуви., Дис. канд. техн. наук. М., 1990, 179 с.
15. Разин И.Б. Программное управление процессов раскроя рулонных и листовых материалов в кожгалантерейном производстве: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 1987.
16. Калита А.Н. Конструкторско-технологические проблемы программированного проектирования обуви диссертация ... доктора технических наук: 05.19.06. — Москва, 1984. — 452 с.
17. Бекк В.Г. Разработка математического обеспечения процесса проектирования обувной заготовки, формуемой на автоматизированных обтяжно-затяжных машинах: Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 1989, — 230 с.
18. Бекк Н.В. Развитие теоретических и методологических основ формирования промышленных коллекций изделий из кожи с использованием информационных технологий: диссертация ... доктора технических наук: 05.19.06. — Москва, 2002. — 450 с.: ил. РГБ ОД, 71 03-5/190-8.

19. Буй В.Х. Разработка метода получения антропометрических данных и проектирования внутренней формы обуви с использованием цифровых и информационных технологий (На примере антропометрии вьетнамских школьников): Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.06 Москва, 2006 200 с. РГБ ОД, 61:06-5/1734.
20. Zhang C.H., Zheng X.J., Tang K.Y. Study on the three-dimensional stress-relaxation diagram of cattlehide shoe upper leathers Original Research Article Materials Science and Engineering: A, Volume 499, Issues 1–2, 15 January 2009, Pages 167–170.
21. Emma J. Pratt, Mark L. Reeves, Jill M. van der Meulen, Ben W. Heller, Tim R.G. The development, preliminary validation and clinical utility of a shoe model to quantify foot and footwear kinematics in 3-D Original Research Article Gait & Posture, Volume 36, Issue 3, July 2012, Pages 434–438.
22. Pasquale Franciosa, Salvatore Gerbino, Antonio Lanzotti, Luca Silvestri Improving comfort of shoe sole through experiments based on CAD-FEM modeling Original Research Article Medical Engineering & Physics, Volume 35, Issue 1, January 2013, Pages 36–46.
23. Рощупкина Д.В., Ключникова В.М., Костылева В.В. Получение условной развертки боковой поверхности колодки по методике немецкой обувной школы города Пирмазенс Deutsche Schuhfachschule. [Текст] // Дизайн и технологии. — 2017. — № 62(104).
24. Рощупкина Д.В., Ключникова В.М., Костылева В.В. Количественная оценка условных разверток боковой поверхности колодок [Текст] // Дизайн и технологии. — 2018. — № 65(107).

Konovalova Olga Borisovna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: o.b.konovalova@gmail.com

Kostyleva Valentyna Vladymirovna

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

Fedoseeva Evgenya Vasylevna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: fedoseeva93@bk.ru

Roshchupkina Darya Vyacheslavovna

«Ralph-Ringer», Moscow, Russia
E-mail: dashka911@mail.ru

Shoe design processes from the position of parametrics

Abstract. Today, the shoe industry is a high-tech production that actively uses computer-aided shoe design (SAPRO) systems SAPROS supporting 2D and 3D formats have become widespread in the shoe industry. These systems automate the work with the averaged sweep of the side surface of the shoe (URC) to build the structural basis of the upper of the shoe, internal and intermediate parts. When constructing a shoe drawing, errors arise due to the lack of a theoretically accurate technique for obtaining a scan of a spatially complex shoe surface. Changing the parameters of the shoe entails adjusting the shape of the URC and, as a result, building a new structural basis for the upper of the shoe. At the same time, there are developments of CAD-3D companies DelCam, Clarks, Lectra systems, Gerber System on the market. However, the high cost of software, as well as the availability of a hardware ecosystem for each software, prevent the active integration of foreign CAD-3D into Russian shoe production. Back in the 1970s, parameterization was used to automate production process control and led to large-scale industrial production. With the continuous development of computer technology and numerical control technology, parameterization has become a major trend in the information age and is widely used in various fields of design, changing the way of design and production.

Currently, a new generation of industrial designers is trying to use parametric tools to effectively manage the entire design process and provide endless opportunities for creation using digital modeling technology.

The article provides a comparative characteristic of the systems, describes the techniques common in the manufacture of shoes in relation to the use of parametric design tools Rhinoceros and Grasshopper.

(This article is part of the dissertation research of the co-author — O.B. Konovalova).

Keywords: parametric design; shoe manufacturing; 3D technology; 3D printing; drawing; parametrization; Grasshopper