

Модель и методика параметризации при автоматизированном проектировании изделий со сложной формой

А. Н. Серёдкин¹, Г. Л. Виноградова², В. О. Филиппенко¹

¹Пензенский государственный технологический университет

²Костромской государственный технологический университет

Аннотация: Рассматриваются модель и методика параметризации при автоматизированном проектировании изделий со сложной формой на примере проектирования продукции обувной промышленности, позволяющие снижать затраты и трудоемкость производства. Приведены практические результаты использования технологии параметризации моделей женской обуви, применение которой позволяет в кратчайшие сроки получать модель изделия требуемого под заказ размера и цвета.

Ключевые слова: трёхмерная модель, автоматизированное проектирование, обувь, параметризация, сложная геометрия, полигональная поверхность.

Автоматизированная система управления обувным предприятием представляет собой комплекс высокоэффективных автоматических средств обработки данных, экономико-математических методов для регулярного решения задач управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия, систем автоматизированного проектирования (САПР).

Основными преимуществами применения САПР, как известно, являются: повышение точности проектирования; снижение трудоемкости проектирования. Одним из факторов снижения трудоёмкости, а, следовательно, и снижения издержек производства, является использование технологии параметризации [1, 2] при проектировании моделей обуви. Параметризация – это моделирование с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами. Параметризация позволяет за короткое время «проиграть» (с помощью изменения параметров или геометрических отношений) различные конструктивные параметры изделия и избежать принципиальных ошибок. Параметрическое моделирование существенно отличается от обычного двухмерного черчения или трёхмерного моделирования [3-5]. Конструктор,

в случае параметрического проектирования, создаёт математическую модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сборке и т. п.

При разработке методики параметризации модели обуви была разработана её аналитическая модель.

За основу разработки математической модели с целью параметризации принят номер размера обуви (QV). В виду того, что размер обуви может принадлежать диапазону значений, поэтому отнесение его к группе размеров осуществляется по условию

$$QV \geq 40 \text{ ? } 40 : (QV <= 35 \text{ ? } 35 : QV). \quad (1)$$

Для параметризации модели обуви разработаны формулы расчета параметров модели обуви, зависящие от номера размера.

Длина обуви определяется по формуле

$$a = \text{ceil}((6 * Q) + 5) / 10, \quad (2)$$

где ceil – команда округлить до большего целого;

a – длина модели обуви;

Q – размер обуви по штрихмассовой шкале.

Параметры каблука обуви определяются следующим образом

$$b = (2 * Q) + (0.352 * a), \quad (3)$$

где b – параметры каблука в горизонтальном сечении 1.

$$c = (2 * Q) + (0.195 * b), \quad (4)$$

где c – параметры каблука в горизонтальном сечении 2.

$$d = (2 * Q) + (0.07 * c), \quad (5)$$

где d – параметры каблука в горизонтальном сечении 3.

Задание ширины обуви в разных сечениях осуществляется по формуле

$$m = (0.5 * Q) + (0.668 * a), \quad (6)$$

где m – ширина обуви в сечении 3.

$$n = (0.942 * Q) + 0.5, \quad (7)$$

где n – ширина обуви в сечении 5.

$$t=(0.5*Q)-(0.105*a), \quad (8)$$

где t – ширина обуви в сечении 7.

Полнота обуви задаётся следующим отношением

$$p=(0.5*Q)+(0.27*Q), \quad (9)$$

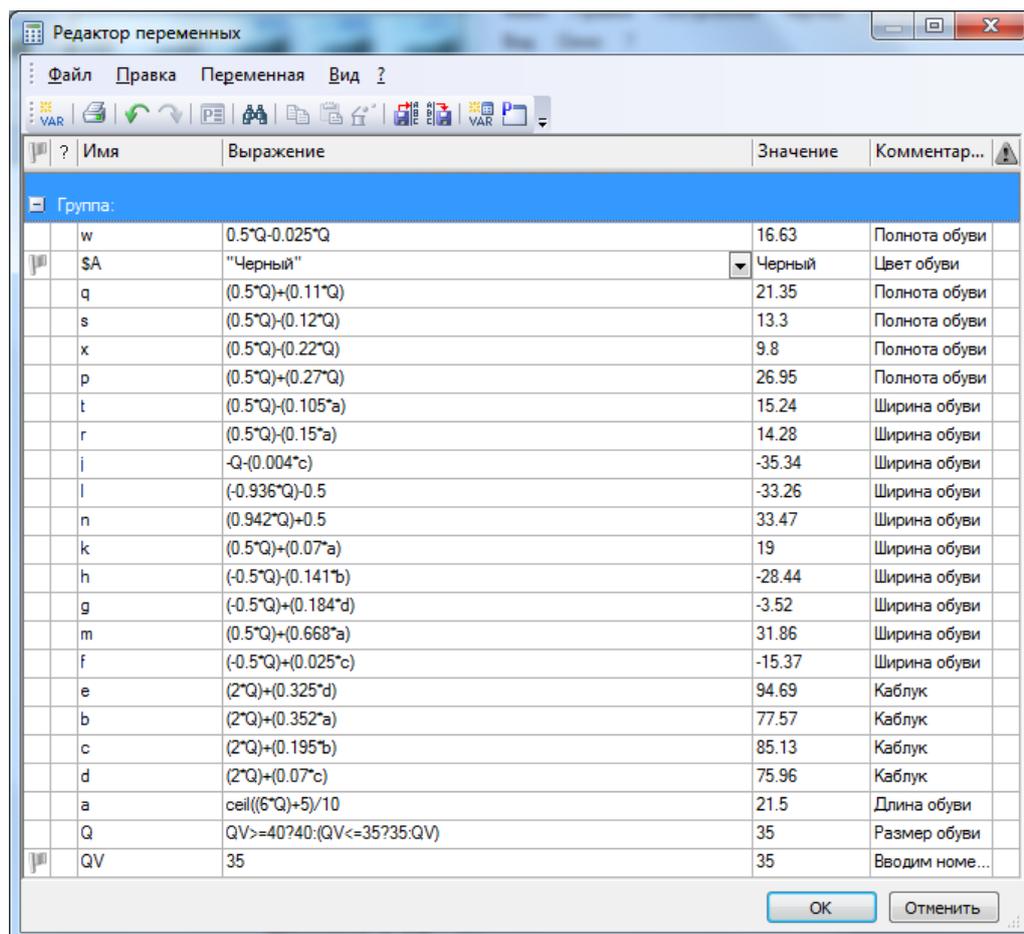
где p – полнота обуви в сечении 5.

$$s=(0.5*Q)-(0.12*Q), \quad (10)$$

где s – полнота обуви в сечении 7.

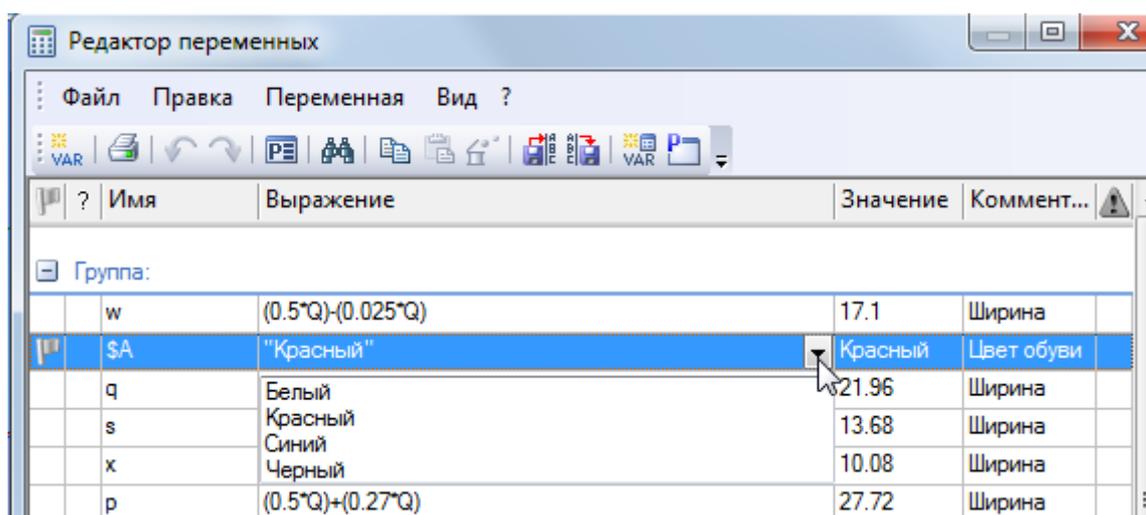
На основе аналитической модели параметризации обуви разработана параметрическая модель обуви с использованием редактора переменных универсальной САПР T-FLEX CAD (рис. 1). Управление параметрической моделью осуществляется при помощи внешних переменных, значение которых можно менять как в редакторе переменных, так и при изменении размерного числа у проставленных размеров.

Технология параметризации позволяет в кратчайшие сроки получать модель не только требуемого размера, но и любого цвета. В представленной параметрической модели параметром ($\$A$) задан цвет модели обуви, который можно выбрать из списка возможных значений (рис. 2).



Имя	Выражение	Значение	Комментарий
w	$0.5 \cdot Q - 0.025 \cdot Q$	16.63	Полнота обуви
\$A	"Черный"	Черный	Цвет обуви
q	$(0.5 \cdot Q) + (0.11 \cdot Q)$	21.35	Полнота обуви
s	$(0.5 \cdot Q) - (0.12 \cdot Q)$	13.3	Полнота обуви
x	$(0.5 \cdot Q) - (0.22 \cdot Q)$	9.8	Полнота обуви
p	$(0.5 \cdot Q) + (0.27 \cdot Q)$	26.95	Полнота обуви
t	$(0.5 \cdot Q) - (0.105 \cdot a)$	15.24	Ширина обуви
r	$(0.5 \cdot Q) - (0.15 \cdot a)$	14.28	Ширина обуви
i	$-Q - (0.004 \cdot c)$	-35.34	Ширина обуви
l	$(-0.936 \cdot Q) - 0.5$	-33.26	Ширина обуви
n	$(0.942 \cdot Q) + 0.5$	33.47	Ширина обуви
k	$(0.5 \cdot Q) + (0.07 \cdot a)$	19	Ширина обуви
h	$(-0.5 \cdot Q) - (0.141 \cdot b)$	-28.44	Ширина обуви
g	$(-0.5 \cdot Q) + (0.184 \cdot d)$	-3.52	Ширина обуви
m	$(0.5 \cdot Q) + (0.668 \cdot a)$	31.86	Ширина обуви
f	$(-0.5 \cdot Q) + (0.025 \cdot c)$	-15.37	Ширина обуви
e	$(2 \cdot Q) - (0.325 \cdot d)$	94.69	Каблук
b	$(2 \cdot Q) + (0.352 \cdot a)$	77.57	Каблук
c	$(2 \cdot Q) + (0.195 \cdot b)$	85.13	Каблук
d	$(2 \cdot Q) + (0.07 \cdot c)$	75.96	Каблук
a	$\text{ceil}((6 \cdot Q) + 5) / 10$	21.5	Длина обуви
Q	$QV \geq 40740 : (QV <= 35735 : QV)$	35	Размер обуви
QV	35	35	Вводим номе...

Рис. 1. – Модель параметризации обуви в редакторе переменных T-FLEX CAD



Имя	Выражение	Значение	Комментарий
w	$(0.5 \cdot Q) - (0.025 \cdot Q)$	17.1	Ширина
\$A	"Красный"	Красный	Цвет обуви
q	Белый	21.96	Ширина
s	Красный	13.68	Ширина
x	Синий	10.08	Ширина
p	Черный	27.72	Ширина
p	$(0.5 \cdot Q) + (0.27 \cdot Q)$		

Рис. 2 – Параметр выбора цвета модели обуви

Разработанная методика параметризации моделей обуви при автоматизированном проектировании с использованием САД системы T-FLEX формализована в виде блок-схемы (рис. 3).



Рис. 3. – Блок-схема методики параметризации трехмерной модели обуви

Один из вариантов моделей, спроектированных по разработанной методике параметризации представлен на рис. 4, параметры модели следующие: размер – 35 , цвет – красный.

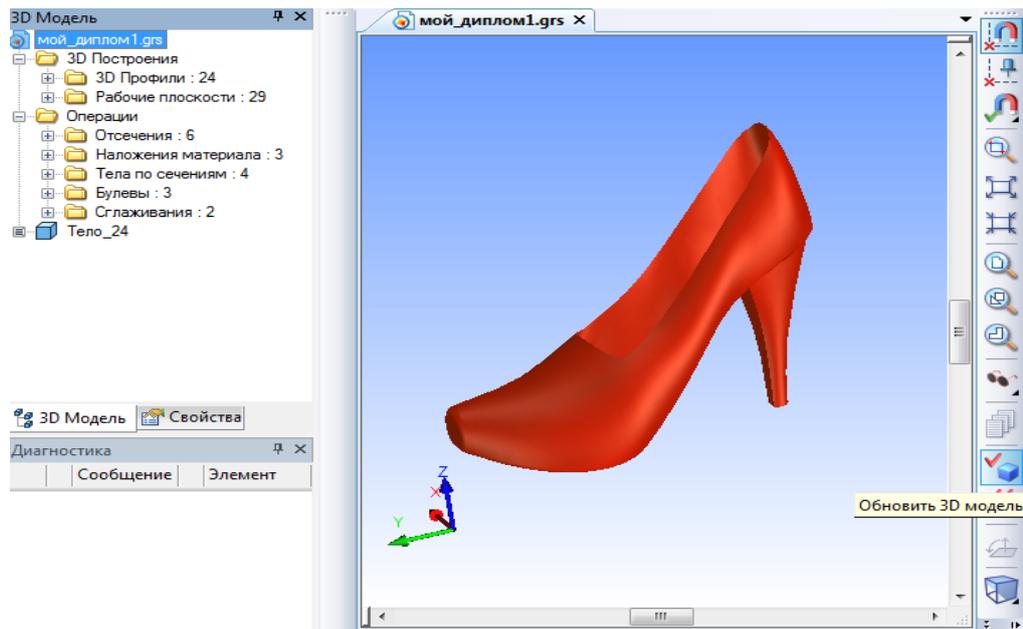


Рис. 4. – Вариант модели обуви с параметрами:
размер – 35 , цвет – красный

Применение технологии параметризации моделей обуви позволяет значительно сокращать трудозатраты при подготовке производства, и время производства продукции, что повышает эффективность и конкурентоспособность предприятия.

Литература

1. Макарова В.С. Моделирование обуви и колодок. М.: Информ-Знание, 2003. 42 с.
2. Размеры обуви // URL: fabricaobuvi.ru/poleznaia_infa/razmeri_obuvi .
3. Параметризация в T-FLEX CAD // URL: vselektcii.ru/index.php/Poverxnostnoe-modelirovanie.
4. Поверхностное моделирование // URL: vselektcii.ru/index.php/Poverxnostnoe-modelirovanie.
5. Программа для конструкторской подготовки и 3D-моделирования T-FLEX CAD 3D // URL: tflex.ru/products/konstruktor/cad3d .



6. Поршневу С.В., Якобу Д.А. О выборе методологии построения информационных моделей контрольно-пропускных систем, используемых для управления людскими потоками высокой интенсивности // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/917/.

7. Сироткин А. В., Брачун Т. А., Бархатов Н. И. Моделирование приоритетного управления информационными потоками с использованием сокетов // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1192/.

8. Шустиков, И. Параметризация в T-FLEX CAD 3D // САПР и графика/ 2013. №10. С. 16-18.

9. Kiefer J., Wolfowitz J. On the theory of queues with many servers// Trans. Amer. Math. Soc., 1955. Vol. 78. pp. 147-161.

10. Pittel B. Closed exponential networks of queues with saturation: the Jackson-type stationary distribution and its asymptotic analysis // Math. Oper. Res., 1979. Vol. 4, pp. 357-378.

References

1. Makarova V.S. Modelirovanie obuvi i kolodok [Modeling shoes and pads]. М.: Inform-Znanie, 2003. 42 p.

2. Razmery obuvi [Shoe size] // URL: fabricaobuvi.ru/poleznaia_infa/razmeri_obuvi.

3. Parametrizatsiya v T-FLEX CAD [Parametrization in T-FLEX CAD] // URL: vselektcii.ru/index.php/Poverxnostnoe-modelirovanie.

4. Poverkhnostnoe modelirovanie [Surface Modeling] // URL: vselektcii.ru/index.php/Poverxnostnoe-modelirovanie.

5. Programma dlya konstruktorskoj podgotovki i 3D-modelirovaniya T-FLEX CAD 3D [The program for the design and preparation of 3D-modeling T-FLEX CAD 3D] // URL: tflex.ru/products/konstruktor/cad3d.



6. Porshnev S., Jacob D. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/917/.
7. Sirotkin AV , Brachoun TA , Barhatov NI. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1192.
8. Shustikov I. // CAD and Graphics. 2013 . №10 pp. 16-18.
9. Kiefer J., Wolfowitz J. On the theory of queues with many servers // Trans. Amer. Math. Soc., 1955. Vol. 78. pp. 147-161.
10. Pittel B. Closed exponential networks of queues with saturation: the Jackson-type stationary distribution and its asymptotic analysis// Math. Oper. Res., 1979. Vol. 4, pp. 357-378.