

## Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
PIHII (Russia) = 0.156  
ESJI (KZ) = 8.716  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 06 Volume: 74

Published: 25.06.2019 <http://T-Science.org>

### SECTION 25. Technologies of materials for the light and textile industry

QR – Issue



QR – Article



**Merab Shalamberidze**

Akaki Tsereteli State University  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Faculty of  
Technological Engineering, Department of Design and  
Technology, Kutaisi, Georgia  
[merab.sh@hotmail.com](mailto:merab.sh@hotmail.com)

**Zaza Sokhadze**

Akaki Tsereteli State University  
Doctor of Mathematic, Professor, Faculty of Natural  
Sciences, Department of Mathematics, Kutaisi, Georgia,  
[z.sokhadze@gmail.com](mailto:z.sokhadze@gmail.com)

**Natalia Lomtadze**

Akaki Tsereteli State University  
Doctor of Engineering, Ass. Professor, Faculty of  
Technological Engineering, Department of Design and  
Technology, Kutaisi, Georgia,  
[lomtadzenato@mail.ru](mailto:lomtadzenato@mail.ru)

## CONSTRUCTING THE TRANSVERSE-VERTICAL GEOMETRICAL SHAPE OF THE ORTHOPEDIC SHOE-TREE IN SECTION 0,5D USING THE SOLUTIONS OF SINGULAR DIRICHLET BOUNDARY PROBLEMS

**Abstract:** The paper presents the results of designing the transverse-vertical section shape of the orthopedic shoe-tree in 0,5D. It is known that from a geometric standpoint, the shoe-tree has a very complicated shape, and its description using mathematical methods of research is a complex and time-consuming process. To solve this problem, the authors of the article used the integral curves of the solutions of singular Dirichlet boundary problems, in particular, for constructing a transverse-vertical shape of the orthopedic shoe-tree in 0,5D. Using the combinations and connections of the segments of integral curves, a transverse-vertical shape was constructed of the orthopedic shoe-tree in 0,5D. This method also allows for changing the shapes on a large scale and with great accuracy to change the shape of the transverse-vertical sections of the orthopedic shoe-tree when shifting from one size to another size. The research results are particularly relevant in the design and production of orthopedic shoe-trees.

**Key words:** Orthopedic shoe-tree, integral curves, differential equations.

**Language:** Russian

**Citation:** Shalamberidze, M. M., Sokhadze, Z. P., & Lomtadze, N. Z. (2019). Constructing the transverse-vertical geometrical shape of the orthopedic shoe-tree in section 0,5d using the solutions of singular Dirichlet boundary problems. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (74), 501-504.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-74-56> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.06.74.56>

### ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНО-ВЕРТИКАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВНОЙ КОЛОДКИ В СЕЧЕНИИ 0,5D С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КРИВЫХ РЕШЕНИЙ СИНГУЛЯРНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДИРИХЛЕ

**Аннотация:** В статье представлены результаты проектирования формы поперечно-вертикального сечения ортопедической обувной колодки на 0,5D. Известно, что обувная колодка с геометрической точки зрения представляет собой очень сложную форму и ее описание с применением математическими

## Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

методами исследования является сложным и трудоемким процессом. Для решения данной проблемы авторы статьи использовали интегральные кривые решений сингулярных краевых задач Дирихле, в частности для построения поперечно-вертикальной формы ортопедической обувной колодки на 0,5D. С помощью комбинаций и соединений отрезков интегральных кривых была построена поперечно-вертикальная форма на 0,5 D ортопедической обувной колодки. Данный метод дает также возможность в широком масштабе и с большой точностью менять формы поперечно-вертикальных сечений ортопедической обувной колодки при переходе от одного размера на другой размер. Результаты исследований особенно актуальны при проектировании и в производстве ортопедической обувной колодки.

**Ключевые слова:** Ортопедическая обувная колодка, интегральные кривые, дифференциальные уравнения.

The work was executed with the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation, grant FR № 217386.

Работа выполнена при финансовой поддержке национального научного фонда Грузии имени Шота Руставели, грант FR № 217386.

### Введение.

В обувной промышленности большое внимание уделяется вопросу проектирования ортопедической обувной колодки. Известно, что форма обувной колодки с геометрической точки зрения является сложным и ее описание математическими методами исследования является довольно долгим и трудоемким процессом. В процессе проектирования обувной колодки в обязательном порядке учитываются антропометрические данные стопы, такие, как размеры и формы. Авторами статьи были исследованы педографические, антропометрические и тензометрические данные стоп пациентов. Создана база данных, в которой индивидуально зафиксированы патологические отклонения стоп пациентов.

Для производства сложной ортопедической обуви проектируют такие специальные колодки, которые учитывают все патологические отклонения деформированной стопы. Только в этом случае образуется комфортное внутри обувное пространство для нормального функционирования стоп с патологическими отклонениями.

Алгоритмы, описывающие геометрическую форму обувной колодки, рассмотрены в работах широкого круга ученых [1-5]. Для описания геометрической формы поперечно-вертикальных сечений обувной колодки они использовали следующие методы исследования: радиус

графический, биквадратный сплайн, бикубический интерполярный сплайн и др. Вышеуказанные методы исследования требуют большого времени в процессе проектирования, а также характеризуются некоторыми отклонениями в достоверности.

### Методы исследования.

Для системного описания поперечно-вертикальных сечений ортопедической обувной колодки авторы статьи применили интегральные кривые решений сингулярных краевых задач Дирихле [6, 95-127]. С помощью выше указанного математического метода исследования нами были построены формы поперечно-вертикальных сечений ортопедической обувной колодки на 0,18D, 0,62D и 0,78D [7, 27-32; 8, 23-31, 9, 122-126, 10, 17-21]. Аналогичным методом была построена геометрическая форма поперечно-вертикального сечения ортопедической обувной колодки на 0,5D.

### Результаты и их обсуждения.

В процессе исследования преобразовали биомеханические характеристики деформированных стоп и на этой основе определяли кривые поперечно-вертикального сечения колодки на 0,5D.

На рис. 1 представлен поперечно-вертикальное сечение ортопедической обувной колодки на 0,5D.

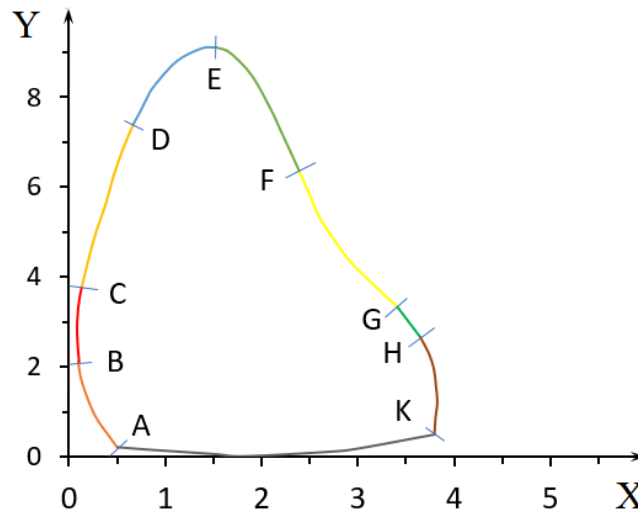


Рис. 1. Поперечно-вертикальное сечение ортопедической обувной колодки на 0,5D.

Для построения поперечно-вертикального сечения ортопедической обувной колодки на 0,5D ее предварительно разделили на девять частей. Кривых пронумерованных девяти отрезков описывали с помощью дифференциальных уравнений. С помощью интегральных кривых решений сингулярных краевых задач Дирихле выбирали те девять отрезков, которые идентично соответствуют геометрической форме поперечно-вертикального сечения на 0,5D ортопедической обувной колодки, в частности:

I - кривая AB соответствует той части решения уравнения  $u(t) = (-\frac{1}{3} - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{3}c\frac{1}{t^2} + \frac{2}{3}t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^4}{6}$ , для которой  $c=0$ , с множеством  $[-2,4; 1,8] \times [1,8; -0,5]$ ;

II - кривая BC соответствует той части решения уравнения  $u(t) = (-\frac{1}{3} - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{3}c\frac{1}{t^2} + \frac{2}{3}t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^4}{6}$ , для которой  $c=0$ , с множеством  $[1,7; 2,3] \times [1,8; 2,9]$ ;

III - кривая CD соответствует той части решения уравнения  $u(t) = (-\frac{1}{3} - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{3}c\frac{1}{t^2} + \frac{2}{3}t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^4}{6}$ , для которой  $c=5$ , с множеством  $[-2,8; -2,1] \times [9,1; 4,2]$ ;

IV - кривая DE соответствует той части решения уравнения  $u(t) = \frac{t^3}{2} + \frac{1}{3}ct^{-2} - (1 - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{2}$ , для которой  $c=3$ , с множеством  $[-5,1; -1,6] \times [-2,1; -0,9]$ ;

V - кривая EF соответствует той части решения уравнения  $u(t) = \frac{t^3}{2} + \frac{1}{3}ct^{-2} - (1 - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{2}$ , для которой  $c=5$ , с множеством  $[-0,9; -0,1] \times [0,1; -6,1]$ ;

VI - кривая FG соответствует той части решения уравнения  $u(t) = \frac{t^3}{2} + \frac{1}{3}ct^{-2} - (1 - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{2}$ , для которой  $c=0$ , с множеством  $[-2,7; -1,6] \times [-7; 0,1]$ ;

VII - кривая GH соответствует той части решения уравнения  $u(t) = (-\frac{1}{3} - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{3}c\frac{1}{t^2} + \frac{2}{3}t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^4}{6}$ , для которой  $c=2$ , с множеством  $[-1,9; -1,8] \times [2,1; 3,2]$ ;

VIII - кривая HK соответствует той части решения уравнения  $u(t) = (-\frac{1}{3} - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{3}c\frac{1}{t^2} + \frac{2}{3}t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^4}{6}$ , для которой  $c=1$ , с множеством  $[-1; -0,4] \times [0,1; 2,7]$ ;

IX - кривая KA соответствует той части решения уравнения  $u(t) = \frac{t^3}{2} + \frac{1}{3}ct^{-2} - (1 - \frac{1}{3}c)t + \frac{1}{2}$ , для которой  $c=2$ , с множеством  $[1,2; 2,8] \times [0,8; 14,8]$ .

#### Выводы.

Таким образом, на основе базы данных патологических отклонении стоп пациентов и с помощью интегральных кривых решений сингулярных краевых задач Дирихле, построено поперечно-вертикальное сечение на 0,5D ортопедической обувной колодки.

С использованием вышеуказанного метода исследования можно построить любые формы поперечно-вертикальных сечений ортопедической обувной колодки. Также, данный метод дает возможность менять формы поперечно-вертикальных сечений при переходе от одного размера колодки на смежный размер колодки. Использование данного математического метода исследования в процессе проектирования ортопедической колодки

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 3.117</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 0.829</b>	<b>PIHC (Russia) = 0.156</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 8.716</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 5.667</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

является актуальным, особенно для пациентов с деформированными и патологическими стопами.

## References:

1. Fukin, V. A. (1980). *Radiusograficheskiy metod konstruirovaniya vnutrenney formy obuvi.* (p.381). Moscow: Legkaya industriya.
2. Fukin, V. A., Kostyleva, V. V., Lyba, V. P. (1987). *Proektirovaniye obuvnykh kolodok.* (p.268). Moscow: Legprombytizdat.
3. Fukin, V. A. (2000). *Teoreticheskie osnovy proektirovaniya vnutrenney formy obuvi.* 2-izdanie per. i dop. (p.356). Moscow: MGUDT.
4. Kiselev, S. Y. (2004). *Avtomatizirovannoe proektirovaniye i izgotovleniye tekhnologicheskoy osnastki dlya proizvodstva obuvi i protezo-ortopedicheskikh izdelii.* Diss. d-ra tekhn. nauk. (p.392). Moscow: MGUDT.
5. Zamarashkin, K. N. (2004). *Matematicheskie metody proektirovaniya obuvi i konstruirovaniya tekhnologicheskoy osnastki.* (p.312). SPB.: SPGUTD.
6. Rachunkova, I., Spielauer, A., Stanek, S., & Weinmuler, E. B. (2013). The structure of a set of positive solutions to Dirichlet BVPs with time and space singularities. *Georgian Mathematical Journal, №1*, pp. 95-127.
7. Shalamberidze, M., Sokhadze, Z., & Tatvidze, M. (2018). Construction of the Transverse-Vertical Shapes of the Orthopedic Boot-Tree by Means of the Solution to Singular Dirichlet Boundary Value Problem. *Bulleten of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 12, №1*, pp. 27-32.
8. Shalamberidze, M., Sokhadze, Z., Tatvidze, M. (2018). Constructing the main transverse-vertical cross-sections of the orthopedic shoe boot tree by means of the integral curves. *Bulleten of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 12, №3*, pp. 23-31.
9. Shalamberidze, M., Sokhadze, Z. (2018). Constructing a shape of orthopedic boot-tree print by means of the solution to differential equation with deviating argument. Philadelphia USA. *International Scientific Journal. Theoretical & Applied Science, vol. 61, №5*, pp. 122-126.
10. Shalamberidze, M., Sokhadze, Z., Tatvidze, M. (2019). Construction of the Orthopedic Boot-Tree Print and Main Longitudinal-Vertical Section by Means of the Solution of Differential Equations. *Bulleten of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 13, №2*, pp. 17-21.