

С.Н. КРИВОШАПКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Инженерная академия ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

## ПОВЕРХНОСТИ ДИАГОНАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ВЕЛАРОИДАЛЬНОГО ТИПА НА РОМБИЧЕСКОМ ПЛАНЕ

*Аннотация.* Статья иллюстрирует применение ранее полученных автором формул общего вида для описания поверхностей диагонального переноса суперэллипсов переменной кривизны на ромбическом плане. Дополнительно получены явные и параметрические уравнения для целой группы поверхностей диагонального переноса конгруэнтных суперэллипсов. В обоих случаях рассматриваются поверхности велароидального типа на ромбическом плане. Все предлагаемые поверхности визуализированы методами компьютерной графики. Благодаря наличию произвольных показателей степеней в явных уравнениях образующих суперэллипсов главного каркаса поверхности переноса конструирование поверхностей диагонального переноса расширено на случай использования плоских алгебраических кривых вместо суперэллипсов при задании главного каркаса проектируемых поверхностей диагонального переноса. Рассмотренные поверхности могут найти применение в архитектуре, строительстве, в машиностроении.

**Ключевые слова:** поверхность диагонального переноса, ромб, суперэллипс, велароидальная поверхность, главный каркас поверхности.

S.N. KRIVOSHAPKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engineering Academy of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

## SURFACES OF DIAGONAL TRANSLATION OF VELAROIDAL TYPE ON A RHOMBIC PLANE

*Abstract.* The paper illustrates the application of the formulae of general type derived by the author earlier for the definition of surfaces of diagonal translation of superellipses of variable curvature on a rhombic plane. Explicit and parametric equations were derived additionally for the large group of surfaces of diagonal translation of congruent superellipses. For the both cases, the surfaces of velaroidal type are examined on rhombic plane. All of presented surfaces were visualized with the help of methods of computer graphics. Due to availability of arbitrary exponents of powers in explicit equations of generatrix superellipses of the main frame of a translation surface, design of surfaces of diagonal translation was broadened for the case of using plane algebraic curves instead of superellipses in the process of choice of main frame of projected surface of diagonal translation. The presented surfaces can find the application in architecture, civil engineering, and in machine building.

**Keywords:** surface of diagonal translation, rhombus, superellipse, velaroidal surface, main frame of the surface, architecture of shells.

© Кривошапко С.Н., 2023

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Karnevich V.V. Hydrodynamic surfaces with midship section in the form of the Lamé curves // RUDN Journal of Engineering Researches. 2021. 22(4): 323-328. doi:[10.22363/2312-8143-2021-22-4-323-328](https://doi.org/10.22363/2312-8143-2021-22-4-323-328)
2. Кривошапко С.Н. Алгебраические судовые поверхности с каркасом из трех плоских кривых в координатных плоскостях // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2022. Т. 23. № 3. С. 207-212. doi:[10.22363/2312-8143-2022-23-3-207-212](https://doi.org/10.22363/2312-8143-2022-23-3-207-212)

3. Кривошапко С.Н., Алёшина О.О., Иванов В.Н. Статический расчет оболочек, очерченных по поверхностям с главным каркасом из трех заданных суперэллипсов // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2022. № 6 (305). С. 18–27. doi:10.37538/0039-2383.2022.6.18.27
4. Мамиева И.А., Карневич В.В. Геометрия и статический расчет тонких оболочек с линейчатыми срединными поверхностями с главным каркасом из трех суперэллипсов // *Строительство и реконструкция*. 2023. № 1(105). С. 16-27. doi:10.33979/2073-7416-2023-105-1-16-27.
5. Ma YQ, Wang CM, Ang KK. 2008. Buckling of superellipsoidal shells under uniform pressure // *Thin-Walled Structures*. 46(6): 584-591. doi:10.1016/j.fws.2008.01.013
6. Rosin P. Fitting superellipses // *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2000. No. 22 (7). Pp. 726–732. <https://doi.org/10.1109/34.865190>
7. Мамиева И.А. Линейчатые алгебраические поверхности с главным каркасом из трех суперэллипсов // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2022. Том 18. № 4. С. 387-395. doi:10.22363/1815-5235-2022-18-4-387-395
8. Страшнов С.В. Компьютерное моделирование новых форм строительных оболочек // *Геометрия и графика*. 2022. №. 4. С. 26-34. doi:<https://doi.org/10.12737/2308-4898-2022-10-4-26-34>
9. Абрамович Н.А., Нестерович Н.Д. Суперэллипс в экосистеме APPLE // *Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов: в 2 т. УО "ВГТУ". Витебск, 2021. Том 2. С. 102-104. URI:<http://rep.vstu.by/handle/123456789/14813>*
10. Волков Г.Ф. Оболочка переноса отрицательной кривизны // *Армоцементные конструкции в строительстве*. Ленинград: Госстройиздат, 1963. С. 48 – 58.
11. Кривошапко С.Н., Иванов В.Н. Энциклопедия аналитических поверхностей. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 560 с. [ISBN 978-5-397-00985-0]
12. Алборова Л.А. [Возможности велароидальных оболочек](#)// В сб.: Инженерные системы. Труды научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию Российского университета дружбы народов. В 2-х томах. Под общей редакцией М.Ю. Мальковой. 2020. С. 59-65.
13. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21<sup>st</sup> century // *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021. No. 17(6). С. 553-561. doi:10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561
14. Кривошапко С.Н. К вопросу об основных архитектурных стилях, направлениях и стилевых течениях для оболочек и оболочечных структур // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2022. Том 18. № 3. С. 255-268. doi:10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268
15. Gil-oulbe Mathieu. Reserve of analytical surfaces for architecture and construction // *Building and Reconstruction*. 2021. No. 6 (98). Pp. 63-72. doi:10.33979/2073-7416-2021-98-6-63-72
16. Иванов В.Н., Шамбина С.Л. Зонтичные оболочки из отсеков циклических поверхностей переноса на различных типах базовых поверхностей вращения / *Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійський державний агротехнологічний університет*. Вип.4, т. 51. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. С. 9 - 15.
17. Gray A. *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2<sup>nd</sup> ed. 1998. 1053 p.
18. Elishakoff I., Elettro F. Interval, ellipsoidal, and super-ellipsoidal calculi for experimental and theoretical treatment of uncertainty: Which one ought to be preferred? // *International Journal of Solids and Structures*. 2015. 51. Pp. 1576-1586. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijstr.2014.01.010>
19. Tupikova E., Berdiev M. The comparison of velaroidal shell structures of square plane loadbearing properties // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2020. 883. 012218 (8) (PDF) Available from: <https://www.researchgate.net/publication/343109806> [accessed Mar 11 2023].
20. Krasic Sonja. *Geometrijske Površi u Arhitekturi*. Gradevinsko-arhitektonski fakultet Univerzitet u Nišu, 2012. 238 p. [ISBN 978-86-88601-02-3]
21. Козырева А.А., Рынковская М.И., Тупикова Е.М. Зонтичные оболочки для покрытия спортивного центра // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования*. 2017. Т. 18. № 1. С. 70 – 78. doi:10.22363/2312-8143-2017-18-1-70-78

## REFERENCES

1. Karnevich V.V. Hydrodynamic surfaces with midship section in the form of the Lamé curves. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2021. 22(4): 323-328. doi:[10.22363/2312-8143-2021-22-4-323-328](https://doi.org/10.22363/2312-8143-2021-22-4-323-328)
2. Krivoshapko S.N. Algebraic ship hull surfaces with a main frame from three plane curves in coordinate planes. *RUDN Journal of Engineering Research*. 2022. Vol. 23. No. 3. Pp. 207-212. doi:10.22363/2312-8143-2022-23-3-207-212. (rus)
3. Krivoshapko S.N., Aleshina O.O., Ivanov V.N. Static analysis of shells with middle surfaces containing the main frame from three given superellipses. *Structural Mechanics and Analysis of Constructions*. 2022. No. 6. Pp. 18-27. doi:10.37538/0039-2383.2022.6.18.27. (rus)

4. Mamieva Iraidia A., Karnevich Valery V. Geometry and static analysis of thin shells with ruled middle surfaces of three superellipses as main frame. *Building and Reconstruction*. 2023. No. 1(105). Pp. 16-27. doi:10.33979/2073-7416-2023-105-1-16-27.
5. Ma YQ, Wang CM, Ang KK. 2008. Buckling of superellipsoidal shells under uniform pressure. *Thin-Walled Structures*. 46(6): 584-591 doi:10.1016/j.fws.2008.01.013
6. Rosin P. Fitting superellipses. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2000. No. 22 (7). Pp. 726–732. <https://doi.org/10.1109/34.865190>
7. Mamieva I.A. Ruled algebraic surfaces with a main frame from three superellipses. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2022. Vol. 18. No. 4. Pp. 387-395. doi:10.22363/1815-5235-2022-18-4-387-395 (rus).
8. Strashnov S.V. Computer simulation of new forms of shell structures. *Geometry & Graphics*. 2022. No. 4. Pp. 26-34. doi:<https://doi.org/10.12737/2308-4898-2022-10-4-26-34>
9. Abramovich N.A., Nesterovich N.D. Superellipse in eco-system APPLE. *Materiali Dokladov 54<sup>th</sup> Intern. Nauchno-Tehnicheskoy Konferentsii Prepodavateley i Studentov. UO "BGTU". Vitebsk, 2021. Vol. 2. Pp. 102-104. URI: <http://rep.vstu.by/handle/123456789/14813>*
10. Volkov G.F. Translational shell of negative Gaussian curvature. *Armozementnie Konstruktzii v Stroitelstve [Reinforces Cement Structures in Building]*. Leningrad: Gosstroyizdat, 1963. Pp. 48-58. (rus).
11. Krivoshapko S.N., Ivanov V.N. *Encyclopedia of Analytical Surfaces*. Springer International Publishing Switzerland, 2015. 752 p. doi:10.1007/978-3-319-11773-7
12. Alborova L.A. Opportunities of velaroidal shells. In book: *Engineering Systems. Tr. Nauchno-Pract. Konf. s Mezhdunar. Uchastiem, Posvyaschennoy 60-Letiyyu RUDN*. Vol. 1. 2020. Pp. 59-65 (rus.) [ISBN 978-5-209-10101-7].
13. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21<sup>st</sup> century. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021. No. 17(6). Pp. 553-561. doi:10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561
14. Krivoshapko S.N. On the basic architectural styles, directions, and style flows for shells and shell structures. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2022; 18(3): 255–268 (rus.) <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268>
15. Gil-oulbe Mathieu. Reserve of analytical surfaces for architecture and construction. *Building and Reconstruction*. 2021. No. 6 (98). Pp. 63-72. doi:10.33979/2073-7416-2021-98-6-63-72
16. Ivanov V.N., Shambina S.L. Umbrella shells from the fragments of cyclic surfaces of translation on different types of basic surfaces of revolution. *Prikladnaya Geometriya ta Inzhenernaya Grafika. Pratzhi TDATU [Applied Geometry and Engineering Graphics. Proc. of TDATU]*. Iss. 4. Vol. 51. Melitopol: TDATU, 2011. Pp. 9-15.
17. Gray A. *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2<sup>nd</sup> ed. 1998. 1053 p.
18. Elishakoff I., Eletto F. Interval, ellipsoidal, and super-ellipsoidal calculi for experimental and theoretical treatment of uncertainty: Which one ought to be preferred?. *International Journal of Solids and Structures*. 2015. 51. Pp. 1576-1586. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2014.01.010>
19. Tupikova E., Berdiev M. The comparison of velaroidal shell structures of square plane loadbearing properties. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2020. 883. 012218 (8) (PDF) Available from: <https://www.researchgate.net/publication/343109806> [accessed Mar 11 2023].
20. Krasic Sonja. *Geometrijske Površi u Arhitekturi*. Gradevinsko-arhitektonski fakultet Univerzitet u Nišu, 2012. 238 p. [ISBN 978-86-88601-02-3]
21. Kozyreva A.A., Rynkovskaya M.I., Tupikova E.M. Umbrella shells sports center cover. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2017. No. 18(1). Pp. 70 – 78. doi:10.22363/2312-8143-2017-18-1-70-78].

#### **Информация об авторе:**

**Кривошاپко Сергей Николаевич**

Инженерная академия ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия,  
доктор технических наук, профессор, профессор-консультант департамента строительства ИА РУДН.  
E-mail: [sn.krivoshapko@mail.ru](mailto:sn.krivoshapko@mail.ru)

#### **Information about author:**

**Krivoshapko Sergey N.**

Engineering Academy of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia,  
DSc, Professor, Professor-tutor at the Civil Engineering Department of the EA of the RUDN University.  
E-mail: [sn.krivoshapko@mail.ru](mailto:sn.krivoshapko@mail.ru)