8. Popov I.P., Popov D.P., Kubareva S.Yu. Rotational Inert-capacitive Charging-discharging Device. *Vestnik Kurganskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Tekhnicheskiye Nauki*. Iss. 7. 2012. No. 2 (24), pp. 85, 86. (In Russian).
9. Popov I.P. Creation of Artificial Mass. *Vestnik Kurganskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Tekhnicheskiye Nauki*. Iss. 9. 2014. No. 2 (33), pp. 23, 24. (In Russian).
10. Popov I.P. Artificial Mass and Elasticity. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2016. No. 1 (29), pp. 7–11. (In Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

POPOV Igor Pavlovich – Senior Lecturer of the Department Technology of Mechanical Engineering, Machine Tools and Instruments, Kurgan State University, 63/4, Sovetskaja, Kurgan, 640020, Russia. E-mail: ip.popow@yandex.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Popov I.P. Electromechanical Flywheel with an Artificial (Capacitive) Moment of Inertia // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical Engineering and Chemical Technology». 2021. No. 1 (9), pp. 58–63.

УДК 629.7.052

ЗАМЕЧАНИЕ О ЦЕНТРАХ *S*-СИММЕТРИИ И *С*-СИММЕТРИИ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ

Ал.А. Шум[1], А.М. Ветошкин[2], Ан.А. Шум[1]
[1]*Тверской государственный технический университет (г. Тверь)*
[2]*Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана (г. Мытищи, Московская область)*

© Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А., 2021

Аннотация. Изучены понятия *s*-симметрии и *c*-симметрии плоской пластины. Установлен критерий совпадения центра *c*-симметрии плоской выпуклой пластины с началом координат, который представляет собой аналог полученного ранее критерия для случая *s*-симметрии. Рассматривается пример применения нового критерия.

Ключевые слова: симметрия, *c*-симметрия, *s*-симметрия, центр симметрии, линия полумасс, линия равновесия, функция плотности, масса, центр масс, электрическая машина.

DOI: 10.46573/2658-7459-2021-1-63-70

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1–13] описаны многочисленные технологии и методы механической и физико-технической обработки деталей машин. Чтобы выбрать конкретную технологию изготовления и балансировки, нужно учитывать распределение массы внутри обрабатываемой детали. При этом та или иная симметрия распределения массы может играть важную или даже определяющую роль. Таким образом, интерес представляет изучение вопросов симметрии распределения массы внутри деталей, как плоских, так и объемных. В статьях [14–20] исследовались вопросы симметрии плоских деталей (иначе называемых *пластинами* [16]), а в статьях [21–24] рассматривались вопросы симметрии деталей объемных. В настоящей статье продолжаются исследования симметрии плоских деталей, т.е. пластин, и в первую очередь авторы отталкиваются от результатов статьи [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ

Простой областью называется область плоскости, ограниченная замкнутой линией без самопересечений (границу области считаем частью области, поэтому всякая простая область *замкнута*). Точки простой области, не лежащие на границе, являются ее *внутренними* точками. Простая область называется *выпуклой*, если всякая прямая, проведенная через любую внутреннюю точку этой области, пересекает ее границу ровно в двух точках. Под *областью* понимается простая область или объединение нескольких простых областей. Область S_1 называется *подобластью* области S, если $S_1 \subseteq S$.

Простая область S вместе с определенной в этой области непрерывной неотрицательной функцией (*функцией плотности*) – это *пластина* D. Подобласть области S вместе с соответствующим ограничением функции плотности называется *подпластиной* пластины D (отметим, что область подпластины, в отличие от области пластины, не должна быть простой). Пластина D называется *выпуклой*, если выпукла соответствующая ей область S.

Функцию плотности пластины D будем записывать в виде $f(\varphi,\rho)$, считая заданной подходящую полярную систему координат (следует отметить, что при переходе от одной системы координат к другой выражение функции $f(\varphi,\rho)$ через координаты изменяется, хотя сама функция (как функция точки) остается неизменной).

Массой пластины D называется $m(\mathrm{D}) = \iint\limits_{\mathrm{S}} f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi$.

Если прямая линия делит пластину на две подпластины одинаковой массы, то это *линия полумасс* пластины D. Прямая линия называется *линией равновесия* пластины D, если она делит область S пластины D на две подобласти, S_1 и S_2, так, что $\iint\limits_{\mathrm{S}_1} r(\varphi,\rho) f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi = \iint\limits_{\mathrm{S}_2} r(\varphi,\rho) f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi$, где $r(\varphi,\rho)$ – расстояние от точки (φ,ρ) до данной прямой (заметим, что прямая является линией равновесия пластины в том и только том случае, если эта пластина, положенная на лезвие бритвы вдоль данной прямой, будет сохранять равновесие).

Рассмотренные выше определения соответствуют определениям из статьи [16]. В этой же статье введены понятия *центров симметрии*: *центром s-симметрии (центром полумасс)* пластины D называется точка пересечения всех ее линий полумасс, а *центром c-симметрии (центром масс)* пластины D называется точка пересечения всех ее линий равновесия (это понятие центра масс совпадает с традиционным [25]). Центр *c*-симметрии пластины D всегда существует и единственен, в то время как центр *s*-симметрии может и не существовать (но если он существует, то также единственен). Как показывают примеры из статьи [14], возможны случаи, когда оба центра симметрии существуют, но не совпадают.

Функцию угла φ назовем *полярно-симметричной,* если она имеет период π. Значения такой функции одинаковы для углов φ, определяющих противоположные направления в рамках полярной системы координат.

Нижеприведенный критерий для центра *s*-симметрии установлен в [17].

Лемма 1. *Пусть начало координат полярной системы является внутренней точкой некоторой выпуклой области* S *пластины* D *с функцией плотности* $f(\varphi,\rho)$ *и* $r(\varphi)$ *– расстояние от начала координат до границы этой области вдоль луча, определяемого углом* φ*. Тогда пластина* D *имеет центр s-симметрии в начале координат в том и только том случае, когда функция* $F(\varphi)=\int\limits_0^{r(\varphi)} f(\varphi,\rho)\rho d\rho$ *является полярно-симметричной.*

Для центра *c*-симметрии похожий критерий представляет следующая лемма.

Лемма 2. *Пусть начало координат полярной системы является внутренней точкой некоторой выпуклой области* S *пластины* D *с функцией плотности* $f(\varphi,\rho)$, $r(\varphi)$ *– расстояние от начала координат до границы этой области вдоль луча, определяемого углом* φ*, и функция* $F_1(\varphi) = \int\limits_0^{r(\varphi)} f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho$ *является полярно-симметричной. Тогда пластина* D *имеет центр c-симметрии в начале координат.*

Доказательство. Из теорем [16] и определения центра масс следует, что центр масс пластины D находится в начале координат в том и только том случае, когда выполнены следующие условия:

$$\begin{cases} \iint\limits_{S} \rho\cos\varphi f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi = 0, \\ \iint\limits_{S} \rho\sin\varphi f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi = 0. \end{cases}$$

Эти условия для случая, когда функция $F_1(\varphi)$ полярно-симметрична, т.е. имеет период π, выполнены. В самом деле, выполнение первого условия подтверждают следующие вычисления:

$$\iint\limits_{D} \rho\cos\varphi f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi = \iint\limits_{D} \cos\varphi f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho d\varphi = \int\limits_0^{2\pi} \cos\varphi d\varphi \int\limits_0^{r(\varphi)} f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho = \int\limits_0^{2\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi =$$

$$= \int\limits_0^{\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi + \int\limits_{\pi}^{2\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi = \left\{ \begin{matrix} t = \varphi - \pi \\ \varphi = t + \pi \\ d\varphi = dt \end{matrix} \right\} = \int\limits_0^{\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi + \int\limits_0^{\pi} \cos(t+\pi) F_1(t+\pi) dt =$$

$$= \int\limits_0^{\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi - \int\limits_0^{\pi} \cos t F_1(t+\pi) dt = \int\limits_0^{\pi} \cos\varphi F_1(\varphi) d\varphi - \int\limits_0^{\pi} \cos t F_1(t) dt = 0.$$

Аналогичные вычисления подтверждают выполнение второго условия:

$$\iint\limits_{D} \rho \sin\varphi f(\varphi,\rho)\rho d\rho d\varphi = \iint\limits_{D} \sin\varphi f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho d\varphi = \int\limits_0^{2\pi} \sin\varphi d\varphi \int\limits_0^{r(\varphi)} f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho = \int\limits_0^{2\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi =$$

$$= \int\limits_0^{\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi + \int\limits_{\pi}^{2\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi = \left\{ \begin{matrix} t = \varphi - \pi \\ \varphi = t + \pi \\ d\varphi = dt \end{matrix} \right\} = \int\limits_0^{\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi + \int\limits_0^{\pi} \sin(t+\pi) F_1(t+\pi)dt =$$

$$= \int\limits_0^{\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi - \int\limits_0^{\pi} \sin t F_1(t+\pi)dt = \int\limits_0^{\pi} \sin\varphi F_1(\varphi)d\varphi - \int\limits_0^{\pi} \sin t F_1(t)dt = 0,$$

Таким образом, центр масс пластины находится в начале координат. Лемма доказана.

Следует отметить, что критерий, определяемый леммой 1, является необходимым и достаточным, в то время как критерий, определяемый леммой 2, является достаточным, но не является необходимым, так как возможен пример пластины D, имеющей центр масс в начале координат, для которой функция $F_1(\varphi)$ не является полярно-симметричной. Таким примером является однородная пластина, имеющая форму правильного треугольника и центр масс в начале координат. В этом случае значения функции $F_1(\varphi)$ для значений угла φ, определяющих противоположные направления к вершине треугольника и от нее, будут разными (так как расстояние до границы области в направлении вершины вдвое больше, чем такое же расстояние в противоположном направлении, а функция плотности имеет постоянное значение).

Доказано [17], что для любой внутренней точки выпуклой области можно так определить функцию плотности, что полученная пластина будет иметь центр *s*-симметрии (центр *c*-симметрии) именно в этой точке. Данное утверждение в статье [17] для случая s-симметрии представляет собой теорему 1, а для случая *c*-симметрии – теорему 2. Критерий, определяемый леммой 1, в статье [17] использован для доказательства теоремы 1. Покажем, как критерий, определяемый леммой 2, может быть использован для обоснования теоремы 2.

Для этого начало координат поместили в ту точку области, которая должна быть центром *c*-симметрии, а функцию плотности определили как $f(\varphi,\rho) = \dfrac{\rho}{[r(\varphi)]^4}$, где $r(\varphi)$ – расстояние от начала координат до границы области вдоль луча, определяемого углом φ [17]. Требуется доказать, что центр масс полученной пластины находится в начале координат. Чтобы это сделать, можно рассмотреть функцию $F_1(\varphi)$, которая в данном случае будет выглядеть следующим образом:

$$F_1(\varphi) = \int\limits_0^{r(\varphi)} f(\varphi,\rho)\rho^2 d\rho = \int\limits_0^{r(\varphi)} \frac{\rho}{[r(\varphi)]^4}\rho^2 d\rho = \frac{1}{[r(\varphi)]^4}\int\limits_0^{r(\varphi)} \rho^3 d\rho = \left[\frac{1}{[r(\varphi)]^4}\cdot\frac{\rho^4}{4}\right]_0^{r(\varphi)} = \frac{1}{4}.$$

Функция $F_1(\varphi)$ оказалась постоянной, а значит, полярно-симметричной. Следовательно, согласно лемме 2 центр *c*-симметрии пластины D (т.е. ее центр масс) находится в начале координат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Два разных понятия симметрии – c-симметрия и s-симметрия – имеют в то же время немало общих черт, что позволяет исследовать их похожими средствами. На основе двух критериев совпадения центра симметрии с началом координат, представленных в настоящей статье леммами 1 и 2, показан пример того, как можно использовать параллели между этими двумя видами симметрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожжалова В.И., Седыхин Ф.В., Смоленцев В.П., Ямпольский В.М. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: учебное пособие: в 2 т. М.: Высшая школа, 1983. Т. 1. 247 с. Т. 2. 208 с.
2. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение, 1993. 336 с.
3. Вороничев Н.М., Тартаковский Ж.Э., Генин В.Б. Автоматические линии из агрегатных станков. М.: Машиностроение, 1979. 487 с.
4. Дальский А.М., Гаврилюк В.С. Механическая обработка материалов: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1981. 266 с.
5. Немилов Е.Ф. Электроэрозионная обработка материалов. Л.: Машиностроение, 1983. 160 с.
6. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. М.: Машиностроение, 1977. 303 с.
7. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. М.: Машиностроение, 1979. 152 с.
8. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. М.: Машиностроение, 1989. 297 с.
9. Трент Е.М. Резание металлов. М.: Машиностроение, 1980. 263 с.
10. Участки для электроэрозионной обработки рабочих деталей вырубных штампов и пресс-форм. М.: ОНТИ ЭНИМС, 1983. 47 с.
11. Этин А.О. Кинематический анализ и выбор эффективных методов обработки лезвийным инструментом. М.: Машгиз, 1953. 173 с.
12. Янюшкин А.С., Шоркин В.С. Контактные процессы при электроалмазном шлифовании. М.: Машиностроение-1, 2004. 230 с.
13. Ящерицын П.И., Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Теория резания. Минск: Новое знание, 2006. 512 с.
14. Шум Ал.А. О симметрии функций, определенных в круге // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2014. Вып. 25. С. 3–8.
15. Шум Ал.А. Замечание об s-симметричных функциях // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2015. Вып. 27. С. 3–6.
16. Шум Ал.А. О центрах симметрии функции двух переменных // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2016. Вып. 30. С. 19–23.
17. Шум Ал.А. О центрах симметрии функции, определенной в выпуклой области плоскости // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2017. Вып. 31. С. 19–22.
18. Шум Ал.А. Симметрическая линия функции двух переменных // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2017. Вып. 32. С. 103–105.

19. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. Симметрическая линия правильного однородного треугольника // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2018. Вып. 34. С. 47–53.
20. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. Параметрические уравнения симметрической линии правильного однородного треугольника // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2018. Вып. 34. С. 44–47.
21. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. Замечание о симметрии функций, определенных в шаре // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки».* 2019. № 3 (3). С. 38–46.
22. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. Об одном критерии *s*-симметрии функции трех переменных // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки».* 2019. № 4 (4). С. 30–35.
23. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. О центрах симметрии функции трех переменных // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии».* 2020. № 1 (5). С. 71–78.
24. Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. О центрах симметрии функции, определенной в выпуклой области пространства // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии».* 2020. № 2 (6). С. 57–65.
25. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике (полный курс). М.: АЙРИС-Пресс, 2007. 604 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ШУМ Александр Анатольевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет». 170026, Россия, Тверская область, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22.
ВЕТОШКИН Александр Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики, информатики и вычислительной техники, Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МФ МГТУ). 141005, Россия, Московская область, г. Мытищи, улица 1-я Институтская, 1.
ШУМ Анатолий Александрович – магистрант факультета информационных технологий, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет». 170026, Россия, Тверская область, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Шум Ал.А., Ветошкин А.М., Шум Ан.А. Замечание о центрах *s*-симметрии и *c*-симметрии плоской пластины // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2021. № 1 (9). С. 63–70.

A NOTE ON THE CENTERS OF *S*-SYMMETRY AND *C*-SYMMETRY OF A FLAT PLATE

Al.An. Shum[1], A.M. Vetoshkin[2], An.Al. Shum[1]
[1]*Tver State Technical University (Tver)*
[2]*Mytishchi filial of MSTU named after N.Uh. Bauman (Mytishchi, Moscow region)*

Abstract. The concepts of *s*-symmetry and *c*-symmetry of a flat plate are studied. A sufficient criterion is established for the coincidence of the center of *c*-symmetry of a flat convex plate with the origin, which is an analogue of the previously obtained criterion for the case of *s*-symmetry. An example of applying the new criterion is considered.

Keywords: symmetry, *c*-symmetry, *s*-symmetry, center of symmetry, half-mass line, equilibrium line, density function, mass, center of mass, electric machine.

REFERENCES

1. Artamonov B.A., Volkov Yu.S., Drozhzalova V.I., Sedykhin F.V., Smolentsev V.P., Yampolsky V.M. Electrophysical and Electrochemical Methods of Processing Materials: Uchebnoe Posobie: In 2 v. / B.A. Artamonov [et al.]. Moscow: Vysshaja Shkola, 1983. Vol. 1. 247 p. Vol. 2. 208 p.
2. Vereschaka A.S. The Performance of the Cutting Tool with Wear-resistant Coatings. Moscow: Mashinostroenie, 1993. 336 p.
3. Voronichev N.M., Tartakovsky J.E., Genin V.B. Automatic Lines of Modular Machines. Moscow: Mashinostroenie, 1979. 487 p.
4. Dalskiy A.M., Gavrilyuk, V.S. Mechanical Treatment of Materials: uchebnik dlya vuzov. Moscow: Mechanical Engineering, 1981. 266 p.
5. Nemilov E.F. Electroerosion Treatment of Materials. L.: Mashinostroenie, 1983. 160 p.
6. Poduraev V.N. Automatically Adjustable and Combined Cutting Processes. Moscow: Mashinostroenie, 1977. 303 p.
7. Silin S.S. Method of Similarity When Cutting Materials. Moscow: Mashinostroenie, 1979. 152 p.
8. Starkov V.K. Cutting Processing. Stability and Quality Management in Automated Production. Moscow: Mashinostroenie, 1989. 297 p.
9. Trent E.M. Metal Cutting. Moscow: Mashinostroenie, 1980. 263 p.
10. Areas for Electrical Discharge Machining of Working Parts of Cutting Dies and Molds. Moscow: ONTI ENIMS, 1983. 47 p.
11. Etin A.O. Kinematic Analysis and Selection of Effective Methods of Processing with a Climbing Tool. Moscow: Mashgiz, 1953. 173 p.
12. Yanushkin A.S., Shorkin V.S. Contact Processes in Electro-diamond Grinding. Moscow: Mashi-nostroenie-1, 2004. 230 p.
13. Yastcheritsyn P.I., Feldshtein E.E., Korniewicz M.A. Theory of Cutting. Minsk: Novoe znanie, 2006. 512 p.
14. Shum Al.A. On the Symmetry of the Functions Defined in the Circle. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2014. Vol. 25, pp. 3–8.
15. Shum Al.A. The Comment About *S*-symmetric Functions. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2015. Vol. 27, pp. 3–6.

16. Shum Al.A. About the Centers of Symmetry of a Function of Two Variables. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2016. Vol. 30, pp. 19–23.
17. Shum Al.A. About the Centers of Symmetry of a Function Defined in a Convex Domain of the Plane. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2017. Vol. 31, pp. 19–22.
18. Shum Al.A. Symmetric Line of a Function of Two Variables. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2017. Vol. 32, pp. 103–105.
19. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. The Symmetric Line of a Regular Homogeneous Triangle. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2018. Vol. 34, pp. 47–53.
20. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. Parametric Equations of the Symmetric Line of a Regular Homogeneous Triangle. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*. 2018. Vol. 34, pp. 44–47.
21. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. A Note on the Symmetry of Functions Defined in a Ball. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. Series «Technical Sciences»*. 2019. No. 3 (3), pp. 38–46.
22. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. On one Criterion of *S*-symmetry of a Function of Three Variables. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. Series «Technical Sciences»*. 2019. No. 4 (4), pp. 30–35.
23. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. About the Centers of Symmetry of a Function of Three Variables. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. Series «Construction. Electrical Engineering and Chemical Technologies»*. 2020. No. 1 (5), pp. 71–78.
24. Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. About the Centers of Symmetry of the Function, Defined in a Convex Area of Space. *Vestnik Tverskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. Series «Construction. Electrical Engineering and Chemical Technologies»*. 2020. No. 2 (6), pp. 57–65.
25. Pismennyi D.T. Lecture Notes on Higher Mathematics (Full Course). Moscow: AIRIS-press, 2007. 604 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

SHUM Alexander Anatolievich – Associate Professor of the Department of Mathematics, Tver State Technical University, 22, Afanasiy Nikitin embankment, Tver, 170026, Russia.
VETOSHKIN Alexander Mikhailovich – Associate Professor in the Department of Applied Mathematics, Informatics and Computer Engineering, MF Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (MF MSTU), 1, 1st Institutskaya Street, Mytishchi City, Moscow Region, 141005, Russia.
SHUM Anatoliy Alexandrovich – Master's Student of the Faculty of Information Technologies, Tver State Technical University, 22, Afanasiy Nikitin embankment, Tver, 170026, Russia.

CITATION FOR AN ARTICLE

Shum Al.A., Vetoshkin A.M., Shum An.A. A Note on the Centers of *S*-symmetry and *C*-symmetry of a Flat Plate // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical Engineering and Chemical Technology». 2021. No. 1 (9), pp. 63–70.