

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-3-111-120>**Анализ линейчатых поверхностей строительных конструкций****С.Н. Волкова<sup>1</sup>, А.В. Шлеенко<sup>2</sup> ✉, В.В. Морозова<sup>1</sup>, Е.Е. Сивак<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова,  
ул. Карла Маркса 70, г. Курск 305021, Российская Федерация

<sup>2</sup> Юго-Западный государственный университет  
ул. 50 лет Октября 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: shleenko77@mail.ru

**Резюме**

**Цель исследования** заключается в анализе практики применения поверхностей, образованных движением прямой, так называемой линейчатой. Известно, что среди поверхностей второго порядка прямолинейными образующими обладают: конусы, цилиндры, однополостные гиперболоиды и гиперболические параболоиды, а также линии, представленные в полярной системе координат в виде замысловатых фигур, которые в пространстве можно представить вышеперечисленными поверхностями, добавив третье измерение. Прочность, получающаяся в результате покрытия каждой точки перечисленных поверхностей прямыми из разных семейств, не утяжеляет конструкцию, а укрепляет и делает ее легкой по сравнению с монолитами без укреплений из других материалов, в которых устойчивость не основана на формулах расчета Шухова.

**Методы.** Нахождение семейств прямолинейных образующих для поверхностей второго порядка, в основе расчетов которого лежит разделение уравнений, представляющих поверхность второго порядка в виде разности квадратов в одной из частей уравнения, и в виде произведения с произвольным параметром в другой его части.

**Результаты.** Проводя анализ поверхностей второго порядка, приходим к выводу, что такой методикой расчетов Шухова подтверждены: конусы, цилиндры. Уравнение вида  $F(x, y) = 0$  в пространстве определяет цилиндрическую поверхность, у которой образующие параллельны оси  $oz$ . Аналогично  $F(x, z) = 0$  определяют цилиндрическую поверхность с образующими, параллельными оси  $ou$  и  $F(y, z) = 0$  – цилиндрическая поверхность с образующими, параллельными оси  $ox$ . Однополостный гиперболоид, гиперболический параболоид, т.е. 10 поверхностей из 14, составляют более 70%.

**Заключение.** В результате применения приводимых формул для расчета упрочненных строительных конструкций городские здания приобретут новый облик, что создаст комфортную среду для проживания жителей, а также приведет к экономии материальных ресурсов в строительстве.

**Ключевые слова:** строительство; прямолинейные образующие; поверхности второго порядка; прочность; легкость; строительная техника; архитектура; упрочненные конструкции; моделирование.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Анализ линейчатых поверхностей строительных конструкций / С.Н. Волкова, А.В. Шлеенко, В.В. Морозова, Е.Е. Сивак // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020; 24(3): 111-120. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-3-111-120>.

Поступила в редакцию 05.03.2020

Подписана в печать 23.04.2020

Опубликована 30.06.2020

© Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Морозова В.В., Сивак Е.Е., 2020

## Analysis of Linear Surfaces of Building Structures

Svetlana N. Volkova<sup>1</sup>, Aleksey V. Shleenko<sup>2</sup> ✉, Victoria V. Morozova<sup>1</sup>,  
Elena E. Sivak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov,  
70 Karla Marksa str., Kursk 305021, Russian Federation

<sup>2</sup> Southwest State University,  
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: shleenko77@mail.ru

### Резюме

**Purpose of research** is to analyze the practice in the application of surfaces formed by the movement of a straight line. It is known that among the second-order surfaces cones, cylinders, hyperboloids of one sheet and hyperbolic paraboloids, as well as lines represented in the polar coordinate system in the form of intricate shapes that can be represented in space by the above-mentioned surfaces, adding a third dimension, have rectilinear generators. The strength resulting from covering each point of the listed surfaces with straight lines from different families does not make the structure heavier but strengthens it and makes it light compared to monoliths without reinforcements made of other materials, in which stability is not based on Shukhov calculation formulas.

**Methods** Finding families of rectilinear generators for second-order surfaces calculation of which is based on the separation of equations that represent a second-order surface as a difference of squares in one part of the equation and as a product with an arbitrary parameter in the other part.

**Results.** Analyzing second-order surfaces, we came to the conclusion that cones, cylinders are prone to this method of Shukhov calculations; equation of the form  $F(x, y) = 0$  in space defines a cylindrical surface whose generators are parallel to axis  $oz$ . Similarly,  $F(x, z) = 0$  defines a cylindrical surface with generators parallel to axis  $oy$  and  $F(y, z) = 0$  is a cylindrical surface with generators parallel to axis  $ox$ . A hyperboloid of one sheet, hyperbolic paraboloid, i.e. 10 surfaces out of 14, make up more than 70%.

**Conclusion.** As a result of applying these formulas for calculating reinforced building structures, city buildings will acquire a new appearance, which will create a comfortable environment for residents, as well as lead to saving construction material resources.

**Keywords:** construction; rectilinear generator; second order surfaces; strength; lightweight; construction engineering; architecture; reinforced structure; modeling.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Volkova S. N., Shleenko A. V., Morozova V. V., Sivak E. E. Analysis of Linear Surfaces of Building Structures // *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2020; 24(3): 111-120 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-3-111-120>.

Received 05.03.2020

Accepted 23.04.2020

Published 30.06.2020

\*\*\*

### Введение

Строительные конструкции в будущем можно себе представить легкими, но не уступающими по прочности

кристаллу. Для этого уже сегодня существует технология получения новых строительных материалов, облученных пучком ускоренных электронов, исследования которых проводились еще в 90-

х годах XX в. [1-3]. Но мы хотим остановиться на технологии, предложенной и незаслуженно забытой еще в начале 19 века, а именно в 1896 году Владимиром Григорьевичем Шуховым [4,5]. Знаменательно то, что, когда писалась эта статья, в г.Москве проходила выставка, посвященная Шухову и называлась она «Формула архитектуры». Принципы работы по-новому должны включать в себя прежде всего прочность и надежность конструкций [6,7], красоту и легкость [8,9], гибкость и пластичность [10, 11], учитывая уже созданную архитектуру. Целью нашего исследования является возрождение забытой методики расчета для упрочнения поверхностей второго порядка, используемых в строительстве.

### Материалы и методы

Нахождение семейств прямолинейных образующих для поверхностей второго порядка, в основе расчетов которого лежит разделение уравнений, представляющих поверхность второго порядка в виде разности квадратов в одной из частей уравнения, и в виде произведения с произвольным параметром в другой его части. Например, однополостный гиперболоид в виде (п.4.2. табл.1)

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (1)$$

можно записать в виде:

$$x \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 - \frac{z^2}{c^2}. \quad (2)$$

А затем разложить на множители, применив разность квадратов с одной стороны и с другой.

$$\left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b}\right)\left(\frac{x}{a} - \frac{y}{b}\right) = \left(1 + \frac{z}{c}\right)\left(1 - \frac{z}{c}\right). \quad (3)$$

Вводим произвольное число  $\kappa$ , которое при определенном значении это уравнение представит в виде прямой линии.

$$\begin{cases} \frac{x}{a} + \frac{y}{b} = \kappa \left(1 + \frac{z}{c}\right), \\ \frac{x}{a} - \frac{y}{b} = \frac{1}{\kappa} \left(1 - \frac{z}{c}\right) \end{cases} \quad (4)$$

или

$$\begin{cases} \frac{x}{a} + \frac{y}{b} = l \left(1 - \frac{z}{c}\right), \\ \frac{x}{a} - \frac{y}{b} = \frac{1}{l} \left(1 + \frac{z}{c}\right) \end{cases}. \quad (5)$$

Меняя параметры  $\kappa$  и  $l$ , получим совокупность прямых (семейство прямых).

Уравнение (4) и (5) составляем так, что почленное перемножение их дает уравнение поверхности (1). Таким образом, любая точка  $M(x, y, z)$ , координаты которой удовлетворяют системе (4), (5) находятся на поверхности (3). Следовательно, каждые из прямых семейств целиком располагаются на поверхности однополостного гиперболоида.

### Результаты и их обсуждение

Проводя анализ поверхностей второго порядка, а их девять типов (табл. 1), если сферу считать распрямленным эллипсоидом, в котором  $a=b=c=R$ , то

приходим к выводу, что такой методикой расчетов Шухова подвержены: конусы (п.3 табл.1), цилиндры (п.2 табл.1), уравнения вида  $F(x,y)=0$  в пространстве определяет цилиндрическую поверхность, у которой образующие параллельны оси  $oz$ . Аналогично  $F(x,z)=0$  определяют цилиндрическую поверхность с образующими, параллельными оси  $ou$  и  $F(y;z)=0$  – цилиндрическая поверхность с образующими, параллельными оси  $ox$ . Однополостный гиперболоид (п.4.3 табл.1), гиперболический параболоид (п.5 табл.1), т.е. 10 поверхностей из 14, т.е.  $\frac{10}{14} = \frac{5}{7} = 0,71$ , т.е. больше 70%.

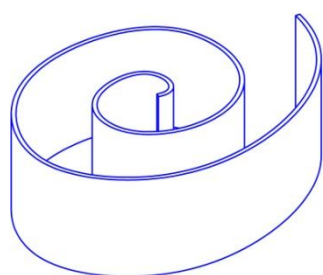
В последнее время застройщики в работе применяют прямоугольные формы с плоскими крышами, а ведь можно делать дома различной формы и с причудливым рисунком крыш наверху, устремленным в космическое пространство.

Пора уходить от стереотипов и строить разнообразные объекты, интересные в архитектурном и конструкторском решении. Начать хотя бы с детских садов и площадок, школ и т. д. В одной из работ авторы уже касались темы графического моделирования, функций в полярной системе координат [4]. Так вот, представляя в пространстве цилиндрические поверхности, возможно с помощью методики Шухова рассчитать семейство прямолинейных образующих для них и получить объекты различной

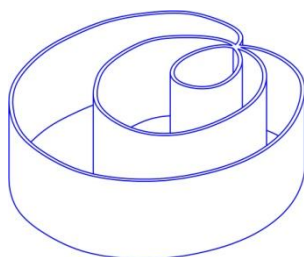
формы с отдельными входами и выходами, как внешними, так и внутренними. Оранжевые можно делать различной формы, а с учетом прочности и различной высоты, хорошо освещенные солнцем.

В полярной системе координат легко выполнимы такие линии, как спираль Архимеда, логарифмическая спираль, улитка Паскаля, четырехлепестковая роза и другие. В пространстве они будут выглядеть в виде цилиндрических поверхностей не имеющих общих точек соприкосновения (спираль Архимеда, логарифмическая спираль) и имеющих общие точки (улитка Паскаля, четырехлепестковая роза). Их удобно представить в цилиндрической системе координат, в которой точка определяется координатами  $(\rho, \varphi, H)$ . Значения координат  $\rho$  и  $\varphi$  как в полярной системе, а  $H$  – высота, т.е. вертикаль (рис. 1).

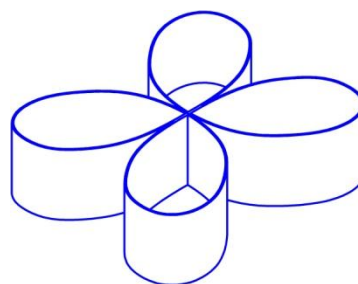
С выбором координат и методикой расчетов Шухова по-новому можно взглянуть на вопросы, связанные с прогнозированием и числовыми характеристиками непрерывных циклических процессов [12], использование свойств рядов предпочтительных чисел для увеличения надежности расчетов и качества прогнозов при проектировании и расчете строительных конструкций [13, 14, 15], анализом инновационной деятельности строительной организации, усовершенствованием пути к высоким стандартам жизни.



1. Спираль Архимеда /  
Archimedes spiral



2. Улитка Паскаля /  
Pascal snail



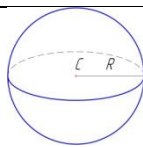
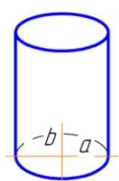
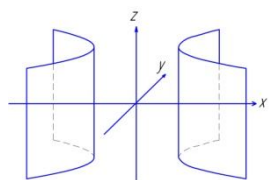
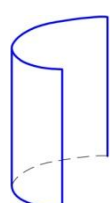
3. Четырехлепестковая роза /  
Four-petal rose

**Рис.1.** Поверхности линий в цилиндрической системе координат

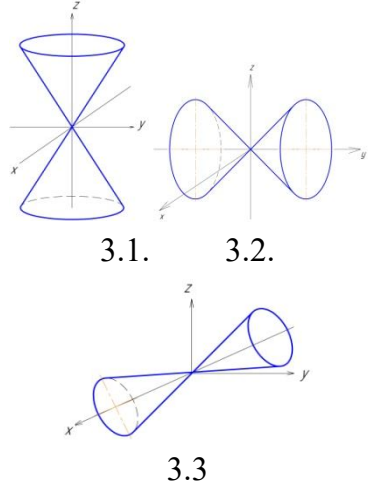
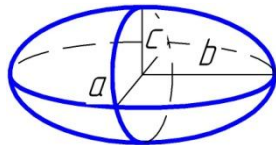
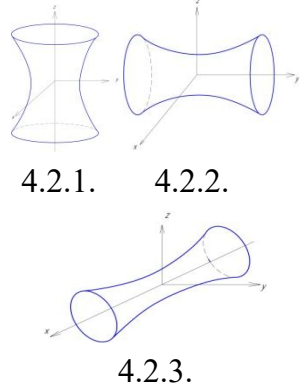
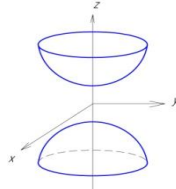
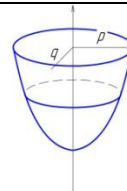
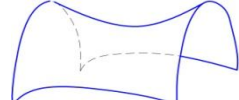
**Fig. 1.** Surfaces of lines in a cylindrical coordinate system

**Таблица 1.** Поверхности второго порядка

**Table 1.** Second order surfaces

n/n	Поверхность второго порядка / Second order surface	Уравнение / Equation	График / Schedule
1	Сфера	$(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2 = R^2$ , где $C(a,b,c)$ - центр, $R$ -радиус	
2	Цилиндрическая поверхность	$F(x,y)=0, F(x,z)=0, F(y,z)=0$	 2.1.  2.2.  2.3.
2.1	Эллиптический цилиндр	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$	
2.2	Гиперболический цилиндр	$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$	
2.3	Параболический цилиндр	$y^2 = 2px; x^2 = 2py$	

Окончание табл. 1 / Table 1 (ended)

n/n	Поверхность второго порядка / Second order surface	Уравнение / Equation	График / Schedule
3	Конусы второго порядка Вершина в начале координат, ось – $oz$ Ось – $oy$ Ось – $ox$	$F(x,y,z)=0,$	
3.1		$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$	
3.2		$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0$	
3.3		$-\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0$	
4.	Поверхности вращения:	$F(\sqrt{x^2 + y^2}, z) = 0$	
4.1	Эллипсоид (трехосный)	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$	
4.2	Однополостный гиперболоид Ось вращения $oz$ Ось вращения $oy$ Ось вращения $ox$	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$ $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ $-\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$	
4.3	Двуполостный гиперболоид	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1$	
4.4	Эллиптический параболоид	$\frac{x^2}{p} + \frac{y^2}{q} = 2z \cdot (p > 0, q > 0)$	
5	Гиперболический параболоид	$\frac{x^2}{p} - \frac{y^2}{q} = 2z \cdot (p > 0, q > 0)$	

Активизировать работу по моделированию инновационной деятельности строительных организаций [6] в направлении отечественных изобретений, в основе парадоксов [7] увидеть новые решения старых проблем [8], а именно путем многообразия форм [9], используя это при подготовке специалистов в области проектирования и строительства [10,11].

В заключение следует отметить, что оставшиеся 30% от поверхностей второго порядка, которые не получаются методом расчета, описанного в статье, можно разбить на поверхности, которые легко упрочить по технологии, предложенной Шуховым. Таким образом, надежность и красота будущего находится в руках настоящего, своими истоками, уходящими в прошлое.

## Выводы

Исследованные поверхности второго порядка позволят изготавливать прочные строительные конструкции с экономией материалов.

Полученный Шуховым метод применим более чем к 70% поверхностей второго порядка, что является достоверной перспективой широкого использования в строительной технике при проектировании новых высотных сооружений.

Данный подход позволит укреплять детали и строительные конструкции не только напыленным дорогостоящим материалом, но и конструируя защитный слой в виде каркасов, состоящих и образующих прямых, проходящих через определенные точки поверхностей, используемых в строительстве.

## Список литературы

1. Бредихин В.В., Шлеенко А.В., Бредихина Н.В. Развитие производственно-технического потенциала строительной отрасли. Курск, 2016. 114 с.
2. Voskoglou M. A. Note on the Graphical Representation of the Derivatives // Physical and Mathematical Education: scientific journal. 2017. Is. 2(12). P. 9-16.
3. Pramod Kumar Pandey. A numerical technique for the solution of general eighth order boundary value problems: a finite difference method // Ural mathematical journal. 2018. Vol. 4. № 1. P. 56-62.
4. Шлеенко А.В., Волкова С.Н., Пашкова М.И. Использование отходов горнодобывающего региона КМА для изготовления новых строительных материалов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2015. № 3 (16). С. 111-114.
5. Шлеенко А.В., Волкова С.Н., Сивак Е.Е. Оптимизация выборки для постановки научного эксперимента технологического процесса строительства // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 11 (1011). С. 46-48.

- 6 Pandey P.K. Fourth Order Finite Difference Method for Sixth Order Boundary Value Problems // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2013. Vol. 53. № 1. P. 57-62. <https://doi.org/10.1134/S0965542513010107>
7. Viswanadham K.N.S.K., Ballem S. Numerical solution of eighth order boundary value problems by Galerkin method with quintic B-splines // International Journal of Computer Applications. 2014. Vol. 89. № 15. P. 7-13. <https://doi.org/10.5120/15705-4562>.
8. Шлеенко А.В., Волкова С.Н. Анализ инновационной деятельности строительной организации // Известия Курского государственного технического университета. 2011. № 5-2(38). С. 363-367.
9. Reddy S.M. Numerical solution of eighth order boundary value problems by Petrov-Galerkin method with quintic B-splines as basic functions and septic B-splines as weight functions // International Journal of Engineering and Computer Science. 2016. Vol. 5, № 09. P. 17894-17901. URL: <http://ijecs.in/index.php/ijecs/article/view/2439/2254>
10. Jiang Z. W. "A meshfree method for numerical solution of nonhomogeneous time dependent problems," Abstract Appl. Anal., Article ID 978310 (2014).
11. Voloshinov D.V. Constructive geometric modeling. Theory, practice, automation: monograph. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2010. 355 p.
12. Vabishchevich P. N., Vasil'ev V. I., Vasil'eva M. V. Computational identification of the right hand side of a parabolic equation // Comput. Math. Math. 2015. Phys. 55. № 9. P. 1015-1021.
13. Kenneth S. Schmitz Chapter 1: Philosophy of Science // Physical Chemistry. 2018. P.183-367.
14. Philip L. Marston Geometrical and Catastrophe Optics Methods in Scattering // Physical Acoustics. 1992. Vol. 21. P. 1-234.
15. Kenneth S. Schmitz Chapter 1: Philosophy of Science // Physical Chemistry. 2018. P.183-367.

## References

1. Bredikhin V. V., Shleenko A.V., Bredikhina N. V. *Razvitie proizvodstvenno-tekhnicheskogo potentsiala stroitel'noi otrasli* [Development of technological capacity of construction branch]. Kursk, 2016. 114 p. (In Russ.).
2. Voskoglou M. A note on the graphical representation of the derivatives. *Physical and Mathematical Education: scientific journal*, 2017, is. 2(12), pp.9-16.
3. Pramod Kumar Pandey. A numerical technique for the solution of general eighth order boundary value problems: a finite difference method. *Ural mathematical journal*, 2018, vol. 4, no. 1, pp. 56-62.



4. Shleenko A.V., Volkova S.N., Pashkova M.I. Ispol'zovanie otkhodov gornodobyvayushchego regiona KMA dlya izgotovleniya novykh stroitel'nykh materialov [Use of waste of the mining region of KMA for production of new construction materials]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*, 2015, no. 3 (16), pp. 111-114 (In Russ.).
5. Shleenko A.V., Volkova S.N., Sivak E.E. Optimizatsiya vyborki dlya postanovki nauchnogo eksperimenta tekhnologicheskogo protsessa stroitel'stva [Optimization of selection for statement of a scientific experiment of technological process of construction]. *BST: Byulleten' stroitel'noi tekhniki = BST: Bulletin of the Construction Equipment*, 2018, no. 11 (1011), pp. 46-48 (In Russ.).
6. Pandey P.K. Fourth Order Finite Difference Method for Sixth Order Boundary Value Problems. *Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 2013, vol. 53, no. 1, pp. 57-62. <https://doi.org/10.1134/S0965542513010107>
7. Viswanadham K.N.S.K., Ballem S. Numerical solution of eighth order boundary value problems by Galerkin method with quintic B-splines. *International Journal of Computer Applications*, 2014, vol. 89, no. 15, pp. 7-13. DOI: 10.5120/15705-4562
8. Shleenko A.V., Volkova S.N. Analiz innovatsionnoi deyatel'nosti stroitel'noi organizatsii [Analysis of innovative activity of the construction organization]. *Izvestiya Kurskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of the Kursk State Technical University*, 2011, no. 5-2(38), pp. 363-367 (In Russ.).
9. Reddy S.M. Numerical solution of eighth order boundary value problems by Petrov-Galerkin method with quintic B-splines as basic functions and septic B-splines as weight functions. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 2016, vol. 5, no. 09, pp. 17894-1790. Available at: <http://ijecs.in/index.php/ijecs/article/view/2439/2254>
10. Jiang Z. W. A meshfree method for numerical solution of nonhomogeneous time dependent problems, *Abstract Appl. Anal.*, Article ID 978310, 2014.
11. Voloshinov D.V. Constructive geometric modeling. Theory, practice, automation. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2010. 355 p.
12. Vabishchevich P. N., Vasil'ev V. I., Vasil'eva M. V. Computational identification of the right hand side of a parabolic equation. *Comput. Math. Math. Phys.*, 2015, 55, no. 9, pp. 1015-1021.
13. Kenneth S. Schmitz Chapter 1: Philosophy of Science. *Physical Chemistry*, 2018, pp.183-367.
14. Philip L. Marston Geometrical and Catastrophe Optics Methods in Scattering. *Physical Acoustics*, 1992, vol. 21, pp. 1-234.
15. Kenneth S. Schmitz Chapter 1: Philosophy of Science. *Physical Chemistry*, 2018, pp.183-367.

**Информация об авторах / Information about the Authors**

**Волкова Светлана Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: volkova\_47@mail.ru

**Svetlana N. Volkova**, Dr. of Sci. (Agricultural), Professor, Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russian Federation, e-mail: volkova\_47@mail.ru

**Шлеенко Алексей Васильевич**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экспертизы и управления недвижимостью, горного дела, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: shleenko77@mail.ru

**Aleksey V. Shleenko**, Cand. of Sci. (Economic), Associate Professor, Department of Expertise and Real Estate Management, Mining, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: shleenko77@mail.ru

**Морозова Виктория Викторовна**, кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: viktoriy1975@rambler.ru

**Victoria V. Morozova**, Cand. of Sci. (Pedagogical), Associate Professor, Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russian Federation, e-mail: viktoriy1975@rambler.ru

**Сивак Елена Евгеньевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: elenasivak77@mail.ru

**Elena E. Sivak**, Dr. of Sci. (Agricultural), Professor, Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russian Federation, e-mail: elenasivak77@mail.ru