

М. В. Кретов¹, Е. М. Кретьова²

^{1, 2} Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

¹ Kretov1@mail.ru, ² e.kretova1@mail.ru

doi: 10.5922/0321-4796-2026-57-1-5

Об одном подклассе комплексов эллипсоидов, допускающем безынтегральное представление

С использованием теоретико-группового метода дифференциально-геометрических исследований Г.Ф. Лаптева, а также методики научных исследований по дифференциальной геометрии В.С. Малаховского продолжается изучение комплексов (трехпараметрических семейств) эллипсоидов со специальными свойствами ассоциированных с ними дифференцируемых отображений в трехмерном аффинном пространстве. Комплекс эллипсоидов рассматривается как образ соответствующего отображения. Исследуется подкласс ранее изученных комплексов эллипсоидов, когда индикатриса разности второго и третьего координатных векторов является прямой, параллельной первому координатному вектору. Найдены интересные геометрические свойства исследуемого многообразия, которые позволяют сконструировать его, то есть найти его безынтегральное представление.

Ключевые слова: многообразие, комплекс, репер, эллипсоид, аффинное пространство, индикатриса, фокальное многообразие, безынтегральное представление

Рассмотрим трехмерное аффинное пространство. Отнесем его к подвижному реперу $R = \{A, \bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3\}$, состоящему из точки A и линейно независимых векторов $\bar{e}_\alpha$ ($\alpha, \beta, \dots = 1, 3$).

Поступила в редакцию 16.02.2026 г.

© Кретов М. В., Кретьова Е. М., 2026

Инфинитезимальные перемещения репера $R = \{A, \bar{e}_\alpha\}$ определяются уравнениями

$$d\bar{A} = \omega^\alpha \bar{e}_\alpha, \quad d\bar{e}_\alpha = \omega_\alpha^\beta \bar{e}_\beta, \quad (1)$$

причем формы Пфаффа ω^α , ω_β^α удовлетворяют структурным уравнениям Картана:

$$D\omega^\alpha = \omega^\beta \wedge \omega_\beta^\alpha, \quad D\omega_\beta^\alpha = \omega_\beta^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha, \quad (2)$$

выражающим условия полной интегрируемости системы дифференциальных уравнений (1).

Пусть G — фундаментальная группа трехмерного аффинного пространства над полем действительных чисел, q — центральная невырожденная гиперквадрика трехмерного аффинного пространства и C — ее центр. Гиперквадрика q является индуцирующей фигурой ранга 9 индекса 3 (см.: [1]). Ее уравнение запишем в виде

$$a_{\alpha\beta} x^\alpha x^\beta + 2a_\alpha x^\alpha - 1 = 0, \quad (3)$$

причем

$$\det(a_{\alpha\beta}) \neq 0, \quad a_{\alpha\beta} = a_{\beta\alpha}, \quad \det \begin{pmatrix} a_{\alpha\beta} & a_\alpha^T \\ a_\alpha & -1 \end{pmatrix} \neq 0. \quad (4)$$

Множество $R(q)$ для всех гиперквадрик, аффинно эквивалентных гиперквадрике (3), является однородным пространством [2]. Это легко доказывается в частично канонизированном репере R_0 , который строится из репера R , когда $a_\alpha = 0$. В этом случае его вершина помещается в центр гиперквадрики q .

Структурные формы трехмерного аффинного пространства A_3 и множества $R(q)$ в репере R_0 соответственно имеют вид

$$\Delta x^\alpha \equiv dx^\alpha + x^\beta \omega_\beta^\alpha + \omega^\alpha, \quad (5)$$

$$\omega^\alpha, \quad \nabla a_{\alpha\beta}, \quad (6)$$

где $\nabla a_{\alpha\beta} = da_{\alpha\beta} - a_{\alpha\gamma} \omega_\beta^\gamma - a_{\gamma\beta} \omega_\alpha^\gamma$.

Тогда дифференциальные уравнения дифференцируемого отображения $\mathcal{F}: A_3 \rightarrow R(q)$ записываются в виде (см.: [3])

$$\nabla a_{\alpha\beta} = \Lambda_{\alpha\beta\gamma} \Delta x^\gamma, \quad (7)$$

$$\omega^\alpha = \Lambda_\beta^\alpha \Delta x^\beta, \quad (8)$$

где $a_{\alpha\beta}$ и $\Lambda_{\alpha\beta\gamma}$ являются компонентами фундаментального объекта первого порядка для отображения.

Пусть f — такое дифференцируемое отображение $\mathcal{F}$, которое каждой точке $A \in A_3$ ставит в соответствие гиперквадрику q с центром в точке A . Тогда $\Delta x^\alpha = \omega^\alpha$, а уравнения (8) обращаются в тождества и дифференциальные уравнения отображения f примут вид

$$\Delta a_{\alpha\beta} = \Lambda_{\alpha\beta\gamma} \omega^\gamma. \quad (9)$$

Обозначим через $\mathcal{I}_m f$ образ отображения f в $R(q)$. Ограничиваясь случаем максимального ранга отображения f в каждой точке области определения, получим, что $K_3 = \mathcal{I}_m f$ является дифференцируемым многообразием размерности 3, которое в дальнейшем будет называться *комплексом центральных невырожденных гиперквадрик*.

В дальнейшем исследовании проводились в соответствии с методикой, изложенной в работах [4—7].

Уравнение гиперквадрики q и система дифференциальных уравнений комплекса K_3 в репере R_0 принимают соответственно вид

$$a_{\alpha\beta} x^\alpha x^\beta - 1 = 0, \quad (10)$$

$$\nabla a_{\alpha\beta} = \Lambda_{\alpha\beta\gamma} \omega^\gamma. \quad (11)$$

Замкнутая система дифференциальных уравнений Пфаффа комплекса K_3 запишется в виде

$$\nabla a_{\alpha\beta} = \Lambda_{\alpha\beta\gamma} \omega^\gamma, \quad \nabla \Lambda_{\alpha\beta\gamma} \wedge \omega^\gamma = 0, \quad (12)$$

где $\nabla \Lambda_{\alpha\beta\gamma} = d\Lambda_{\alpha\beta\gamma} - \Lambda_{\alpha\beta\delta} \omega_\gamma^\delta - \Lambda_{\alpha\delta\gamma} \omega_\beta^\delta - \Lambda_{\delta\beta\gamma} \omega_\alpha^\delta$.

Система (12) определяет комплекс K_3 с произволом шести функций трех аргументов (см.: [6]).

Г. Ф. Лаптев установил в [8], что погруженное многообразие обладает в общем случае основным объектом (фундаментальным объектом наинизшего порядка, система дифференциальных уравнений которого алгебраически разрешима относительно всех вторичных форм). Надлежащее задание компонент один раз продолженного основного объекта определяет погруженное многообразие с точностью до констант. Основным объектом комплекса K_3 является фундаментальный объект

$$\Gamma_1 = \{a_{\alpha\beta}, \Lambda_{\alpha\beta\gamma}\}. \quad (13)$$

Продолжая систему (12) дважды, получим

$$\begin{aligned} \nabla \Lambda_{\alpha\beta\gamma} &= \Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta} \omega^\delta, \\ \nabla \Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta} \wedge \omega^\delta &= 0, \\ \nabla \Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta} &= \Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta\epsilon} \omega^\epsilon, \end{aligned} \quad (14)$$

где коэффициенты $\Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta}$, $\Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta\epsilon}$, согласно лемме Картана (см.: [9]), симметричны по соответствующим индексам.

В работах [10—13] исследованы шесть подклассов отображения f :

1) отображение f_1 , когда для компонент $\Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta}$ фундаментального объекта второго порядка комплекса K_3 выполняется условие

$$\Lambda_{\alpha\beta\gamma\delta} = 2\Lambda_{\alpha\beta(\gamma T_{\delta)},} \quad (15)$$

где T_α — некоторый тензор;

2) отображение f_2 , когда для компонент $\Lambda_{\alpha\beta\gamma}$ фундаментального объекта первого порядка комплекса K_3 имеет место

$$\Lambda_{\alpha\beta\gamma} = a_{\alpha\beta} S_\gamma, \quad (16)$$

где S_α — некоторый тензор;

3) отображение f_3 , когда для компонент $\Lambda_{\alpha\beta\gamma}$ фундаментального объекта первого порядка комплекса K_3 выполняется условие

$$\Lambda_{\alpha\beta\gamma} = \Lambda_{\alpha(\beta\gamma)}; \quad (17)$$

4) отображение f_4 , когда основные гиперплоскости Π_φ и Π_ψ [10] параллельны;

5) отображение f_5 , если ψ — основная гиперплоскость, параллельная диаметральной гиперплоскости;

6) отображение f_6 , если φ — основная гиперплоскость, параллельная диаметральной гиперплоскости.

В работах [10—13] проведена дальнейшая канонизация репера R_0 . Новый репер R_1 строится следующим образом: вершина репера совмещена с центром эллипсоида q , векторы $\bar{e}_\alpha$ направлены по тройке сопряженных диаметров эллипсоида q , причем концы их лежат на эллипсоиде и совпадают с фокальными точками [14].

Рассмотрены многообразия эллипсоидов, когда индикатриса вектора $\bar{e}_1$ является прямой, параллельной $\bar{e}_1$, асимптотические линии на поверхности $(A + \bar{e}_1)$ являются координатными и при движении точки A по инвариантной поверхности, проходящей через фокальные точки, касательная на индикатрисе вектора $\bar{e}_2$ параллельна плоскости $(A, \bar{e}_1, \bar{e}_2)$.

В данной работе исследуется подкласс K^* комплексов эллипсоидов K_3^{01} , рассмотренных в работе [15], в случае, когда индикатриса вектора $\bar{e}_2 - \bar{e}_3$ является прямой, параллельной вектору $\bar{e}_1$.

Уравнение эллипсоида q и система дифференциальных уравнений Пфаффа комплекса эллипсоидов K^* будут соответственно иметь вид

$$(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2 - 1 = 0, \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \omega_\alpha^\alpha &= -\omega^\alpha, \quad \omega_1^2 = \omega_1^3 = 0, \quad \omega_2^1 = \tilde{\beta}\omega^3, \quad \omega_3^1 = \tilde{\beta}\omega^2, \\ \omega_2^3 &= -\omega^3, \quad \omega_3^2 = -\omega^2, \quad d\ln\tilde{\beta} = \omega^1 + \omega^2 + \omega^3. \end{aligned} \quad (19)$$

Анализируя систему уравнений (19), убеждаемся в том, что комплексы K^* существуют и определяются вполне интегрируемой системой уравнений с произволом десяти постоянных (см.: [6]).

Обозначим как A_α концы векторов $\bar{e}_\alpha$, l — прямую $(A_3, \bar{e}_1)$, m — прямую $(A_1, \bar{e}_3)$, γ_1 и γ_2 — асимптотические линии на поверхности (A_1) , M_1 — текущую точку прямой l , $M_2 = A_1 + x^3 \bar{e}_3$ и $M_3 = A + x^1 \bar{e}_1 + x^3 \bar{e}_3$ — текущие точки прямой m и координатной плоскости $(A, \bar{e}_1, \bar{e}_3)$ соответственно.

Теорема. *Комплексы эллипсоидов K^* обладают следующими геометрическими свойствами:*

- 1) *прямая l неподвижна;*
- 2) *при движении точки A_1 вдоль асимптотической линии γ_1 прямая m и координатная плоскость $(A, \bar{e}_1, \bar{e}_3)$ неподвижны;*
- 3) *поверхность (A_3) вырождается в прямую, параллельную вектору $\bar{e}_1$;*
- 4) *точка $P = A + \bar{e}_1 + \bar{e}_2$ неподвижна при движении точки A_1 вдоль асимптотической линии γ_2 ;*
- 5) *класс отображений, порожденный рассматриваемым комплексом, не пересекается с классами отображений $f_{\alpha_1}, f_{\alpha_2}, \dots, f_{\alpha_\beta}$.*

Доказательство.

1. Используя систему (19), находим

$$d\bar{M}_1 = (dx^1 + (1 - x^1)\omega^1 + \tilde{\beta}\omega^2)\bar{e}_1, \quad (20)$$

откуда непосредственно следует первое утверждение теоремы.

2. Находим

$$d\bar{M}_2 = \tilde{\beta}x^3\omega^2\bar{e}_1 + (1 - x^3)\omega^2\bar{e}_2 + (dx^3 + (1 - x^3)\omega^3)\bar{e}_3, \quad (21)$$

$$d\bar{M}_3 = (dx^1 + (1 - x^1)\omega^1 + \tilde{\beta}x^3\omega^2)\bar{e}_1 + (1 - x^3)\omega^2\bar{e}_2 + (dx^3 + (1 - x^3)\omega^3)\bar{e}_3. \quad (22)$$

Из формул (21) и (22) следует, что при движении точки A_1 вдоль асимптотической линии γ_1 прямая m и координатная плоскость $(A, \bar{e}_1, \bar{e}_3)$ неподвижны.

3. Утверждение теоремы следует из формулы

$$d\bar{A}_3 = (\omega^1 + \tilde{\beta}\omega^2)\bar{e}_1. \quad (23)$$

4. Имеем

$$d\bar{P} = \tilde{\beta}\omega^3\bar{e}_1, \quad (24)$$

откуда следует соответствующее утверждение теоремы.

5. Уравнения основных гиперплоскостей φ и ψ , ассоциированных с исследуемым комплексом, соответственно имеют вид

$$4x^1 + 5x^2 + 5x^3 - 4 = 0, \quad (25)$$

$$3(3\tilde{\beta}^4 + 10\tilde{\beta}^2 + 8)x^1 + (5\tilde{\beta}^4 + 24\tilde{\beta}^2 + 32)x^2 + \\ + (5\tilde{\beta}^4 + 24\tilde{\beta}^2 + 32)x^3 = 4(\tilde{\beta}^2 + 2)(\tilde{\beta}^2 + 4). \quad (26)$$

Из определения отображения $f_{\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_\beta}$ и анализа уравнений (25) и (26) следует последнее утверждение теоремы.

Найденные геометрические свойства комплекса эллипсоидов K^* по аналогии с работой [16] позволяют построить его безынтегральное представление, то есть его геометрическую модель.

Для этого проведем следующие построения:

1) задаем произвольную прямую l , и фиксируем на ней точку P ;

2) проводим прямую l^* , параллельную прямой l , и выбираем на ней точку A_3 ;

3) задаем плоскость π_1 , проходящую через прямую l и не содержащую l^* ;

4) проводим на плоскости π_1 через точку P прямую m ;

5) в плоскости π_1 выбираем точку A , не инцидентную прямой l и m ; через эту точку проводим прямые, параллельные l и m ; в пересечении с прямыми m и l получим соответственно точки A_1 и A_2 .

С текущей точкой плоскости π_1 совмещаем репер $\tilde{R} = \{0, \bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3\}$ такой, что $0 \equiv A$, $\bar{e}_\alpha = \overline{AA_\alpha}$. Образующий элемент комплекса — эллипсоид q , соответствующий центру A , однозначно определяется точками A_α , центром A и сопряжен-

ными направлениями $\overline{AA}_\alpha$. При движении точки A в плоскости π_1 получаем двупараметрическое семейство эллипсоидов q , а при перемещении точки A_3 по прямой l — комплекс эллипсоидов q , который мы назовем *комплексом* K_0^* .

Докажем, что построенный таким образом комплекс эллипсоидов q совпадает с комплексом K^* , то есть определяется в репере $\tilde{R}$ системой уравнений (19).

Поскольку прямая l задается уравнениями

$$x^3 = 0, \quad x^2 = 1,$$

то из условия неподвижности этой прямой получаем

$$\omega_1^3 = 0, \quad \omega_2^3 = -\omega^3, \quad \omega_1^2 = 0, \quad \omega_2^2 = -\omega^2.$$

Прямая l^* параллельна плоскости π_1 , поэтому

$$\omega_3^3 = -\omega^3. \quad (27)$$

Из условий неподвижности прямой m , определяемой уравнениями

$$x^3 = 0, \quad x^1 = 1,$$

при движении точки A_1 вдоль линии γ_2 следует, что

$$\omega_1^1 = -\omega^1, \quad \omega_2^1 = k\omega^3. \quad (28)$$

Прямая m определяется уравнениями

$$x^1 = 1, \quad x^2 = 0.$$

Так как эта прямая неподвижна при движении точки A_1 вдоль линии γ_1 , то

$$\omega_3^1 = \delta\omega^2, \quad \omega_3^2 = \gamma\omega^2.$$

Дифференцируя уравнение (27), находим $\gamma = -1$. Следовательно,

$$\omega_3^2 = -\omega^2.$$

Замыкая уравнения (28), получим

$$\omega_3^1 = k\omega^2, \quad dk = k\omega^1 + k\omega^2 + \tilde{\beta}\omega^3.$$

Дифференцируя уравнение $\omega_3^1 = k\omega^2$, находим

$$k = \tilde{\beta}.$$

Значит, система дифференциальных уравнений комплекса K_0^* имеет вид

$$\begin{aligned}\omega_\alpha^\alpha &= -\omega^\alpha, \quad \omega_1^2 = \omega_1^3 = 0, \quad \omega_2^1 = \tilde{\beta}\omega^2, \quad \omega_3^1 = \tilde{\beta}\omega^2, \\ \omega_2^3 &= -\omega^3, \quad \omega_3^2 = -\omega^2, \quad d\ln\tilde{\beta} = \omega^1 + \omega^2 + \omega^3,\end{aligned}$$

что и требовалось доказать.

Список литературы

1. Малаховский В. С. Дифференциальная геометрия многообразий фигур и пар фигур в однородном пространстве // Тр. Геом. семина. / ВИНТИ. 1969. Т. 2. С. 179—206.
2. Розенфельд Б. А. Многомерные пространства. М., 1966.
3. Лаптев Г. Ф. К инвариантной аналитической теории дифференцируемых отображений // Тр. Геом. семина. / ВИНТИ. 1974. Т. 6. С. 37—42.
4. Малаховский В. С. Дифференциальная геометрия многообразий квадратичных элементов : дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Томск, 1964.
5. Малаховский В. С. Некоторые проблемы дифференциальной геометрии многообразий фигур // ДГМФ. 1974. Вып. 5. С. 64—84.
6. Малаховский В. С. Введение в теорию внешних форм. Калининград, 1980.
7. Малаховский В. С. Краткий курс дифференциальной геометрии. Калининград, 2010.
8. Лаптев Г. Ф. Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований // Тр. Моск. матем. об-ва. 1953. Т. 2. С. 275—382.
9. Картан Э. Теория конечных непрерывных групп и дифференциальная геометрия, изложенная методом подвижного репера. М., 1963.
10. Кретов М. В. Комплексы эллипсоидов со специальными свойствами ассоциированных с ними дифференцируемых отображений // ДГМФ. 1986. Вып. 17. С. 51—57.
11. Кретов М. В. О специальных подклассах дифференцируемых отображений, ассоциированных с комплексами центральных невырожденных гиперквадрик // ДГМФ. 1984. Вып. 15. С. 49—54.

12. *Кретов М.В.* Об одном комплексе центральных квадрик с вырождающимся многообразием центров // Материалы VII Всесоюзной конф. по современным проблемам геометрии. Минск, 1979. С. 99.

13. *Кретов М.В.* Дифференцируемые отображения, ассоциированные с многообразиями гиперквадрик // Материалы Междунар. конф. по геометрии и приложениям. Смоленск, 1986. С. 23.

14. *Малаховский В.С., Махоркин В.В.* Дифференциальная геометрия многообразий гиперквадрик в n -мерном проективном пространстве // Тр. Геом. семина. / ВИНТИ. 1974. Т. 6. С. 113—134.

15. *Кретов М.В.* О некоторых подклассах комплексов эллипсоидов в аффинном пространстве // Калинингр. гос. ун-т. Калининград, 1981. Деп. в ВИНТИ 17.11.1981, №5272-81.

16. *Кретов М.В.* Геометрическая модель трехпараметрического семейства эллипсоидов // Вестник БФУ им. И. Канта. Сер. Физ.-мат. науки. 2014. Вып. 4. С. 163—167.

Для цитирования: *Кретов М.В., Кретова Е.М.* Об одном подклассе комплексов эллипсоидов, допускающем безынтегральное представление // ДГМФ. 2026. №57 (1). С. 64—75. <https://doi.org/10.5922/0321-4796-2026-57-1-5>.



ПРЕДСТАВЛЕНО ДЛЯ ВОЗМОЖНОЙ ПУБЛИКАЦИИ В ОТКРЫТОМ ДОСТУПЕ В СООТВЕТСТВИИ С УСЛОВИЯМИ ЛИЦЕНЗИИ CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION (CC BY) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

MSC 2010: 53A15, 58A10

M. V. Kretov¹, E. M. Kretova²
Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia
14, A. Nevskogo st., Kaliningrad, 236016, Russia
¹Kretov1@mail.ru, ²e.kretova1@mail.ru
 doi: 10.5922/0321-4796-2026-57-1-5

On a subclass of ellipsoid complexes
 that admits a non-integral representation

Submitted on February 16, 2026

Using the group-theoretic method of differential geometric research by G.F. Laptev, as well as the methodology of scientific research on differential geometry by V.S. Malakhovsky, the study of

complexes (three-parameter families) of ellipsoids with special properties of differentiable maps associated with them in a three-dimensional affine space. The complex of ellipsoids is considered as an image of the corresponding mapping. A subclass of previously studied ellipsoid complexes is investigated when the difference indicatrix of the second and third coordinate vectors is a straight line parallel to the first coordinate vector. Interesting geometric properties of the studied manifold are found, which make it possible to construct it, that is, to find its integral representation.

Keywords: manifold, complex, reference point, ellipsoid, affine space, indicatrix, focal manifold, non-integral representation

References

1. *Malakhovsky, V.S.*: Differential geometry of manifolds of figures and pairs of figures in a homogeneous space. Tr. Geom. Sem., 2, 179—206 (1969).
2. *Rosenfeld, B.A.*: Multidimensional spaces. Moscow (1966).
3. *Laptev, G.F.*: Towards an invariant analytical theory of differentiable mappings. Tr. Geom. Sem., 6, 37—42 (1974).
4. *Malakhovsky, V.S.*: Differential geometry of manifolds of quadratic elements. Tomsk (PhD thesis) (1964).
5. *Malakhovsky, V.S.*: Some problems of differential geometry of manifolds of shapes. DGMF, 5, 64—84 (1974).
6. *Malakhovsky, V.S.*: Introduction to the theory of external forms. Kaliningrad (1978).
7. *Malakhovsky, V.S.*: A Short Course in Differential Geometry. Kaliningrad (2010).
8. *Laptev, G.F.*: Differential geometry of imbedded manifolds. Group theoretical method of differential geometric investigations. Tr. Mosk. Mat. Obs., 2, 275—382 (1953).
9. *Cartan, E.*: Theory of finite continuous groups and differential geometry developed by the method of the Moving Frame. Moscow (1963).
10. *Kretov, M.V.*: Complexes of ellipsoids with special properties of differentiable maps associated with them. DGMF, 17, 51—57 (1986).
11. *Kretov, M.V.*: On special subclasses of differentiable maps associated with complexes of central non-degenerate hyperquadrics. DGMF, 15, 49—54 (1984).

12. *Kretov, M. V.*: On a complex of central quadrics with a degenerating center variety. Materials of the VII All-Union Conference on Modern Problems of Geometry. Minsk, 99 (1979).

13. *Kretov, M. V.*: Differentiable mappings associated with hyperquadratic manifolds. Materials of the International Conference on Geometry and Applications. Smolyan, 23 (1986).

14. *Malakhovski, V. S., Makhorkin, V. V.*: Differential geometry of varieties of hyperquadrics in n -dimensional projective space. Tr. Geom. Sem., 6, 113—134 (1974).

15. *Kretov, M. V.*: On some subclasses of ellipsoid complexes in affine space. Kaliningrad State University. Kaliningrad. Dep. VINITI 17.11.1981, No. 5272-81 (1981).

16. *Kretov, M. V.*: Geometric model of a three-parameter family of ellipsoids. IKBFU's Vestnik. Physics, Math., 4, 163—167 (2014).

For citation: Kretov, M. V., Kretova, E. M.: On a subclass of ellipsoid complexes that admits a non-integral representation. DGMF, 57 (1), 64—75 (2026). <https://doi.org/10.5922/0321-4796-2025-57-1-5>.

