



УДК 004.925.8

**Е. В. КОНОПАЦКИЙ<sup>1</sup>**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой инженерной графики и информационного моделирования; **М. В. БЕЗСОЛЬНОВ<sup>1</sup>**, ассистент кафедры инженерной графики и информационного моделирования; **Н. Д. ЧУЧМАР<sup>1</sup>**, ассистент кафедры инженерной графики и информационного моделирования

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ В ТОЧЕЧНОМ ИСЧИСЛЕНИИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Россия, 603952, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 434-10-34; эл. почта: e.v.konopatskiy@mail.ru

*Ключевые слова:* твердотельная геометрия, точечное исчисление, параметрическое моделирование, линейные геометрические тела, параметризация, геометрические условия.

---

*В статье исследуются методы параметрического моделирования линейных геометрических тел, рассматриваемых как выделенные области трехмерного пространства. Такой подход позволяет одним уравнением описать форму, положение и внутреннюю структуру пространства линейных геометрических тел. Под линейными геометрическими телами понимается класс геометрических моделей, форма которых описывается точечными уравнениями с линейными функциями от параметров. Для линейной параметризации геометрических тел используется математический аппарат «Точечное исчисление», который работает с точками как с координатными векторами. В результате определено точечное уравнение линейного геометрического тела по 8 независимым точкам трехмерного пространства. Также исследованы параметризации линейных геометрических тел, основанные на геометрических условиях инцидентности и параллельности.*

---

### Введение

Исторически в основе систем геометрического моделирования (CAD) лежали две ключевые концепции представления данных: дискретное множество точек (облако точек) и граничное представление [1]. В условиях ограниченных вычислительных ресурсов того времени доминирующее положение заняло граничное представление (*B-rep*). Именно с ним в дальнейшем было связано развитие инструментов твердотельного моделирования, что стимулировало появление такого направления, как конструктивная твердотельная геометрия (CSG). Однако с развитием технологий вычислительные мощности современных систем достигли уровня, позволяющего эффективно оперировать значительными массивами точек, полученных, в частности, методами лазерного сканирования [2, 3]. Параллельно в инженерной практике растет популярность воксельных моделей [4, 5], также относящихся к дискретным представлениям. Таким образом, дискретное геометрическое моделирование наравне с непрерывным превращается в полноценный инструмент проектирования.

Каждое из этих направлений обладает своими сильными и слабыми сторонами. Так, одной из классических вычислительных проблем является оценка



границ – процедура преобразования деревьев *CSG* в *B-rep*-модели с явно заданными гранями, ребрами и вершинами для последующей визуализации и производства [6]. Подобные проблемы и ограниченность существующего инструментария стимулировали непрерывный поиск новых способов представления твердотельных моделей. Одним из таких подходов стала параметризация моделей в виде упорядоченного множества точек, основанная на аппарате точечного исчисления [7]. Теоретически данные модели родственны параметрическим твердотельным моделям (*parametric solid*), известным также как *hyperpatch* [8]. Их принципиальная особенность заключается в том, что твердотельная модель определяется как выделенная область пространства, заполненная точками. Иными словами, некая текущая точка, перемещаясь в пространстве, своим движением заполняет это пространство и тем самым формирует геометрический объем. Поскольку способ организации такого движения может варьироваться, сохраняется вариативность параметризации геометрических моделей.

Аналитическое описание моделей данного типа осуществляется с помощью математического аппарата «Точечное исчисление» [9]. Результатом описания служит точечное уравнение, включающее точки и функции от параметров. Здесь под точками понимаются координатные векторы. Таким образом, итоговое точечное уравнение содержит информацию не только о положении и внешней форме объекта, но и о внутренней структуре геометрического объекта. Такой подход обеспечивает простой переход как от непрерывных объектов, заданных точечными уравнениями, к дискретным представлениям, так и обратную операцию – векторизацию дискретных моделей, таких как облака точек или воксели.

Целью данной статьи является исследование способов моделирования линейных геометрических тел, представленных как выделенная часть трехмерного пространства.

#### **Моделирование линейных геометрических тел в точечном исчислении**

Под линейными геометрическими телами понимается класс геометрических моделей, форма которых описывается точечными уравнениями с линейными функциями от параметров (линейная параметризация). Рассмотрим несколько примеров конструктивного формообразования таких геометрических тел.

Пусть в пространстве  $R^3$  задано 8 независимых точек:  $A_1 - A_8$ , которые определяются своими координатами (рис. 1). В общем случае, каждые 4 из этих независимых точек не лежат в одной плоскости.

Показанная на рис. 1 геометрическая схема представляет собой линейную конструкцию из прямых, соединяющих исходные фиксированные точки  $A_i$  и текущие точки  $P_i, N_i, M$ . Точки  $P_i, N_i$  являются промежуточными. Они описывают движение по 4-м ребрам и двум граням тела. Конечным результатом для определения геометрического тела является текущая точка  $M$ , которая своим движением заполняет пространство, ограниченное точками  $A_i$ .

В работе [7] отмечалось, что для геометрических тел размерность пространства, в котором они определяются, соответствует количеству текущих параметров. Таким образом, для параметризации геометрического тела в пространстве  $R^3$  необходимо использовать 3 текущих параметра:  $u, v, w$ .

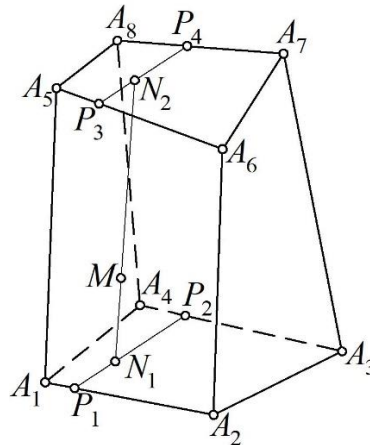


Рис. 1. Геометрическая схема определения линейного геометрического тела по 8 независимым точкам

Определим с помощью единого параметра  $u$  текущие точки на ребрах геометрического тела. Это необходимо, чтобы обеспечить согласованное движение текущих точек  $P_i$  по соответствующим ребрам. Пусть

$$u = \frac{A_1P_1}{A_1A_2} = \frac{A_4P_2}{A_4A_3} = \frac{A_5P_3}{A_5A_6} = \frac{A_8P_4}{A_8A_7}. \text{ Тогда, исходя из инвариантных свойств простого}$$

отношения трех точек прямой относительно параллельного проецирования, получим 4 точечных уравнения, которые определяют 4 соответствующих ребра геометрического тела:

$$\begin{aligned} P_1 &= A_1(1-u) + A_2u, \\ P_2 &= A_4(1-u) + A_3u, \\ P_3 &= A_5(1-u) + A_6u, \\ P_4 &= A_8(1-u) + A_7u. \end{aligned} \quad (1)$$

В данном случае, при значении параметра  $u = 0$ , получим начальные точки ребер линейного геометрического тела:  $A_1, A_4, A_5, A_8$ . При значении параметра  $u = 1$  – получим конечные точки:  $A_2, A_3, A_6, A_7$ . А все промежуточные значения параметра в пределах  $0 \leq u \leq 1$  будут обеспечивать движение текущих точек и соответственно построение 4-х отрезков – ребер геометрического тела в пространстве.

Аналогичным образом определим текущие точки  $N_i$  с помощью параметра

$$v = \frac{P_1N_1}{P_1P_2} = \frac{P_3N_2}{P_3P_4} :$$

$$\begin{aligned} N_1 &= P_1(1-v) + P_2v, \\ N_2 &= P_3(1-v) + P_4v, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $v \in [0,1]$  по аналогии с параметром  $u$ .

После замены точек  $P_i$  получим два однотипных двухпараметрических множества точек:



$$\begin{aligned} N_1 &= A_1(1-u)(1-v) + A_2u(1-v) + A_3uv + A_4(1-u)v. \\ N_2 &= A_5(1-u)(1-v) + A_6u(1-v) + A_7uv + A_8(1-u)v. \end{aligned} \quad (3)$$

В общем случае, когда соответствующие ребра геометрического тела скрещиваются, эти множества определяют два гиперболических параболоида. В случае, когда точки  $A_1 - A_4$  и  $A_5 - A_8$  принадлежат соответственно двум плоскостям, получим уравнения этих плоскостей.

Определим текущую точку  $M$  с помощью параметра  $w = \frac{N_1M}{N_1N_2}$ :

$$\begin{aligned} M &= N_1(1-w) + N_2w = \\ &= A_1(1-u)(1-v)(1-w) + A_2u(1-v)(1-w) + A_3uv(1-w) + A_4(1-u)v(1-w) + \\ &\quad + A_5(1-u)(1-v)w + A_6u(1-v)w + A_7uvw + A_8(1-u)vw, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $w \in [0, 1]$  по аналогии с параметрами  $u$  и  $v$ .

В результате получим точечное уравнение геометрического тела в виде трехпараметрического множества точек в  $R^3$ . Это геометрическое тело однозначно определяется положением в пространстве исходных 8 независимых точек.

Выполнив покоординатный расчет, можно перейти к системе однотипных параметрических уравнений:

$$\begin{cases} x_M = x_{A_1}(1-u)(1-v)(1-w) + x_{A_2}u(1-v)(1-w) + x_{A_3}uv(1-w) + \\ + x_{A_4}(1-u)v(1-w) + x_{A_5}(1-u)(1-v)w + x_{A_6}u(1-v)w + x_{A_7}uvw + x_{A_8}(1-u)vw \\ y_M = y_{A_1}(1-u)(1-v)(1-w) + y_{A_2}u(1-v)(1-w) + y_{A_3}uv(1-w) + \\ + y_{A_4}(1-u)v(1-w) + y_{A_5}(1-u)(1-v)w + y_{A_6}u(1-v)w + y_{A_7}uvw + y_{A_8}(1-u)vw \\ z_M = z_{A_1}(1-u)(1-v)(1-w) + z_{A_2}u(1-v)(1-w) + z_{A_3}uv(1-w) + \\ + z_{A_4}(1-u)v(1-w) + z_{A_5}(1-u)(1-v)w + z_{A_6}u(1-v)w + z_{A_7}uvw + z_{A_8}(1-u)vw \end{cases} \quad (5)$$

Если поочередно фиксировать предельные значения текущих параметров в уравнении, то получим уравнения всех 6 поверхностей, которые определяют границы линейного геометрического тела. Из этого можно заключить, что *B-rep* является частным случаем предложенного представления геометрических тел в виде множества точек. Именно этот подход, как один из возможных вариантов, реализуется для визуализации геометрических тел (рис. 2). Соответственно все инструменты, разработанные для граничного представления геометрических тел, могут применяться и для геометрических тел в виде множества точек. Но для этого необходимо перейти от общего вида к совокупности нескольких частных поверхностей, формирующих граничное представление, что в некоторой степени нивелирует новые возможности, которые открывает предложенный подход.

Среди всех геометрических объектов линейные являются наиболее простыми не только для аналитического описания, но и для применения в инженерной практике, поэтому исследование методов параметрического моделирования линейных геометрических тел, рассматриваемых как выделенные области трехмерного пространства, является важной научной задачей, имеющей ярко выраженное прикладное значение.

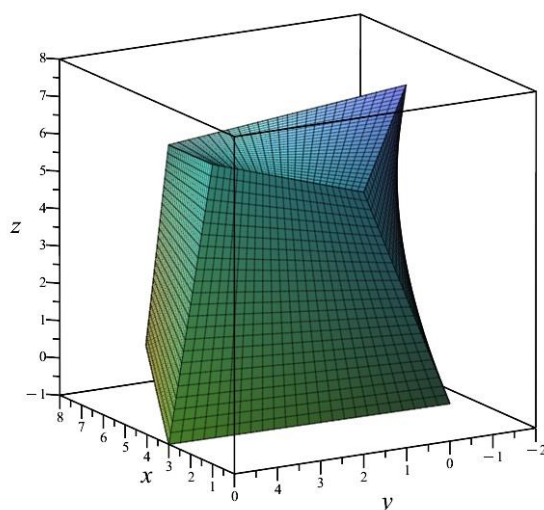


Рис. 2. Визуализация определения линейного геометрического тела по 8 независимым точкам

Следует отметить, что это не единственно возможная геометрическая схема для определения линейного геометрического тела по 8 независимым точкам. Аналогичным образом можно выбрать другие 4 ребра или другое направление движения точек, получив таким образом немного другое точечное уравнение. Но все эти уравнения будут описывать одно и то же геометрическое тело.

Также аналогичным образом могут быть параметризованы любые гранные геометрические тела, но, как видно из полученного уравнения, чем больше будет вершин, тем больше будет уравнение геометрического тела. Вместе с тем, многие геометрические тела могут быть параметризованы не только с помощью параметров, но и с помощью геометрических условий. Геометрические условия позволяют вычислительно определять координаты как фиксированных, так и текущих точек. Если применять геометрические условия к фиксированным точкам, то можно в значительной мере оптимизировать размер уравнения геометрического тела. Если же применять их для текущих точек, то каждое из геометрических условий, а также их совокупности будут определять способ формообразования геометрического тела. Рассмотрим эти особенности на примере моделирования геометрического тела 4-угольной призмы.

#### **Параметризация линейных геометрических тел с помощью геометрических условий**

Частным случаем определенного выше по 8 независимым точкам линейного геометрического тела является 4-угольная призма. При этом некоторые исходные точки должны стать зависимыми и вычисляться исходя из координат исходных точек. Исходя из геометрической схемы, представленной на рис. 1, для моделирования 4-угольной призмы исходными являются 4 точки нижнего основания призмы  $A_1 - A_4$ , а также одна из вершин верхнего основания, например,  $A_5$ . Тогда точки  $A_6 - A_8$  являются зависимыми и определяются следующими соотношениями исходя из точечной формулы параллельного переноса, которая обеспечивает геометрическое условие – параллельность ребер призмы:

$$\begin{aligned}A_6 &= A_2 + A_5 - A_1. \\A_7 &= A_3 + A_6 - A_2. \\A_8 &= A_4 + A_5 - A_1.\end{aligned}\tag{6}$$

Используя полученное ранее уравнение линейного геометрического тела по 8 независимым точкам, получим точечное уравнение тела 4-угольной призмы:

$$\begin{aligned}M &= A_1((1-u)(1-v)-w) + A_2u(1-v) + A_3uv + A_4(1-u)v + A_5w. \\&\Downarrow \\ \begin{cases} x_M = x_{A_1}((1-u)(1-v)-w) + x_{A_2}u(1-v) + x_{A_3}uv + x_{A_4}(1-u)v + x_{A_5}w \\ y_M = y_{A_1}((1-u)(1-v)-w) + y_{A_2}u(1-v) + y_{A_3}uv + y_{A_4}(1-u)v + y_{A_5}w. \\ z_M = z_{A_1}((1-u)(1-v)-w) + z_{A_2}u(1-v) + z_{A_3}uv + z_{A_4}(1-u)v + z_{A_5}w \end{cases} \end{aligned}\tag{7}$$

В данном случае вместо 8 точек для определения призмы достаточно 5 фиксированных точек, 4 из которых определяют ее нижнее основание. Эти 4 точки могут лежать в одной плоскости, и тогда основание у призмы будет плоским (рис. 3а). Но они могут и не лежать в одной плоскости. Тогда верхним и нижним основаниями призмы будет гиперболический параболоид (рис. 3б). Уравнение геометрического тела при этом не изменится. Необходимо только соответствующим образом выбрать координаты исходных точек.

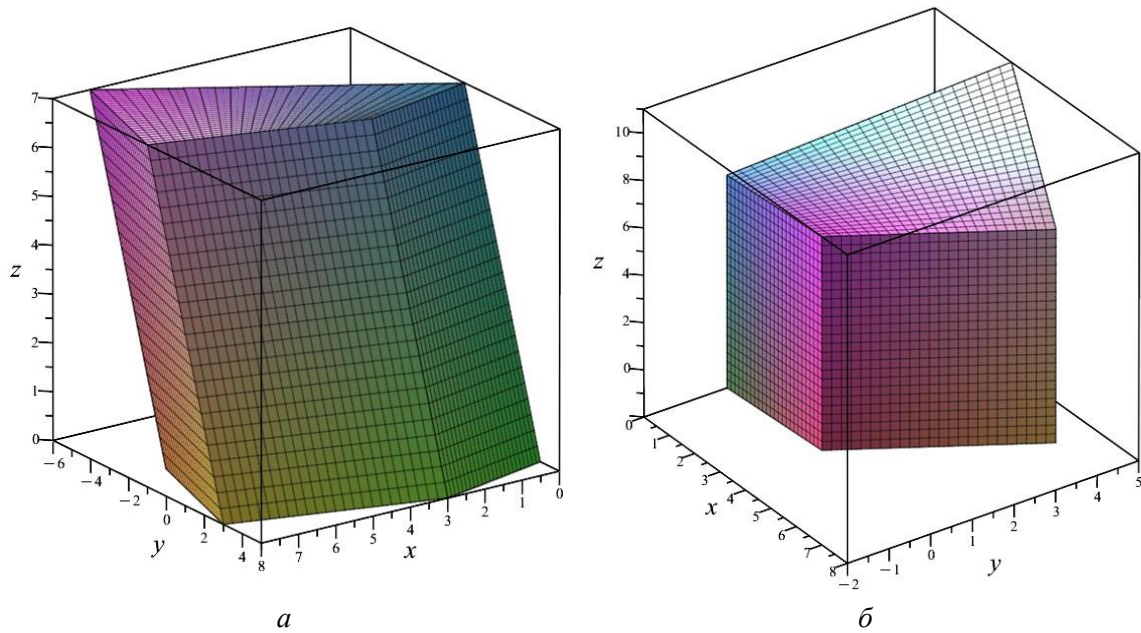


Рис. 3. Визуализация 4-угольной призмы: а – с плоским основанием; б – с основанием в виде гиперболического параболоида

Таким образом, на данном примере была реализована формообразующая операция выдавливания 4-х угольного основания призмы. Аналогично посредством параллельного переноса реализуется операция выдавливания для основания любой геометрической формы. При этом точечная формула параллельного переноса, представленная с помощью координатных векторов, является достаточно простым и универсальным инструментом, который может



применяться и для решения других задач геометрического моделирования. Также она может применяться в качестве геометрического условия для определения фиксированных точек. Примером построения такой модели может служить геометрическое тело параллелепипеда, подробно изложенное в [10].

Другим геометрическим условием является инцидентность исходных точек. В качестве примера рассмотрим совпадение двух (рис. 4а), двух пар (рис. 4б) и четырех точек (рис. 4в). В последнем случае из точечного уравнения линейного геометрического тела по 8 независимым точкам при  $A_5 = A_6 = A_7 = A_8$  получим уравнение 4-угольной пирамиды:

$$M = A_1(1-u)(1-v)(1-w) + A_2u(1-v)(1-w) + A_3uv(1-w) + A_4(1-u)v(1-w) + A_5w. \quad (8)$$

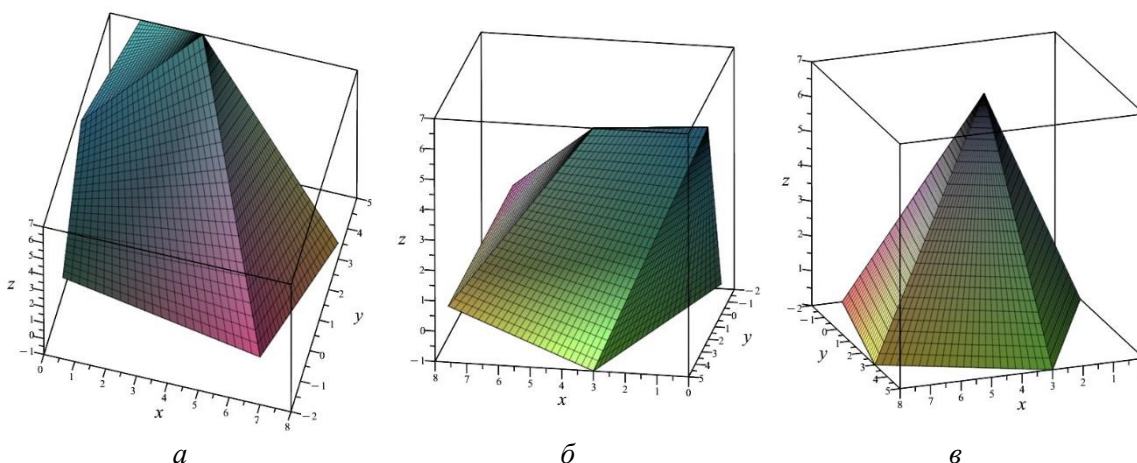


Рис. 4. Визуализация моделей геометрических тел:

а – при совпадении двух исходных точек  $A_7 = A_8$ ;

б – при совпадении двух пар исходных точек  $A_5 = A_6$  и  $A_7 = A_8$ ;

в – при совпадении четырех исходных точек  $A_5 = A_6 = A_7 = A_8$ .

Как видно из приведенных примеров, полученные точечные уравнения являются очень устойчивыми к исходным данным и для различных частных случаев их геометрия не искажается. Это свойство является крайне важным для разработки математического ядра систем геометрического моделирования и автоматизированного проектирования. Аналогичным образом можно применять геометрические условия для определения части точек линейного геометрического тела, показанного на рис. 1, и исходя из геометрической схемы, получать различные геометрические тела с разными геометрическими условиями.

### Заключение

Проведенное исследование демонстрирует эффективность аппарата точечного исчисления для параметрического моделирования линейных геометрических тел. В работе показано, что данный подход позволяет единым точечным уравнением описать не только внешнюю форму и положение тела в пространстве, но и его внутреннюю структуру, что является существенным преимуществом по сравнению с классическими граничными представлениями.



В результате исследований было получено общее точечное уравнение, однозначно определяющее линейное геометрическое тело по 8 независимым точкам пространства. Показано, что граничное представление (*B-rep*) является частным случаем предложенной модели, получаемым при фиксации предельных значений параметров. Это подтверждает универсальность и общность разработанного подхода.

Ключевым результатом является также демонстрация вариативности параметризации. На примере моделирования четырехугольной призмы и пирамиды было показано, что использование геометрических условий, таких как инцидентность точек и параллельность ребер, позволяет не только оптимизировать сложность уравнений, но и реализовывать формообразующие операции (например, выдавливание), получая широкий спектр тел из единой исходной схемы. Важным свойством полученных моделей является их устойчивость к изменениям исходных данных, что крайне ценно для разработки надежного математического ядра *CAD*-систем. Таким образом, представленный метод открывает путь к созданию гибких и мощных инструментов геометрического моделирования.

#### **Благодарности**

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 25-21-00003:  
<https://rscf.ru/project/25-21-00003/>.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Mäntylä, M. An Introduction to Solid Modeling / Martti Mäntylä. – Rockville, MD: Computer Science Press, 1988. – 401 p. – ISBN 0-88175-108-1.
2. Kulawiak, M. Comparison of 3D Point Cloud Completion Networks for High Altitude Lidar Scans of Buildings / M. Kulawiak // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 2024. – Volume 90, № 1. – P. 55–64. – DOI 10.14358/pers.23-00056r2.
3. Development of Georeferenced 3D Point Cloud in GPS Denied Environments Using Backpack Laser Scanning System / S. R. Un Nabi Jafri, Y. Rehman, S. M. Faraz [et al.] // Elektronika ir Elektrotechnika. – 2021. – Volume 27, № 6. – P. 25–34. – DOI 10.5755/j02.eie.29063.
4. Li, Ya. A Voxel Model-Based Process-Planning Method for Five-Axis Machining of Complicated Parts / Ya. Li, K. Tang, L. Zeng // Journal of Computing and Information Science in Engineering. – 2020. – Volume 20, № 4. – DOI 10.1115/1.4046589.
5. Local dynamic update methods for 3D geological body structure model and voxel model / Y. Tian, Sh. Xiao, R. Zhang [et al.] // Earth Science Informatics. – 2024. – Volume 17, № 1. – P. 841–851. – DOI 10.1007/s12145-023-01183-5.
6. Solid Modelling for Manufacturing: From Voelcker's Boundary Evaluation to Discrete Paradigms / C. Andújar, P. Brunet, A. Chica [et al.] // Computer-Aided Design. – 2022. – Volume 152. – P. 103370. – DOI 10.1016/j.cad.2022.103370.
7. Principles of solid modelling in point calculus / E.V. Konopatskiy, A.A. Bezdityni, M.V. Lagunova, A.V. Naidysh // Journal of Physics: Conference Series: 5, Omsk, 16–17 марта 2021 года. – Omsk, 2021. – P. 012063. – DOI 10.1088/1742-6596/1901/1/012063.
8. Mortenson, M. E. Geometric Modeling / M. E. Mortenson. – New York : John Wiley & Sons, 1985. – 763 p. – ISBN 0-471-88279-8.
9. Теоретические основы точечного исчисления как математического аппарата геометрического и компьютерного моделирования / И. Г. Балюба, А. В. Найдыш, Е. В. Конопацкий [и др.] // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2023. – Том 20, № 2 (224). – С. 3–15. – DOI 10.14489/vkit.2023.02.pp.003-015.



10. Konopatskiy, E. V. The concept of representation of geometric solids in building information modeling / E. V. Konopatskiy, M. V. Bezsolnov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2025. – Volume 21, № 1. – P. 28–38. – DOI 10.22337/2587-9618-2025-21-1-28-38.

**KONOPATSKY Evgeniy Viktorovich, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of engineering graphics and information modeling; BEZSOLNOV Maksim Vladimirovich, assistant of the chair of engineering graphics and information modeling; CHUCHMAR Nikita Dmitrievich, assistant of the chair of engineering graphics and information modeling**

## PARAMETRIC MODELING OF LINEAR GEOMETRIC BODIES IN POINT CALCULUS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603952, Russia.

Tel.: (831) 434-10-34; e-mail: e.v.konopatskiy@mail.ru

*Key words:* solid-state geometry, point calculus, parametric modeling, linear geometric solids, parameterization, geometric conditions.

---

*This article explores methods for parametric modeling of linear geometric solids, considered as distinct regions of three-dimensional space. This approach allows the shape, position, and internal structure of these spaces to be described with a single equation. Linear geometric solids are a class of geometric models whose shape is described by point equations with linear functions of parameters. "Point Calculus", which treats points as coordinate vectors, is used for the linear parameterization of these solids. As a result, a point equation for a linear geometric solid is determined from eight independent points in three-dimensional space. The article also explores parameterizations of these linear solids based on geometric conditions such as incidence and parallelism.*

---

## REFERENCES

1. Mäntylä M. An Introduction to Solid Modeling. Rockville, MD: Computer Science Press, 1988. 401 p. ISBN 0-88175-108-1.
2. Kulawiak M. Comparison of 3D Point Cloud Completion Networks for High Altitude Lidar Scans of Buildings. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 2024. Vol. 90, No. 1. P. 55-64. DOI 10.14358/pers.23-00056r2.
3. Un Nabi Jafri S. R., Rehman Y., Faraz S. M. [et al.] Development of Georeferenced 3D Point Cloud in GPS Denied Environments Using Backpack Laser Scanning System. Elektronika ir Elektrotechnika. 2021. Vol. 27, No. 6. P. 25–34. DOI 10.5755/j02.eie.29063.
4. Li Ya. Tang K., Zeng L. A Voxel Model-Based Process-Planning Method for Five-Axis Machining of Complicated Parts. Journal of Computing and Information Science in Engineering. 2020. Vol. 20, No. 4. DOI 10.1115/1.4046589.
5. Tian Y., Xiao Sh., Zhang R. [et al.] Local dynamic update methods for 3D geological body structure model and voxel model. Earth Science Informatics. 2024. Vol. 17, No. 1. P. 841–851. DOI 10.1007/s12145-023-01183-5.
6. Andújar C., Brunet P., Chica A. [et al.] Solid Modelling for Manufacturing: From Voelcker's Boundary Evaluation to Discrete Paradigms. Computer-Aided Design. 2022. Vol. 152. P. 103370. DOI 10.1016/j.cad.2022.103370.



7. Konopatskiy E. V., Bezdityni A. A., Lagunova M. V., Naidysh A. V. Principles of solid modelling in point calculus. Journal of Physics: Conference Series: 5, Omsk, 2021. P. 012063. DOI 10.1088/1742-6596/1901/1/012063.

8. Mortenson M. E. Geometric Modeling. New York: John Wiley & Sons, 1985. 763 p. ISBN 0-471-88279-8.

9. Balyuba I.G., Naidysh A.V., Konopatskiy E.V., Rotkov S.I., Bezdityni A.A. Teoreticheskie osnovy tochechnogo ischisleniya kak matematicheskogo apparata geometricheskogo i kompyuternogo modelirovaniya [Theoretical foundations of the point calculus as a mathematical apparatus for geometric and computer modeling]. Vestnik kompyuternykh i informatsionnykh tekhnologiy [Herald of Computer and Information Technologies]. 2023, Vol. 20, № 2 (224), P. 3–15. DOI 10.14489/vkit.2023.02.pp.003-015.

10. Konopatskiy E. V., Bezsolnov M. V. The concept of representation of geometric solids in building information modeling. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2025. Vol. 21 (1). № 1. P. 28–38. DOI 10.22337/2587-9618-2025-21-1-28-38.

**© Е. В. Конопацкий, М. В. Безсольников, Н. Д. Чучмар, 2025**

Получено: 29.09.2025 г.