

УДК 514.18

Т. П. МАЛЮТИНА, И. Е. ВОЛОЩУК, В. В. ЖЕВАНОВ

ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ЗАДАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ МЕТОДАМИ БН-ИСЧИСЛЕНИЯ

Аннотация. В работе рассматривается пример точечного задания поверхности вращения с плоской направляющей кривой в форме круговой синусоиды, расположенной в плоскости общего положения на основе метода точечного исчисления Балюбы-Найдыша (БН-исчисления) [1] – метода подвижного симплекса (МПС) [2] и его применение при построении поверхностей технических форм. Рассматривается также точечное уравнение круговой синусоиды, построенной по известному вычислительному алгоритму [3] методами БН-исчисления.

Ключевые слова: БН-исчисление, поверхность вращения, поверхность технической формы, метод подвижного симплекса, точечное уравнение круговой синусоиды.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современное строительство требует высокоэффективного и конкурентоспособного проектирования поверхностей технических форм различного назначения. Все это возможно реализовать только с помощью новых компьютерных технологий проектирования, современных методов расчета строительных конструкций. Вычислительные алгоритмы, основанные на методах БН-исчисления, являются универсальными способами для быстрого и эффективного проектирования поверхностей различных архитектурных и технических форм. Метод подвижного симплекса, как один из методов БН-исчисления, получил широкое применение при конструировании таких поверхностей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В точечном исчислении уже разработаны точечные уравнения кривых второго порядка в различной параметризации [4, 5], алгебраические уравнения которых известны из аналитической математики [6]. Получены алгоритмы точечного задания поверхности эллиптического цилиндра с эвольвентной осью [7], поверхностей оболочек на различных планах [8], поверхностей разнообразных пространственных форм методом подвижного симплекса [2].

ЦЕЛИ

Рассмотреть инструменты, основанные на точечном БН-исчислении, применяемые для точечного задания криволинейной поверхности технической формы с использованием метода подвижного симплекса. Привести точечные уравнения задания окружности, на основании графического алгоритма ее построения, методами БН-исчисления, рассмотреть алгоритм построения круговой синусоиды, осью которой является окружность, задание поверхности вращения с помощью МПС [2].

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Пусть заданы три точки A, B, C , образующие произвольно заданный симплекс двумерного пространства ABC [1]. Представим в плоскости ABC синусоиду, осью которой является окружность. Используя полярную параметризацию плоскости, зададим точечное уравнение окружности в симплексе точек ABC при $|CA| = b$ – радиус осевой окружности; $|AP| = \rho$ – радиус образующей окружности; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ – параметр; $|AQ| = |PT|$ (рис. 1).

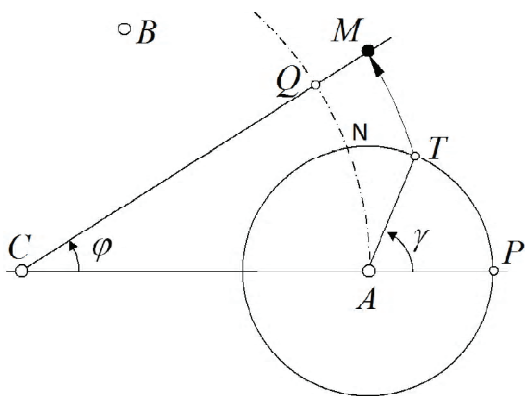


Рисунок 1 – Задание синусоиды с осью в виде окружности.

Точечное уравнение окружности имеет вид [1]:

$$M = (P - A)\cos \gamma + (N - A)\sin \gamma + A, \quad (1)$$

где $0 \leq \gamma \leq 2\pi$.

Рассмотрим вычислительный алгоритм построения круговой синусоиды, осью которой является окружность:

1. A, B, C, k .

$$2. \quad a = |BC| = \sqrt{\sum_{BB}^C} = \sqrt{\sum (B - C)^2} = \sqrt{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2 + (z_B - z_C)^2}.$$

$$3. \quad b = |AC| = \sqrt{\sum_{AA}^C} = \sqrt{\sum (A - C)^2} = \sqrt{(x_A - x_C)^2 + (y_A - y_C)^2 + (z_A - z_C)^2}.$$

$$4. \quad \sum_{AB}^C = \sum (A - C)(B - C) = (x_A - x_C)(x_B - x_C) + (y_A - y_C)(y_B - y_C) + (z_A - z_C)(z_B - z_C).$$

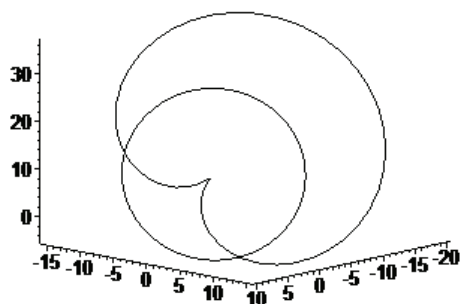
$$5. \quad \cos \gamma = \frac{\sum_{AB}^C}{\sqrt{\sum_{AA}^C} \sqrt{\sum_{BB}^C}}.$$

$$6. \quad 2k\pi\rho = 2\pi b \rightarrow \rho = \frac{b}{k}.$$

$$7. \quad M = (A - C) \frac{\sin(\gamma - \varphi) \sqrt{1 + k^2 + 2k \cos k\varphi}}{k \sin \gamma} + (B - C) \frac{b \sin \varphi \sqrt{1 + k^2 + 2k \cos k\varphi}}{ak \sin \gamma} + C, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi.$$

Примеры компьютерной визуализации синусоиды приведены на рисунке 2.

При $k = 1$:



При $k = 5$:

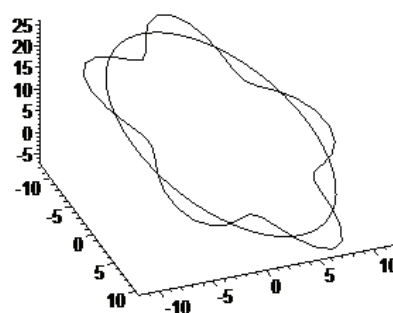


Рисунок 2 – Примеры компьютерной визуализации синусоиды в Maple.

Рассмотрим аналитическое описание поверхности вращения с образующей в виде прямой, направляющей кривой в виде круговой синусоиды на основе МПС.

Точечное уравнение прямой линии, определяющей поверхность, имеет вид:

$$M = (M_1 - M_2)t + M_2, \quad (2)$$

где $0 \leq t \leq 1$; M_1, M_2 – точечные уравнения двух синусоид.

Приведем примеры компьютерной визуализации криволинейной поверхности технической формы на основе метода подвижного симплекса (МПС) с образующей в виде прямой линии и направляющей в виде синусоиды на рисунке 3.

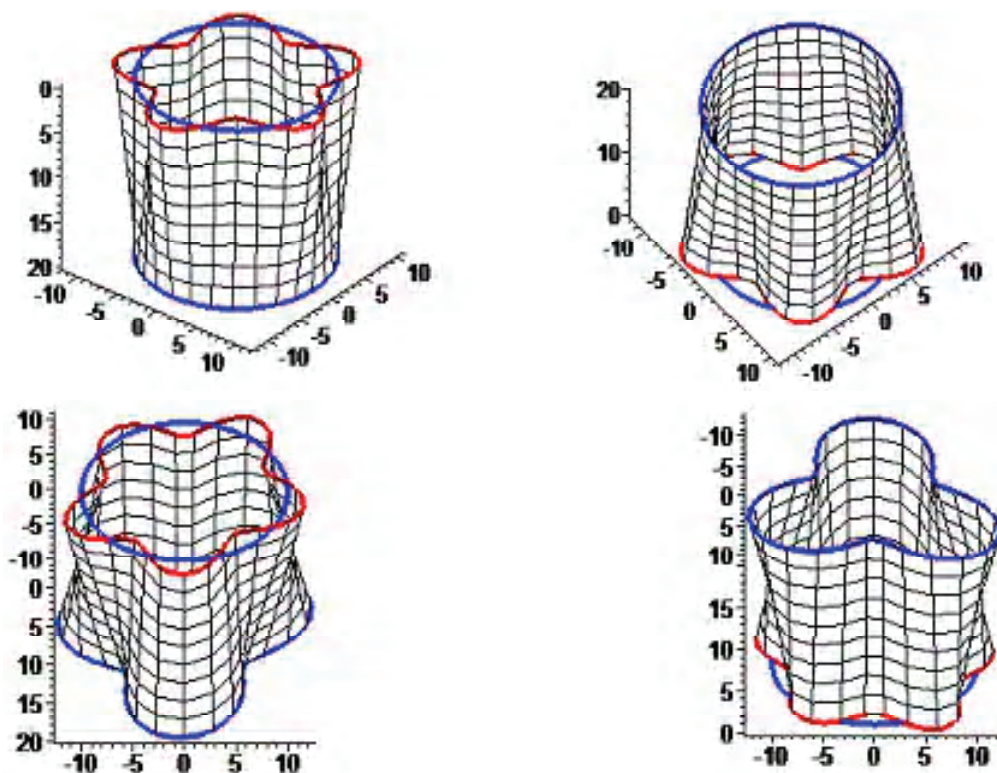


Рисунок 3 – Примеры компьютерной визуализации поверхности оболочки в Maple.

ВЫВОДЫ

Рассмотрен вычислительный алгоритм точечного задания синусоиды, расположенной в плоскости общего положения, и на его основе получен алгоритм построения поверхности вращения на основе метода подвижного симплекса. Представлены примеры компьютерной визуализации поверхности вращения для последующего задания поверхности технической формы – оболочки с образующей в виде прямой линии и направляющей в виде синусоиды. Особым достоинством инструментов, основанных на методах БН-исчисления, является тот факт, что геометрическая модель, созданная с их помощью, не является статичной. При внесении изменений в геометрию обеспечивается одновременное автоматизированное обновление всех взаимосвязанных параметров. Для выполнения таких операций используются графические алгоритмы построения геометрических форм, как показано на примере получения точечного уравнения прямой линии, окружности, круговой синусоиды, вычислительного алгоритма построения поверхности вращения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ба люба, И. Г. Точечное исчисление [Текст] : учебное пособие / И. Г. Балюба, В. М. Найдыш. – Мелитополь : МГПУ им. Б. Хмельницкого, 2015. – 234 с.
2. Давыденко, И. П. Конструирование поверхностей пространственных форм методом подвижного симплекса [Текст] : диссертация кандидата технических наук : 05.01.01 / Давыденко Иван Петрович. – Макеевка : ДонНАСА, 2012. – 164 с.
3. Конопацький, Є. В. Конструювання системи спеціальних плоских кривих типу «синусоїда» методом узагальнених тригонометричних функцій [Текст] / Є. В. Конопацький // Сборник научных трудов SWorld. – Вып. 3, том 12. – Иваново : МАРКОВА АД, 2013. – ЦИТ: 313-0698. – С. 76–80.
4. Давиденко, І. П. Точкове завдання кривих другого порядку у різноманітній параметризації [Текст] / І. П. Давиденко // Прикладна геометрія та інженерна графіка : праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2006. – Вип. 4. – Т. 31. – С. 128–132.
5. Конопацький, Є. В. Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша [Текст] : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.01.01 / Конопацький Євген Вікторович. – Макіївка : ДонНАБА, 2012. – 163 с.
6. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Текст] : учебник / Д. В. Беклемишев ; 10-е изд., испр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 304 с.

7. Малютина, Т. П. Построение эллиптического цилиндра с эвольвентной осью методом подвижного симплекса [Электронный ресурс] / Т. П. Малютина, И. П. Давыденко, Ж. В. Старченко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – Вып. 2017-3(125) Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. – С. 62–66. – Режим доступа : [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-3\(125\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-3(125).pdf).
8. Давиденко, И. П. Точкове завдання поверхонь оболонок на різноманітних планах [Текст] / І. П. Давиденко // Сучасні проблеми геометричного моделювання : зб. матеріалів Міжнародної українсько-російської науково-практичної конференції (2005 р., Харків). – Харків : Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2005. – С. 107–113.

Получена 06.05.2020

Т. П. МАЛЮТИНА, І. Є. ВОЛОЩУК, В. В. ЖЕВАНОВ
ЗАВДАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ ПОВЕРХНІ
ОБЕРТАННЯ МЕТОДАМИ БН-ОБЧИСЛЕННЯ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У роботі розглядається приклад точкового завдання поверхні обертання з плоскою направляючою кривою у формі кругової синусоїди, розташованої у площині загального положення, на основі методу точкового числення Балууба-Найдиш (БН-обчислення) – методу рухомого симплекса (МПС) і його застосування при побудові поверхонь технічних форм. Розглядається також точкове рівняння кругової синусоїди, побудованої за відомим обчислювальним алгоритмом методами БН-обчислення.

Ключові слова: БН-числення, поверхня обертання, поверхня технічної форми, метод рухомого симплекса, точкове рівняння кругової синусоїди.

TATYANA MALYUTINA, ILYA VOLOSHCHUK, VASILY ZHEVANOV
THE COMPUTATIONAL ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A SURFACE OF
REVOLUTION BY THE METHODS OF BN-CALCULUS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The paper considers an example of a point wise definition of a surface of revolution with a flat guide curve in the form of a circular sinusoid located in the general position plane, based on the Balyuba-Naidysh point calculus (BN-calculus) – the method of moving simplex (MPS) and its application in constructing technical surfaces forms. We also consider the point equation of a circular sinusoid constructed according to the well-known computational algorithm using BN calculus methods.

Key words: BN calculus, surface of revolution, surface of technical form, mobile simplex method, point equation of a circular sinusoid.

Малютина Татьяна Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры специализированных информационных технологий и систем ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие альтернативного геометрического аппарата рационального описания контуров геометрических тел, создание расчетных моделей различных технических форм в процессе их проектирования на основе различных методов математического аппарата БН-исчисления.

Волощук Илья Евгеньевич – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение и освоение механизма работы математического аппарата точечного БН-исчисления, решение задач исследования плоских и объемных пространственных образований при создании их расчетных алгоритмов, приспособленных для дальнейшего использования компьютерных программ.

Жеванов Василий Вячеславович – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение и освоение механизма работы математического аппарата точечного БН-исчисления, решение задач исследования плоских и объемных пространственных образований при создании их расчетных алгоритмов, приспособленных для дальнейшего использования компьютерных программ.

Малюгіна Тетяна Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціалізованих інформаційних технологій і систем ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток альтернативного геометричного апарату раціонального опису контурів геометричних тіл, створення розрахункових моделей різних технічних форм у процесі їх проектування на основі різних методів математичного апарату БН-обчислення.

Волощук Ілля Євгенович – студент ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення і освоєння механізму роботи математичного апарату точкового БН-обчислення, рішення задач дослідження плоских і об'ємних просторових утворень при створенні їх розрахункових алгоритмів, пристосованих для подальшого використання комп'ютерних програм.

Жеванов Василь В'ячеславович – студент ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення і освоєння механізму роботи математичного апарату точкового БН-обчислення, рішення задач дослідження плоских і об'ємних просторових утворень при створенні їх розрахункових алгоритмів, пристосованих для подальшого використання комп'ютерних програм.

Malyutina Tatyana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Specialized Information Technology and Systems Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of an alternative geometric apparatus for the rational description of the contours of geometric bodies, creation of computational models of various technical forms in the process of their design based on various methods of the mathematical apparatus of BN-calculus.

Voloshchuk Ilya – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studying and mastering the mechanism of the mathematical apparatus of point BN-calculus, solving the problems of studying flat and volumetric spatial formations when creating their calculation algorithms adapted for the further use of computer programs.

Zhevanov Vasily – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studying and mastering the mechanism of the mathematical apparatus of point BN-calculus, solving the problems of studying flat and volumetric spatial formations when creating their calculation algorithms adapted for the further use of computer programs.