

УДК 514.18

*Е.А. Гавриленко, E.A. Gavrilenko, e-mail: eagavrilenko@mail.ru*

*Ю.А. Дмитриев, Yu.A. Dmitriev, e-mail: dmi51@bk.ru*

Таврический государственный агротехнологический университет, г. Мелитополь, Украина  
Taurian State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

## **ДИСКРЕТНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОДНОМЕРНЫХ ОБВОДОВ ПО ЗАДАНЫМ УСЛОВИЯМ**

### **DISCRETE GEOMETRICAL MODELING OF SPATIALLY ONE-DIMENSIONAL CONTOURS ON SPECIFIED CONDITIONS**

Рассматривается задача формирования пространственных одномерных обводов с закономерным изменением кривизны и кручения. Методика основана на формировании кривой по отдельным монотонным участкам, с последующей их стыковкой.

The task of forming of spatially one-dimensional contours with regular changes of curvature and torsion is considered in this work. The method is based on the formation of a separate monotonous curves and their subsequent docking.

Ключевые слова: *дискретно представленная кривая; закономерное изменение дифференциально-геометрических характеристик; кривизна; кручение.*

Keywords: *discretely represented curve; regular change of differential geometric characteristics; curvature; torsion.*

Модель поверхности сложной формы, как правило, формируется на основе каркаса, элементами которого являются плоские и пространственные кривые линии. Задача обеспечения заданных функциональных свойств таких поверхностей требует разработки методов формирования линейных элементов модели в виде одномерных обводов с заданными дифференциально-геометрическими характеристиками. Для пространственных линий этими характеристиками являются порядок фиксации и порядок гладкости обвода, динамика изменения значений кривизны и кручения вдоль кривой.

Дискретное геометрическое моделирование предполагает задание поверхности исходным точечным массивом, а линейных элементов модели – точечным рядом. Кривую линию, представленную упорядоченным множеством принадлежащих ей точек, будем называть дискретно представленной кривой или ДПК. Кроме исходного точечного ряда в определитель ДПК входят её дифференциально-геометрические характеристики. Эти характеристики обеспечиваются в процессе моделирования. ДПК формируется методом дискретной интерполяции или сгущения, предполагающего определение положения промежуточных точек для исходного точечного ряда [2]. При этом полагаем, что исходные точки заданы без погрешности и в процессе моделирования не изменяют своего положения. Дискретное представление означает, что и сама кривая и её характеристики не определены однозначно на всех этапах моделирования.

Задачей разрабатываемого нами направления вариативного дискретного геометрического моделирования (ВДГМ) является формирование ДПК с обеспечением заданных геометрических свойств [1]. В процессе моделирования дифференциально-геометрические характеристики кривой будем оценивать с помощью их дискретных аналогов, которые будем называть дискретными характеристиками.

Хорду сопровождающей ломаной линии (СЛЛ) будем рассматривать как приближенное положение касательной прямой. Дискретная характеристика, соответствующая соприка-

сающейся плоскости – плоскость, проходящая через три последовательные точки ДПК. Такую плоскость будем называть прилегающей. Радиус кривизны в точке ДПК будем оценивать радиусом прилегающей окружности, определяемой этой точкой и ближайшими предыдущей и последующей точками ряда. В качестве дискретного кручения будем использовать величину отношения угла между смежными прилегающими плоскостями к длине соответствующей хорды СЛЛ.

Необходимым условием формирования дифференциально-геометрических характеристик обвода являются закономерное изменение значений дискретных характеристик и существование предела, к которому в процессе последовательных сгущений стремятся их значения. Такой характер изменения значений дискретных характеристик обеспечивает алгоритм сгущения. Таким образом, дискретная геометрическая модель кривой состоит из точечного ряда, дискретных характеристик и алгоритма сгущения.

Алгоритмы сгущения точечного ряда разрабатываются исходя из свойств моделируемой кривой, определяемых условиями задачи. Основными характеристиками обводов, формируемых нашими методами, являются второй порядок гладкости и закономерное изменение значений кривизны и кручения.

Под ДПК второго порядка гладкости будем понимать кривую линию, представленную точечным рядом, алгоритм сгущения которого обеспечивает выполнение следующих условий.

1. В процессе последовательных сгущений угол между хордами СЛЛ, ограниченными  $i$ -й точкой ДПК и ближайшими предыдущей и последующей точками стремится к нулю.

2. Прилегающие плоскости, одна из которых определяется точкой  $i$  и двумя ближайшими предыдущими точками ряда, а другая – точкой  $i$  и двумя ближайшими последующими точками ряда, в процессе последовательных сгущений стремятся занять положение  $i$ -й прилегающей плоскости, определяемой точкой  $i$ , ближайшей предыдущей и последующей точками.

3. Величина отношения угла между  $i$ -й и предыдущей прилегающими плоскостями к длине хорды СЛЛ, расположенной на прямой пересечения указанных плоскостей, стремится к значению аналогичного соотношения, определяемого  $i$ -й и последующей прилегающими плоскостями.

4. Радиусы трёх окружностей, проходящих через точку  $i$  и две ближайшие предыдущие, последующие, предыдущую и последующую точки ряда стремятся к одному значению.

В результате последовательных сгущений, в пределе, получим непрерывное однопараметрическое множество точек, в каждой точке которого выполнение условий 1 и 2 обеспечивает единственное положение основного трёхгранника, а выполнение условий 3 и 4 обеспечивает единственное значение кручения и кривизны.

Под закономерным изменением значений кривизны и кручения будем подразумевать, что обвод содержит минимальное по условиям задачи количество особых точек: точек уплощения, спрямления, точек смены возрастания-убывания значений кривизны и кручения.

Создаваемые в рамках разрабатываемого направления методы, объединяют общие особенности.

1. Исходный точечный ряд разбивается на участки, на основе которых может быть сформирован обвод с монотонным возрастанием или убыванием значений кривизны и кручения. Критерием разбиения является монотонное изменение значений соответствующих дискретных характеристик.

2. Определяется область возможного по условиям задачи расположения ДПК и диапазоны возможных значений дифференциально-геометрических характеристик. Диапазоны характеристик ДПК ограничены значениями дискретных характеристик точечного ряда в рассматриваемой точке.

3. Положение точек сгущения назначается внутри области их возможного расположения, определённой исходя из принятой динамики изменения вдоль ДПК её дифференциально-геометрических характеристик. Полученные точки сгущения рассматриваются как исход-

ные, для следующих шагов сгущения. Определение области возможного расположения ДПК позволяет оценить максимальное отклонение от искомого решения каждого звена СЛЛ как для исходного, так и для сгущенного точечного ряда. Результатом моделирования будем считать СЛЛ, для которой максимальное отклонение не превышает заданной точности формирования ДПК.

4. Параметрами формообразования моделируемого обвода являются фиксированные характеристики, назначаемые в исходных точках и точках сгущения, и принятая динамика их изменения вдоль ДПК.

Дальнейшее развитие методов ВДГМ направлено на повышение их универсальности и возможностей адаптации под требования конкретных прикладных задач. Такая задача может быть решена наращиванием условий, накладываемых на конструируемый обвод за счёт увеличения числа параметров формообразования.

Основной сферой использования методов является моделирование поверхностей с повышенными динамическими качествами, ограничивающих изделия, функциональное назначение которых – взаимодействие со средой. Наибольший эффект может быть получен при решении задач, требующих достижения компромисса между функциональными качествами поверхности и дополнительными требованиями компоновки, эстетики, комфортабельности.

Практическое внедрение методов предполагает разработку на их основе программных модулей, совместимых с существующими САД-пакетами, такими как КОМПАС, Solid Works, AutoCAD.

#### Библиографический список

1. Гавриленко, Е. А. Вариативное дискретное геометрическое моделирование одномерных обводов на основе пространственных угловых параметров / Е.А. Гавриленко, А.В. Найдыш // Технические науки – от теории к практике : материалы XVI международной заочной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2013. – Вып. 9(22). – С. 13–18.

2. Найдыш, В. М. Дискретная интерполяция : учеб. пособие / В. М. Найдыш. – Мелитополь : Люкс, 2008. – 250 с.

УДК 621.592

*Р.Д. Долбяков, R.D. Dolbyakov, e-mail: drom31@mail.ru*

*Н.С. Венрев, N.S. Veprev, e-mail: rasta-55@mail.ru*

*О.В. Батенькина, O.V. Batenkina*

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Omsk State Technical University, Omsk, Russia

#### **ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА «СТО ОМГТУ»**

#### **STAGES OF DEVELOPMENT OF THE USER INTERFACE OF VIRTUAL TRAINING STATION «STO OMSTU»**

В данной статье представлены этапы проектирования пользовательского интерфейса виртуального тренажера «СТО ОмГТУ»

This article presents the stages of designing the user interface of the virtual trainer «Service station Omsk state University»