

## МЕТРИКА ХАУСДОРФА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛНОСТЬЮ ГЛАДКОГО СОПРЯЖЕНИЯ БЕЗЬЕ КРИВЫХ

*Симакин Дмитрий Александрович*

*Студент*

*Филиал МГУ имени М. В. Ломоносова в г. Сарове, Саров, Россия*

*E-mail: i@dasimakin.ru*

*Научный руководитель — Маврин Сергей Валентинович*

В настоящее время геометрическое моделирование и компьютерная графика являются ключевой частью современных САПР, применяемых в CAD- и CAE-системах машиностроения. Основным геометрическим объектом в этих системах является NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) произвольной степени [4] и как частный случай NURBS – кривые Безье.

Актуальность темы обусловлена необходимостью дальнейшего развития CAD «Сарус» [1], геометрическое ядро которой широко использует NURBS и кривые Безье.

Целью настоящей работы является изучение качества сопряжения двух кривых Безье, имеющих нарушение непрерывности в точке сопряжения (как самой функции, так и производных высших порядков). Для количественного определения качества сопряжения от порядка непрерывности применяется метрика Хаусдорфа.

Для достижения этой цели решаются задачи:

1. Рассмотрен алгоритм гладкой аппроксимации кривых Безье.
2. Предложена метрика для анализа отклонения исходных и аппроксимирующих кривых.
3. Разработаны подходы для последующей имплементации алгоритмов в CAD «Сарус».

Предмет исследования - кривые Безье, алгоритмы оптимизации с ограничениями, метрика Хаусдорфа, кривые Безье.

Методы исследования – метод множителей Лагранжа, метод Ньютона, методы решения СЛАУ.

Настоящая работа является дальнейшим развитием работ [2,3].

Работа включает в себя:

Введение, где показана актуальность и выполнен краткий обзор литературы. В разделе 2 приведена постановка задачи полностью гладкого сопряжения (оптимизационная задача при ограничениях в

виде равенств). В разделе 3 вводится метрика Хаусдорфа и предлагается модификация метода Ньютона для расчета метрики. В разделе 4 приводится постановка задачи полностью гладкого сопряжения методом множителей Лагранжа и преобразование этого метода к системе линейных уравнений. В разделе 5 приводятся примеры сопряжений и расчета метрик. В заключении формулируются задачи необходимые для имплементации алгоритмов в САД «Сарус».

Автор выражает благодарность научному руководителю к.ф.-м.н. Маврину С.В.

### Литература

1. Отечественная система полного жизненного цикла «Сарус» обеспечит импортонезависимость и безопасность // САПР и графика, № 12, 2023, С. 68–71.
2. Ганчук С. Н., Кривошеев О. В., Маврин С. В., Рыжов С. А. Аппроксимация сопряжения кривых Безье с сохранением порядка гладкости и дополнительными ограничениями // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Т. 21, № 1. С 52–62.
3. Рыжов С. А., Маврин С. В., Кривошеев О. В. Разработка и сравнительный анализ алгоритмов аппроксимации кривых // Сборник трудов 21-й научно-технической конференции «Молодежь в науке», г. Саров, 24-26 октября 2023.
4. Ушаков Д. NURBS и САПР: 30 лет вместе // Интернет-ресурс: <http://isicad.ru/ru/articles.php>