

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ТАВРІЙСЬКИЙ  
ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**



**МАТЕРІАЛИ  
II ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
“ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ”  
ЗА ПІДСУМКАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2021 РОКУ**



**Мелітополь 2021**

Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали ІІ Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції / ТДАТУ: ред. кол. С. В. Кюрчев, О.В. Пеншов [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 128 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції за підсумками наукових досліджень 2021 року.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев С.В. - д.т.н., проф. кафедри "ТКМ"; Пеншов О.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри "ТКМ"; Посвятенко Е.К. – д.т.н., проф., кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" НТУ; Харченко Б. Г., к.т.н, Дніпровський державний аграрно-економічний університет; Дмитревський Д. В., к.т.н. державний біотехнологічний університет; Лодяков С. І. к.т.н. Національний технічний університет; Червоний В.М., к.т.н. Зарківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Гузенко Д.В. к.т.н. Державний біотехнологічний університет; Сушко О.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Черкун В.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Колодій О.С. – к.т.н., ст. викл. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Бакарджієв Р.О.– к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18

© Автори тез, включені до збірника, 2021  
© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Холодняк Ю.В., к.т.н.,

Гавриленко Е.А., д.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного*

**Постановка проблемы.** Геометрическое моделирование дискретно представленной поверхности (ДПП) может осуществляться путем организации, на основе исходного множества точек, каркаса, состоящего из дискретно представленных кривых (ДПК). Далее поверхность моделируется путем формирования одномерных обводов, образующих ее каркас. При этом на формируемые одномерные обводы могут накладываться различные дополнительные условия. Такими условиями могут быть отсутствие осцилляций, фиксированные характеристики и порядок гладкости формируемых обводов, другие требования. В случае моделирования динамической поверхности важным требованием является монотонный характер изменения значений кривизны вдоль линий каркаса [1].

В работах [2-4] проведен анализ существующих методов дискретного геометрического моделирования и определены пути их дальнейшего развития. Предложены основные подходы к решению задачи формирования ДПП. Среди последних отметим моделирование ДПП как однопараметрического множества кривых линий, на основе методов одномерной интерполяции.

В работах [5-6] предложен метод дискретного геометрического моделирования плоских обводов второго порядка гладкости с монотонным изменением кривизны. Метод позволяет определить всю область возможного решения и с учетом дополнительных условий выбрать оптимальное решение.

Целью данной работы является разработка технологии проектирования компьютерных моделей поверхностей, заданных массивом точек.

**Основные материалы исследования.** Разработанная технология формирования компьютерной модели поверхности включает следующие этапы.

1. Из исходного массива точек выделяются точечные ряды,

представляющие плоские или пространственные кривые линии – линейные элементы каркаса поверхности. Полученные ДПК разбиваются на участки, на основе которых возможно сформировать монотонные кривые.

2. С помощью программного обеспечения, разработанного в системе компьютерной алгебры Maple, на основе исходных ДПК формируются точечные ряды, состоящие из сколь угодно большого числа узлов, которые возможно интерполировать кривыми с заданными свойствами.

3. В системе трехмерного параметрического моделирования SolidWorks на основе полученных ДПК формируются обводы, состоящие из участков непрерывных кривых с заданными характеристиками. Обводы используются в качестве линейных элементов каркаса поверхности.

Практическое применение разработанной технологии показано на примере проектирования поверхностей межлопаточного канала рабочего колеса турбокомпрессора [7].

Межлопаточный канал рабочего колеса турбокомпрессора ограничен поверхностями ступицы, крышки и соседних лопаток.

Исходными данными для моделирования рабочей поверхности лопатки является упорядоченный массив точек, принадлежащих семейству горизонтальных плоскостей. На основе исходного точечного массива формируется семейство плоских ДПК (рис. 1). В результате сгущений исходных ДПК получены точечные ряды, определяющие кривые с монотонным изменением радиусов кривизны. Максимальная абсолютная погрешность формирования монотонных кривых составляет  $10^{-4}$ .

Направляющие линии каркаса сформированы на основе точечных рядов, расположенных на ступице и кромке лопатки. На основе исходного точечного ряда сформированы пространственные ДПК правого хода, вдоль которых радиусы соприкасающихся сфер и окружностей монотонно возрастают.

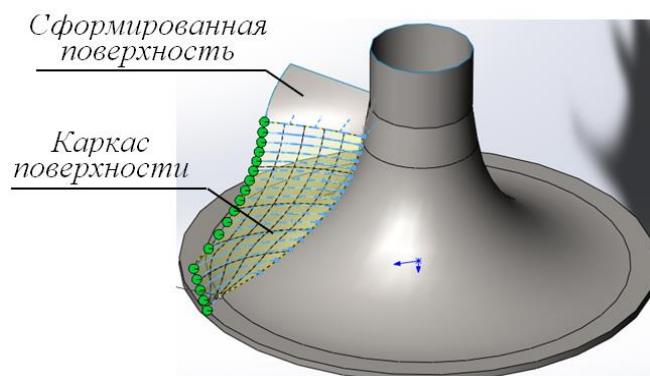


Рис. 1. Формирование каркаса поверхности лопатки

Полученные ДПК интерполированы В-сплайном в пакете трехмерного параметрического моделирования SolidWorks. После этого с помощью стандартных функций сформирована модель рабочей поверхности лопатки. На основе полученной модели с помощью функций САМ-пакетов создается управляющая программа для станков с ЧПУ.

**Результаты и выводы.** В результате проведенных исследований разработана технология проектирования сложных поверхностей технических изделий. Технология включает в себя создание геометрических моделей поверхностей и управляющих программ для их обработки на станках с ЧПУ.

Из исходного массива точек выделяются подмножества – точечные ряды, на основе которых формируются линейные элементы каркаса поверхности. Компьютерная модель поверхности создается на основе дискретного линейчатого каркаса, представленного семействами образующих и направляющих кривых линий. Управляющая программа создается в автоматизированном режиме с использованием САМ-пакетов на основе трехмерной компьютерной модели, сформированной в пакете трехмерного моделирования SolidWorks.

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

## Список литературы.

1. Havrylenko Y., Cortez J.I., Kholodniak Y., Aliksieieva H., Garcia G.T. Modelling of surfaces of engineering products on the basis of array of points. Tehnicki Vjesnik. 2020. Vol. 27(6). P. 2034–2043. [DOI: 10.17559/tv-20190720081227](https://doi.org/10.17559/tv-20190720081227)
2. Гавриленко Е.А., Найдыш А.В., Холодняк Ю.В., Лебедев В.А. Моделирование точеного ряда, принадлежащего пространственной монотонной кривой. Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвід. наук.-техн. збірник. К.: КНУБА, 2020. Вип. 96. С.23-28.
3. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Назначение характеристик в точках обвода с монотонным изменением кривизны. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вип.16. С. 91-97.
4. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Найдыш А.В., Лебедев В.А. Создание САД-моделей поверхностей с использованием специализированного программного обеспечения. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: ХНТУ, 2020. Т. 3, № 2.2. С. 66-75.
5. Гавриленко Є.А., Холодняк Ю.В. Моделювання ділянки обводу з монотонною зміною кривини. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, 2019. Вип. 9, т. 1. С. 1-8.
6. Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Моделирование участка пространственной монотонной кривой линии. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вип.17. С. 131-137.
7. Холодняк Ю.В., Гавриленко Є.А., Івженко О.В., Найдиш А.В. Технологія моделювання поверхонь складних технічних виробів за заданими умовами. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 2. – С. 257-263.