

## ВАРІАТИВНЕ ДИСКРЕТНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ ГЕОМЕТРИЧНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ У ТОЧКОВОМУ ЧИСЛЕННІ БАЛЮБИ-НАЙДИША

*Таврійський державний агротехнологічний університет, Україна*

*Реферативно надано, в інформаційному сенсі, огляд роботи, у якій геометричні співвідношення з ВДГМ викладені у точковому численні, що надає їм більш широкі можливості у практичній реалізації.*

**Постановка проблеми.** Геометричне моделювання явищ, процесів, станів, завдяки наочності і можливості візуалізації їх у вигляді кривих та поверхонь, відіграє важливу роль у дослідженнях, прогнозуванні, оптимізації і прийнятті рішень, опираючись на наочність і особливості змін характеристик складових компонентів цих явищ, процесів і станів. Розуміння характеру змін складових моделі дозволяє побудувати її в досить повній адекватності реально існуючому процесу, явищу, стану і т.д., що має велике значення, зважаючи на те, що геометрична модель, у значній мірі, абстрагована.

Більше чверті століття розробляється варіативне дискретне геометричне моделювання (ВДГМ), започатковане Найдишем В.М. [1,2,3], вихідною інформацією для якого є дискретно представлені криві (ДПК) та дискретно представлені поверхні (ДПП) у вигляді таблиць або графіків і отриманий результат моделювання є теж дискретним. Переваги ВДГМ над неперервними методами показані у [1,4], окрім того, ВДГМ виключає цілий етап аналітичної заміни дискретної інформації, що призводить до спрощення геометричних алгоритмів, а процес моделювання набуває цільового спрямування на розв'язання задачі геометричного моделювання [1].

Інший перспективний напрямок започаткований Найдишем В.М. і реалізований в роботі Балюби І.Г. [5], є точкове числення, яке оминає процес проєціювання на площини проєкцій і дозволяє виконувати дослідження геометричного образу у просторі тієї розмірності, в якій заданий і існує цей геометричний образ. Точкове числення дозволяє формалізувати синтетичні алгоритми відтворення геометричних образів, його математичний апарат дає можливість визначити геометричні форми у вигляді точкових алгоритмів, які складаються із точкових співвідношень, кожне з яких замінюється системою  $n$  розрахункових формул у відповідності до  $n$ -розмірності простору [6,7,8]. Точкові формули будуються у напрямку від загального до часткового (а не навпаки, як це прийнято у традиційних методах формалізації), що дає змогу узагальнити формалізацію геометричних побудов. Це значно спрощує точкові формули, що складаються для певної геометричної схеми і, тим самим, дають можливість вирішувати нові класи задач, рішення яких є складними у традиційних методах.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що поєднання методів ВДГМ і точкового числення є досить актуальною задачею досліджень.

У цій роботі тільки робляться часткові спроби їх поєднати. Зробити це у повній мірі, на нашу думку, в межах однієї роботи не можливо.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Напряму моделювання кривих ліній та поверхонь на основі геометричних співвідношень присвячена велика кількість досліджень у прикладній геометрії. Але окремо слід відзначити праці таких вчених, як Найдиш В.М., Балюба І.Г. та Верещага В.М..

**Формування цілей статті.** Формалізувати методи геометричних співвідношень ВДГМ у точковому численні з метою підвищення ефективності алгоритмів ВДГМ та отримання можливості розв'язку нового класу задач моделювання кривих ліній і поверхонь.

Для досягнення мети слід вирішити такі задачі:

1. Провести порівняльний аналіз існуючих методів побудови кривих ліній та поверхонь непевними методами, засобами ДГМ та методами точкового числення Балюби-Найдиша.

2. Розробити нові способи згущення дискретно представлених кривих (ДПК), побудови дуг обводів і замкнених складених кривих першого порядку гладкості з подальшою можливістю їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша. Довести доцільність та ефективність використання засобів точкового числення при розв'язанні задач варіативного дискретного геометричного моделювання.

3. Дослідити, використовуючи методи варіативного дискретного геометричного моделювання, різні варіанти згущення дискретно представленого точкового ряду.

4. Розробити способи побудови дуг обводу замкнених та складених кривих, у тому числі і з вертикальними дотичними, використовуючи функції неперервних кривих ліній у точковому численні.

5. Отримати рівняння сегменту, у точковому численні, для прямолінійних та криволінійних каналових поверхонь зі сталим та змінними розмірами перерізів, які утворені комбінацією дуг обводів неперервних кривих ліній.

6. Запропонувати алгоритм побудови складеної з окремих сегментів каналової поверхні першого порядку гладкості.

7. Розробити, у точковому численні, спосіб побудови поверхні обертання, меридіаном якої є напівциклоїда, за заданими геометричними характеристиками.

8. Створити алгоритм і програмну реалізацію запропонованих, у точковому численні, способів конструювання дискретних та непевних плоских кривих та поверхонь.

9. Впровадити результати досліджень у практику.

**Основна частина.** Роботу виконано за планом наукових досліджень науково-дослідної лабораторії НДІ МЗПУ підпрограми «Геометричне моделювання явищ та процесів» (номер державної реєстрації 011U001949).

Частина роботи, пов'язана з моделюванням каналових поверхонь, виконана у рамках досліджень з держбюджетної теми № 0111U002558 «Удосконалення і розробка наукових основ підвищення експлуатаційної ефективності мобільної сільськогосподарської техніки» 2011-2015 р., що

виконується у Таврійському Державному Агротехнологічному Університеті на кафедрі мобільних та енергетичних засобів.

Частина роботи, у якій зображено процес моделювання конструктивних елементів дробарки зерна, виконана у рамках державної науково-дослідної програми «Розробка наукових основ, систем, технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки південного регіону України» (№ державної реєстрації 0107U008957).

Об'єкт дослідження – дискретно представлені криві, дуги обводів, каналові поверхні та поверхні обертання.

Предмет дослідження – розрахунково-графічні способи і алгоритми конструювання дискретних та неперервних плоских кривих і поверхонь.

У роботі використовуються методи аналітичної, нарисної та проективної геометрії, точкового числення, вищої алгебри, алгебри логіки, комп'ютерні методи розрахунку та зображення геометричних форм.

Наукова новизна одержаних результатів наступна:

1. Отримано, засобами точкового числення, спосіб згущення плоских опуклих ДПК, який передбачає визначення області варіативності рішень для кожної з вузлових та загущених точок ДПК.

2. Запропоновано формулу з ваговими коефіцієнтами для визначення довільної точки в області варіативних рішень для опуклої ДПК.

3. Розроблено, на базі засобів точкового числення, спосіб згущення ДПК, яка зберігає необхідну точку перегину.

4. Формалізовано, у загальному вигляді, засобами точкового числення, рівняння плоскої непевної дуги обводу з дотичними у початковій і кінцевій точках.

5. Отримано, у точковому численні, рівняння та досліджено геометричні властивості поверхні обертання, меридіаном якої є напівциклоїда.

6. Розроблено, у точковому численні, спосіб, який дає можливість скласти рівняння сегменту каналової поверхні зі змінним та сталим профілями, які утворюються комбінацією симплексів.

Обґрунтованість і достовірність результатів дослідження. Усі наукові положення, що розглядаються у роботі, представлені у вигляді точкових рівнянь, які ґрунтуються і отримані у результаті виконання алгебраїчних і логічних операцій. Їх достовірність забезпечується звичайною перевіркою рівнянь, яка існує в математиці.

Достовірність, точність та коректність отриманих результатів підтверджені їх узгодженням з відомими результатами традиційних математичних методів, практичними впровадженнями, а також розв'язанням прикладів у середовищі програмного пакету Maple.

Наукове значення роботи. Полягає у подальшому розширенні методів точкового числення Балюби-Найдиша, обґрунтуванні нових напрямків їх застосування при конструюванні дуг кривих, замкнених контурів, відсіків поверхонь, каналових поверхонь і поверхонь обертання.

Практичне значення одержаних результатів визначається високим ступенем інваріантності запропонованих способів згущення ДПК і

конструювання каналових поверхонь та поверхонь обертання, високим рівнем достовірності запропонованих розрахунково-графічних алгоритмів та їх програмної реалізації, застосування яких на практиці в інформаційних системах проектування дозволить значно підвищити продуктивність праці конструктора. Результати роботи впроваджені у:

1. навчальний процес кафедр «Обладнання переробних і харчових виробництв» та «Мобільні енергетичні засоби» Таврійського державного агротехнологічного університету;

2. товариство з обмеженою відповідальністю «СПП ЛАНА»;

3. приватному підприємстві «Савенко В.В.».

Результати дисертаційних досліджень доповідались на наступних наукових конференціях: XI, XII, XIII міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми геометричного моделювання» (м. Мелітополь, 2009, 2010, 2011 р.); на VI міжнародній науково-практичній конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерні технології: теорія, практика, освіта» (м. Харків, 2009 р.); на VIII міжнародній кримській науково-практичній конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн» (м. Київ, 2011 р.); на XII міжнародній конференції з математичного моделювання МКММ\_2011, присвяченій 190-річчю з дня народження П.Л. Чебишева (м. Херсон, 2011 р.); на аспірантському семінарі, що проводився у КНУБА м. Київ у жовтні 2011 року.

Основні результати досліджень висвітлено у 12 наукових працях, з них 12 опубліковані у фахових виданнях, затверджених МОНМС України, 1 патент на корисну модель України, 5 статей опубліковано одноосібно.

**Висновки.** Здійснено огляд існуючих та розроблено нові ефективні способи для згущення ДПК методами точкового числення. Виявлено ряд недоліків існуючих методів ВДГМ, пов'язаних з локальною корекцією кривої та труднощами роботи з багатовимірними просторами. Точкове числення уникає цих недоліків, тому його застосування поряд з методами ВДГМ суттєво розширює можливості по згущенню ДПК та дає поштовх для подальших досліджень у цій області.

Розроблено спосіб побудови дуг обводів, що дозволило створити спосіб формування перерізів каналових поверхонь шляхом комбінування симплексів дуг обводів. Застосування декількох, незалежних одна від одної, дуг обводів в одному профілі дає дуже гнучкий інструмент для керування геометричними характеристиками об'єктів, що конструюються.

Отримано рівняння сегментів каналових поверхонь, профілі та напрямні яких складені комбінацією симплексів з дугами обводів. Це дозволяє, за рахунок використання функціоналу при побудові дуг обводів, отримувати поверхні каналів різноманітної кривини та з необхідною кількістю керуючих параметрів.

Впроваджені результати роботи по каналовим поверхням у навчальний процес ТДАТУ кафедри «Мобільних та енергетичних засобів», що підтверджує широкі можливості використання точкового числення та у виробництво на ПП «Савенко В.В.».

Розроблено спосіб геометричного моделювання поверхні обертання з меридіаном напівциклоїди та її розгортку у точковому численні, що дало можливість сконструювати дробарку зерна за оригінальною схемою. Отримано патент на корисну модель запропонованого способу, а результати дослідження впроваджено у навчальний процес ТДАТУ та у виробничий процес ТОВ «СПП ЛАНА». Створено програмну реалізацію запропонованих способів конструювання, що дозволило візуалізувати та перевірити достовірність отриманих алгоритмів.

## Література

1. *Найдиш В.М.* Дискретна інтерполяція.- Мелітополь.:2008.- 250 с.
2. *Найдиш В.М.* Основи прикладної дискретної геометрії / *Найдиш В.М., Верещага В.М., Найдиш А.В., Малкіна В.М.* // Мелітополь, 2007.
3. *Найдиш В.М.* Дискретне диференціювання / *Найдиш В.М., Верещага В.М., Найдиш А.В.* // Мелітополь, 2007.
4. *Найдиш В.М.* Методы и алгоритмы формирования поверхностей и обводов по заданным дифференциально-геометрическим условиям. Автореферат диссертации доктора технических наук. –М.: МАИ, 1983. -33с.
5. *Балюба И.Г.* Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – 227 с.
6. *Балюба И.Г.* Точечное исчисление – математический аппарат параллельных вычислений для решения задач математического и компьютерного моделирования геометрических форм. // *Балюба И.Г., Полищук В.И., Горягин Б.Ф., Малютина Т.П.* // Материалы Международной научной конференции «Моделирование – 2008», 14-16 мая 2008 р., г. Киев, Том 2. – С.286-290. Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины.
7. *Конопацький Є.В.* Конструювання однопараметричної множини ліній в  $n$ -вимірному просторі / *Конопацький Є.В., Бумага А.І.* // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 36 – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С.106-111.
8. Алгебраїчна дуга  $AB$  третього порядку, її графічний та розрахунковий алгоритм в  $n$ -вимірному просторі / *Балюба І.Г., Полищук В.І., Горягин Б.Ф., Малютина Т.П.* // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 34. – Мелітополь: ТДАТА, 2007.– С.15-20.

**ВАРИАТИВНОЕ ДИСКРЕТНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ  
СООТНОШЕНИЙ В ТОЧЕЧНОМ ИСЧИСЛЕНИИ  
БАЛЮБЫ-НАЙДЫША**

*А. О. Бездитный*

Реферативно подается, в информационном смысле, обзор работы, в которой геометрические соотношения с ВДГМ изложены в точечном исчислении, что дает им более широкие возможности в практической реализации.

**VARIABLY DISCRETE GEOMETRIC MODELING BASED ON  
GEOMETRIC RELATIONSHIPS IN THE DOT CALCULATION OF  
BALYUBA- NAYDISH.**

*A. O. Bezditniy*

Abstracts provided in the information sense, a review of the work, where geometric relationship with VDGM stated in dot calculation, which gives them more opportunities in the practical implementation.