

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет



Науковий вісник

Таврійського державного агротехнологічного університету



Випуск 6, Том 2

Електронне фахове видання

Мелітополь – 2016 р.

УДК 631.3

ПЗ8

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 6, Т. 2. –

Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 8 від 23.02.2016 р.

Представлені результати досліджень вчених України в галузі механізації сільського господарства, енергетики і автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва та прикладної геометрії, інженерної графіки.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. - д.т.н., проф., ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (заступник
головного редактора); Діордієв В.Т. - д.т.н., проф. (відповідальний
секретар); Гнатушенко В.В. - д.т.н., проф.; Дідур В.А. - д.т.н., проф.;
Єремєєв В.С. - д.т.н., проф.; Кушнар'єв А.С. - чл.-кор. НААН
України, д.т.н., проф.; Куценко Ю.М. – д.т.н., доц.; Леженкін О. М. -
д.т.н. доц.; Малкіна В.М. – д.т.н., проф.; Овчаров В.В. - д.т.н., проф.;
Панченко А.І. - д.т.н., проф.; Скляр О.Г. - к.т.н., доц.; Тарасенко В.В. -
д.т.н., проф.; Шацький В.В. - д.т.н., с.н.с.; Федюшко Ю.М. – д.т.н.,
проф.; Фурман І.О.- д.т.н., проф.; Ялпачик Ф.Ю. - к.т.н., проф.

Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Діордієв В.Т.

Адреса редакції: ТДАТУ
Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

ISSN 2220-8674

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2016.

Електронне фахове видання

Науковий вісник
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 6, Том 2.

Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Діордієв В.Т.

Підписано до друку 15.12.2016 р. Друк. ТДАТУ
11,2 умов. друк. арк.

**ЗМІСТ**

Прикладна геометрія, інженерна графіка.....	3
ОБГРУНТУВАННЯ ДЕЯКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИВИХ БЕЗ'Є ДРУГОГО СТЕПЕНЯ.....	3
Ванін В.В., Вірченко Г.А., Шамбіна С.Л.	
ПОДАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ СТРУКТУРИ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗГОРТОК ПЕАНО – ГІЛЬБЕРТА.....	9
Корчинський В.М., Заєць К.С.	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОЛАНКОВИХ S-ПОДІБНИХ КРИВИХ.....	14
Борисенко В. Д., Устенко С. А., Друзь Є. І.	
ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ВЕКТОРНИХ ПОЛІВ У ТЕРМІНАХ ФУНКЦІЙ УЗАГАЛЬНЕНОГО ТРИВЕКТОРНОГО АРГУМЕНТУ.....	22
Малкіна В.М., Строкань О.В.	
МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕРІЗІВ ПОВЕРХНІ ДОТИКУ ДВОХ НЕОРІЄНТОВАНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ	28
Соболь О.М., Безугла Ю.С.	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУЛАЧКІВ ЗУБОЗАТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ У САД – СИСТЕМІ UNIGRAPHICS.....	36
Мацулевич О.Є.	
МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ АЕРОІОННОГО РОЗПОДІЛЕННЯ НА КОМБІНОВАНІЙ ПЛОЩИНІ.....	45
Строкань О.В., Малкіна В.М.	
ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБОКОМПРЕССОРА	52
Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Дмитриев Ю.А.	
ХАРАКТЕРИСТИКИ СХОЖОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ СТРУКТУР БАГАТОТОНОВИХ ФОТОГРАМ- МЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ- КОЕФІЦІЄНТІВ.....	63
Свинаренко Д.М.	



ІНТЕГРАЦІЯ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ САД СИСТЕМ	69
Лясковська С.Є.	
ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ВІДПОВІДНО ДО ЕРГОНОМІЧНИХ ВИМОГ	78
Небелюк В.І., Мартин Є.В.	
МЕТОД ПОДАННЯ АПРОКСИМУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ	88
Пихтєєва І.В., Мацулевич О.Є., Щербина В.М.	
ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ	95
Незенко А.Й., Вірченко В.Г., Білик О.В., Козлов С.О.	
КОРИГУВАННЯ КОСОГО ЗСУВУ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	101
Свинаренко Д.М., Мацулевич О.Є.	
ВИКОРИСТАННЯ КЛІТИННОГО АВТОМАТА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО РЯДУ В ВІЗУАЛЬНИЙ	108
Волковський О.С., Староудинов М.О.	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛОКАЛЬНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ТОЧКОВОГО РЯДУ ІЗ ЗАДАНИМИ ВУЗЛОВИМИ ДОТИЧНИМИ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОЇ СХЕМИ ЗГУЩЕННЯ	118
Спирінцев В.В., Мацулевич О.Є., Щербина В.М.	
ФОРМУВАННЯ ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОГЛЯДОВОСТІ ДОРІГ І ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	126
Даниленко В.Я., Шоман О.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ	134
Дашкевич А.О.	
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ	140
Ніцин Д.О., Сидоренко О.С.	



ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ОРТОГОНАЛЬНИХ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ	150
Журило А. Г.	
АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БУДИНКІВ НА СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	157
Гнатушенко В.В., Обиденний Є.О., Шедловська Я.І.	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ НЕОДНОЗНАЧНИХ ДПК НА ОСНОВІ СЕРЕДИННИХ ПЕРПЕНДИКУЛЯРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОСНОВНОЇ ТОТОЖНОСТІ	163
Щербина В.М., Єсін Д.В.	
ЗМІСТ	175

**ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

УДК 004.925.8

**ОБГРУНТУВАННЯ ДЕЯКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИВИХ
БЕЗЬЄ ДРУГОГО СТЕПЕНЯ****Ванін В.В., д.т.н.,****Вірченко Г.А., д.т.н.,***НТУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»***Шамбіна С.Л., к.т.н.***Російський університет дружби народів**Тел. (044) 204-94-46*

Анотація – головна мета статті полягає в обґрунтуванні деяких важливих властивостей кривих Безьє другого степеня, які широко використовуються під час комп'ютерного геометричного моделювання різноманітних технічних об'єктів.

Ключові слова – автоматизоване проектування, комп'ютерне геометричне моделювання, криві Безьє другого степеня, технічні об'єкти.

Постановка проблеми. Основу автоматизованого проектування багатьох технічних об'єктів нині складають засоби комп'ютерного геометричного моделювання. Даний факт обумовлений тим, що серед великого числа розрахункових моделей геометричні займають особливе місце, пов'язане з їх об'єднуючою та узгоджувальною роллю при проведенні комплексної оптимізації створюваних виробів.

Тому задачі покращення існуючих засобів автоматизованого формоутворення на засадах удосконалення відповідного математичного апарату становлять актуальну наукову проблему.

Аналіз останніх досліджень. Опис кривих Безьє міститься у значній кількості літературних джерел, зокрема, [1, 2]. Це стосується не тільки визначення даних ліній, а й висвітлення їх різноманітних властивостей, особливо корисних для реалізації ефективного комп'ютерного геометричного моделювання під час автоматизованого проектування технічних об'єктів.

Формулювання цілей статті. Метою публікації є обґрунтування для кривих Безьє другого степеня деяких їх властивостей, що можуть бути застосовані при формуванні промислової продукції.

Основна частина. Розпочнемо з алгоритму Кастельжо [2], який дозволяє обчислювати потрібні координати точок кривої Безьє шляхом використання почергової лінійної інтерполяції суміжних вершин характеристичної ламаної та поступовим зменшенням числа її ланок.

На рис. 1 показано відповідну побудову поточної точки $\mathbf{r}(u)$ кривої Безьє другого степеня, що в декартовій системі координат Oxy визначається радіус-векторами $\mathbf{r}_0(x_0, y_0)$, $\mathbf{r}_1(x_1, y_1)$, $\mathbf{r}_2(x_2, y_2)$.

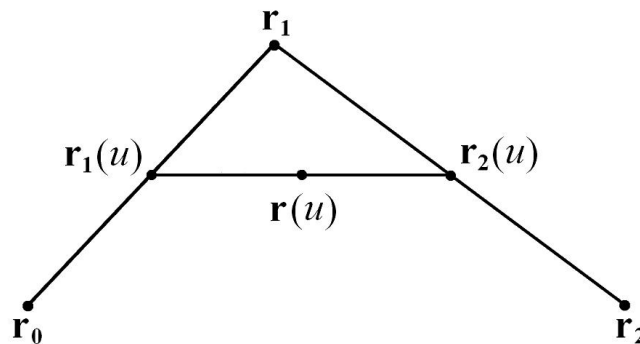


Рис. 1. Побудова поточної точки кривої Безьє другого степеня за допомогою алгоритму Кастельжо

При цьому

$$\begin{aligned}\mathbf{r}_1(u) &= (1-u)\mathbf{r}_0 + u\mathbf{r}_1, & \mathbf{r}_2(u) &= (1-u)\mathbf{r}_1 + u\mathbf{r}_2, \\ \mathbf{r}(u) &= (1-u)\mathbf{r}_1(u) + u\mathbf{r}_2(u),\end{aligned}\quad (1)$$

де $u \in [0, 1]$ – параметр.

На підставі співвідношень (1), застосувавши позначення $|\mathbf{r}_0\mathbf{r}_1|=a$, $|\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2|=b$ та $|\mathbf{r}_1(u)\mathbf{r}_2(u)|=c$, отримуємо

$$\begin{aligned}|\mathbf{r}_0\mathbf{r}_1(u)| &= |u(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0)| = ua = a_1, \\ |\mathbf{r}_1(u)\mathbf{r}_1| &= |(1-u)(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0)| = (1-u)a, \\ |\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2(u)| &= |u(\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)| = ub, \\ |\mathbf{r}_2(u)\mathbf{r}_2| &= |(1-u)(\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)| = (1-u)b = b_2, \\ |\mathbf{r}_1(u)\mathbf{r}(u)| &= |u(\mathbf{r}_2(u) - \mathbf{r}_1(u))| = uc = b_1, \\ |\mathbf{r}(u)\mathbf{r}_2(u)| &= |(1-u)(\mathbf{r}_2(u) - \mathbf{r}_1(u))| = (1-u)c = a_2.\end{aligned}\quad (2)$$

Згідно з формулами (2) одержуємо наведене на рис. 2 зображення, де додатковими тонкими лініями показані характеристичні трикутники $\mathbf{r}_0\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2$, $\mathbf{r}_0\mathbf{r}_1(u)\mathbf{r}(u)$, $\mathbf{r}(u)\mathbf{r}_2(u)\mathbf{r}_2$ з площами відповідно S , S_1 , S_2 .

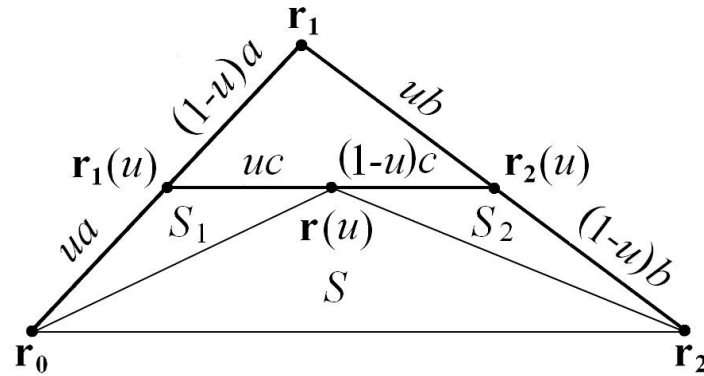


Рис. 2. Візуалізація співвідношень (2) при побудові поточної точки кривої Безьє другого степеня

Із залежностей (1) маємо аналітичний вираз для кривої Безьє другого степеня

$$\mathbf{r}(u) = (1-u)^2 \mathbf{r}_0 + 2(1-u)u \mathbf{r}_1 + u^2 \mathbf{r}_2, \quad (3)$$

де $u \in [0, 1]$.

Під час комп'ютерного геометричного моделювання технічних об'єктів важливим фактором якості є додержання потрібної гладкості складених обводів. Кривина довільної плоскої лінії $\mathbf{r}(x(u), y(u))$, див. довідник [3], визначається співвідношенням

$$K = \frac{\dot{x}\ddot{y} - \ddot{x}\dot{y}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}}, \quad (4)$$

де через \dot{x} , \ddot{x} , \dot{y} , \ddot{y} позначено відповідно першу і другу похідну від $x(u)$ та $y(u)$.

З формули (4) одержуємо залежність для радіуса R кривини

$$R = \frac{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}}{|\dot{x}\ddot{y} - \ddot{x}\dot{y}|}. \quad (5)$$

На основі виразу (3) запишемо



$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{r}}(u) &= 2(\mathbf{r}_0 - 2\mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2)u + 2(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0), \\ \ddot{\mathbf{r}}(u) &= 2(\mathbf{r}_0 - 2\mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2).\end{aligned}\quad (6)$$

Площа S трикутника $\mathbf{r}_0\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2$ визначається як

$$\begin{aligned}S &= 0,5|(\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}_1) \times (\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)| = \\ &= 0,5|(x_0 - x_1)(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)(y_0 - y_1)|.\end{aligned}\quad (7)$$

Обчислюємо, використавши співвідношення (5) ... (7) та рис. 2, радіуси кривини в точках \mathbf{r}_0 і \mathbf{r}_2

$$\begin{aligned}R_0 = R(0) &= \frac{(\dot{x}(0)^2 + \dot{y}(0)^2)^{3/2}}{|\dot{x}(0)\ddot{y}(0) - \ddot{x}(0)\dot{y}(0)|} = \\ &= \frac{((2(x_1 - x_0))^2 + (2(y_1 - y_0))^2)^{3/2}}{|2(x_1 - x_0)2(y_0 - 2y_1 + y_2) - 2(x_0 - 2x_1 + x_2)2(y_1 - y_0)|} = \\ &= \frac{((2(x_1 - x_0))^2 + (2(y_1 - y_0))^2)^{3/2}}{4|(x_0 - x_1)((y_2 - y_1) - (y_1 - y_0)) - ((x_2 - x_1) - (x_1 - x_0))(y_0 - y_1)|} = \frac{a^3}{S}, \\ R_2 = R(1) &= \frac{(\dot{x}(1)^2 + \dot{y}(1)^2)^{3/2}}{|\dot{x}(1)\ddot{y}(1) - \ddot{x}(1)\dot{y}(1)|} = \\ &= \frac{((2(x_2 - x_1))^2 + (2(y_2 - y_1))^2)^{3/2}}{|2(x_2 - x_1)2(y_0 - 2y_1 + y_2) - 2(x_0 - 2x_1 + x_2)2(y_2 - y_1)|} = \\ &= \frac{((2(x_2 - x_1))^2 + (2(y_2 - y_1))^2)^{3/2}}{4|((x_0 - x_1) - (x_1 - x_2))(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)((y_2 - y_1) - (y_1 - y_0))|} = \frac{b^3}{S}.\end{aligned}\quad (8)$$

Покажемо, що кутовий коефіцієнт k дотичної в точці $\mathbf{r}(u)$ кривої Безьє другого степеня збігається з відповідною величиною для відрізка $\mathbf{r}_1(u)\mathbf{r}_2(u)$, яка на підставі формул (1) дорівнює

$$k = \frac{y_{\mathbf{r}_2(u)} - y_{\mathbf{r}_1(u)}}{x_{\mathbf{r}_2(u)} - x_{\mathbf{r}_1(u)}} = \frac{(u-1)y_0 + (1-2u)y_1 + uy_2}{(u-1)x_0 + (1-2u)x_1 + ux_2}.\quad (9)$$



Аналогічний виразу (9) результат отримаємо із застосуванням співвідношень (6) у наступних залежностях

$$k = \frac{dy}{dx} = \frac{\dot{y}(u)}{\dot{x}(u)} = \frac{(u-1)y_0 + (1-2u)y_1 + uy_2}{(u-1)x_0 + (1-2u)x_1 + ux_2},$$

що і треба було довести.

Оскільки ділянки початкової кривої Безьє другого степеня, які обмежені характеристичними трикутниками з площами S_1 та S_2 , є двома частинами однієї лінії, то на основі формули (8) маємо

$$\frac{a_1^3}{S_1} = \frac{a^3}{S}, \quad \frac{b_2^3}{S_2} = \frac{b^3}{S}, \quad \frac{b_1^3}{S_1} = \frac{a_2^3}{S_2}. \quad (10)$$

З останнього виразу (10), використовуючи належні значення (2), встановлюємо властивість

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{b_1^3}{a_2^3} = \left(\frac{u}{1-u} \right)^3, \quad (11)$$

де $u \in [0, 1]$.

Залежність (11) також записується у вигляді

$$\frac{h_a}{h_b} = \frac{b_1^2}{a_2^2}, \quad (12)$$

де h_a та h_b – відстані відповідно від \mathbf{r}_0 та \mathbf{r}_2 до дотичної кривої Безьє другого степеня в точці $\mathbf{r}(u)$.

Відношення площ S_1 та S_2 можна встановити й на засадах застосування показаного на рис. 2 зображення та теореми про пропорційні відрізки.

Таким чином, нами подано, див. залежності (1) ... (12), ряд важливих властивостей кривих Безьє другого степеня. Це стосується визначення різноманітних їх диференціальних та інтегральних характеристик, а також існуючих взаємозв'язків між ними, що дозволяє успішно розв'язувати відповідні позиційні та метричні геометричні задачі.



Висновки. У даній публікації для кривих Безьє другого степеня обґрунтовано деякі їх властивості, що можуть бути використані з метою підвищення ефективності автоматизованого проектування різноманітних технічних об'єктів. Проаналізований напрямок надалі доцільно розвивати шляхом проведення відповідних подальших наукових досліджень.

Література

1. Роджерс Д. Машинные основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М.: Мир, 2001. – 604 с.
2. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. – М.: Физматлит, 2002. – 472 с.
3. Бронштейн И.Н. Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука, 1981. – 720 с.

ОБОСНОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ КРИВЫХ БЕЗЬЕ ВТОРОЙ СТЕПЕНИ

В.В. Ванин, Г.А. Вирченко, С.Л. Шамбина

Аннотация – главная цель статьи состоит в обосновании некоторых важных свойств кривых Безье второй степени, которые широко используются при автоматизированном геометрическом моделировании различных технических объектов.

JUSTIFICATION FOR SOME PROPERTIES OF BEZIER SECOND DEGREE CURVES

V. Vanin, G. Virchenko, S. Shambina

Summary

The main purpose of this article is a justification for some important properties of Bezier second degree curves, which are widely used for automated geometric modeling of various technical objects.



УДК 515.18 + 528.74

ПОДАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ СТРУКТУРИ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗГОРТОК ПЕАНО – ГІЛЬБЕРТА

Корчинський В.М., д.т.н.,

Заєць К.С., бакалавр *

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Тел. (097) 529-13-71, (056) 374-97-04

Анотація – запропоновано метод одновимірного координатного подання просторових розподілів яскравості растрових зображень дистанційного зондування, зафіксованих у довільній кількості спектральних інтервалів, який забезпечує зменшення вимірності вихідних видових даних із збереженням їхньої інформативності щодо тематичної інтерпретації.

Ключові слова – розгортка Пеано-Гільберта, растрове зображення, спектральний інтервал, інформативність зображення.

Постановка проблеми. Сучасні апаратні засоби дистанційного зондування Землі з аерокосмічних носіїв (ДЗЗ), супроводжувальні отриманням видових даних, фіксують їх у значній кількості спектральних інтервалів електромагнітного проміння – носія видової інформації. Сукупність таких зображень утворює багатовимірний геометричний об'єкт – багатоспектральне зображення (БСЗ). Виявлення геометричної структури зображення кожного спектрального каналу – основної інформаційної характеристики щодо тематичного аналізу видових даних ДЗЗ – утруднене внаслідок багатовимірної структури БСЗ.

Тому актуальна проблема зменшення (редукції) вимірності даних БСЗ із збереженням їхньої геометричної структури, суттєвої для тематичної інтерпретації видових даних ДЗЗ.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш поширені на даний час методи редукції вимірності первинних видових даних ДЗЗ базуються

© Корчинський В.М., Заєць К.С.

* Науковий керівник – д.т.н., професор Корчинський В.М.



на використанні двовимірних дискретних ортогональних перетворень [1], але при цьому не враховується двовимірною кореляція розподілів яскравості зображень, отриманих у різних спектральних інтервалах. Альтернативний підхід реалізації редукції вимірності БСЗ базується на різних модифікаціях розгортки Пеано двовимірних геометричних об'єктів [2], орієнтованих на оброблення лише окремих складових БСЗ.

Формулювання цілей статті. Мета статті – розробка методу координатного подання геометричної структури БСЗ у вигляді одновимірного геометричного об'єкту (кривої), який поєднує редукцію вимірності даних БСЗ та рівень їхньої інформативності, достатній для достовірної тематичної інтерпретації видових даних ДЗЗ.

Основна частина. Пропонований новий метод компресії БСЗ з контрольованим рівнем забезпеченої інформативності базується на багатовимірному векторному поданні БСЗ [3].

Шляхом упорядкування растрових розподілів яскравості зображень кожної спектральної складової БСЗ) вздовж стовпців матриці, що подає відповідний піксельний розподіл яскравості, формуються багатовимірні вектори $\mathbf{x}_{nm}^{(i)}$, где $i = \overline{1, k}$, k – кількість спектральних складових БСЗ; n, m – вимірності растру за горизонтальною та вертикальною осям зображення. Множина отриманих векторів утворює матрицю $\mathbf{M}_{nm \times k}$, ортогоналізація стовпців якої здійснюється одним з відомих методів (процес Грама-Шміда, QR-розклад, SVD-подання). Ортогоналізована матриця $\mathbf{V}_{nm \times k}$ містить стовпці, що подають упорядковані рівні яскравості складових БСЗ, у яких ліквідована статистична залежність між розподілами яскравості первинних складових БСЗ. Оберненим до ортогоналізації перетворенням матриці $\mathbf{V}_{nm \times k}$ отримаємо статистично незалежні двовимірні розподіли яскравості спектральних складових БСЗ, організовані у вигляді масиву $\mathbf{R}_{n \times m \times k}$.

Здійснюючи розгортку Пеано-Гільберта розподілів яскравості ортогоналізованих спектральних «шарів» масиву $\mathbf{R}_{n \times m \times i}$ ($i = \overline{1, k}$), вилучаючи з них інформаційно малозначущі фрагменти (за критерієм мінімізації диференціальної ентропії) та здійснюючи операції, обернені до ортогоналізації одержуємо стиснені зображення спектральних каналів.

На рисунках 1-6 подані зображення, зафіксовані у шести спектральних інтервалах (наведені у підписках підписів).



Рис.1. Зображення каналу
459 нм - 479 нм



Рис.2. Зображення каналу
545 нм – 565 нм



Рис.3. Зображення каналу
620 нм - 670 нм



Рис.4. Зображення каналу
841 нм - 876 нм



Рис.5. Зображення каналу
1230 нм – 1250 нм

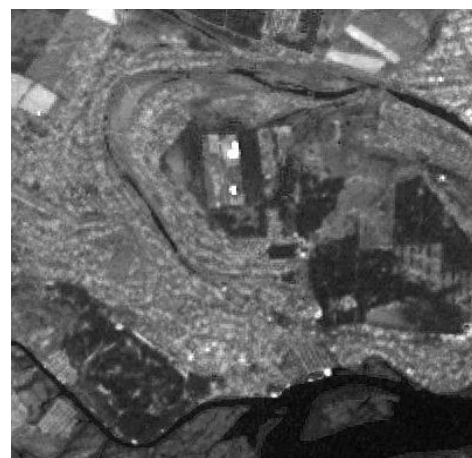


Рис.6. Зображення каналу
1628 нм – 1652 нм

Зображення спектральних каналів, подані на рисунках 2, 4, 5, 6 є найменш значущими в інформаційному відношенні. Після їх видалення була здійснена реконструкція БСЗ, результат якої для решти каналів подано на рисунках 7, 8.

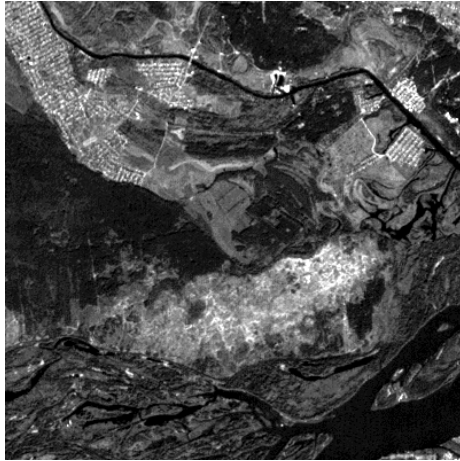


Рис. 7. Реконструйоване зображення каналу 459 нм - 479 нм

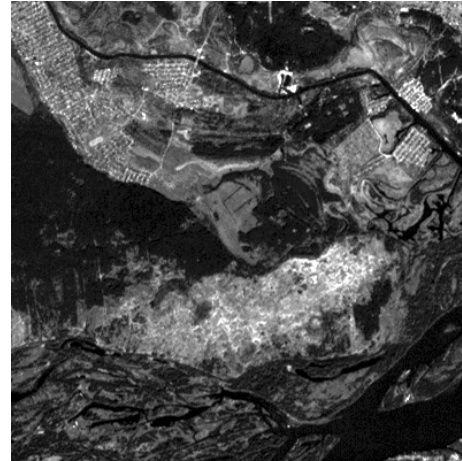


Рис. 8. Реконструйоване зображення каналу 620 нм - 670 нм

Легко бачити, що вилучення низки спектральних складових первинного БСЗ несуттєво вплинуло на розподіли яскравості реконструйованих зображень при практичному збереженні їхньої інформаційної значущості. Між тим, обсяг даних БСЗ після редукації його вимірності зменшився на 42 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У роботі запропонований метод одновимірного подання геометричних структур багатоспектральних зображень, який забезпечує можливість компресії видових даних ДЗЗ за збереження рівня їхньої інформативності, достатнього для тематичного аналізу.

Перспективи подальших досліджень за проблематикою роботи пов'язані з урахуванням фрактальної природи розгортки Пеано-Гільберта та розробкою методів масштабно-інваріантної компресії БСЗ дистанційного зондування.

Література

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: Пер. с англ. / Р.А.Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.



2. Александров Р.В. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход / Р.В.Александров, И.Д.Горский. – Л.: Наука, 2005. – 102 с.
3. Корчинский В.М. Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли / В.М.Корчинский // Вестник Херсонского национального технического университета, 2014. - № 3(50). – С.90-93.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗВЕРТОК ПЕАНО – ГИЛЬБЕРТА

В.М.Корчинский, Е.С.Заец

Аннотация – предложен метод одномерного координатного представления пространственных распределений яркости растровых изображений дистанционного зондирования, зафиксированных в произвольном количестве спектральных интервалов, который обеспечивает уменьшение размерности первичных видовых данных с сохранением их информативности в отношении тематической интерпретации.

REPRESENTATION OF THE COMPONENT GEOMETRY OF MULTISPECTRAL IMAGES ON THE BASIS OF PEANO-HILBERT DEVELOPMENT

V. Korchinsky, K. Zaets

Summary

The method is offered for one-dimensional co-ordinate representation of space distributions of remote sensing raster images' brightness fixed in an arbitrary amount of spectral intervals. The method ensures the dimension reduction of the primary specific data with preservation of their informativeness for thematic interpretation.



УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОЛАНКОВИХ S-ПОДІБНИХ КРИВИХ

Борисенко В. Д., д.т.н.,

Устенко С. А., д.т.н.,

Друзь Є. І., студент

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

Тел (0512) 71-30-25

Анотація – робота присвячена геометричному моделюванню дволанкової кривої, яка описується двома експонентами. Моделювання реалізується таким чином, щоб надати складеній кривій *s*-подібну форму.

Ключові слова – геометричне моделювання, експоненціальна крива, друга похідна, дволанкова *s*-подібна крива.

Постановка проблеми. В багатьох практичних застосуваннях, наприклад в судно- та турбобудуванні, є потреба в геометричному моделюванні так званих *s*-подібних кривих, характерним для яких є наявність в заданій точці перегину та забезпечення в ній певного кута нахилу дотичної. Крім того, крива має забезпечувати в початковій і кінцевій точках задані кути нахилу дотичних. Оскільки серед математичних кривих не виявлено таких, які б забезпечували накладені умови, то будемо формувати необхідну криву з двох ділянок, кожна з яких будемо описувати експоненціальною залежністю. Подібні криві застосовуються при проектуванні скелетних ліній профілів лопаток високонавантажених осьових компресорів потужних газотурбінних двигунів.

Формулювання цілей статті. Метою цієї статті є розробка методу геометричного моделювання дволанкової *s*-подібної кривої, що описується двома експоненціальними залежностями та забезпечує задані кути нахилу дотичної в початковій і кінцевій точках, а також в точці перегину. Крім того, розроблений метод має дозволяти впливати на величину другої похідної в початковій та кінцевій точках складеної кривої. У цих точках друга похідна має визначатися як деяка частка від екстремального значення другої похідної.

Аналіз останніх досліджень. У сучасній літературі з прикладної геометрії можна знайти достатньо різноманітних методів геомет-



ричного моделювання кривих, у тому числі складених [1 – 9]. При цьому застосовуються явні, неявні, параметричні форми подання кривих. Останніми роками набули популярності методи моделювання кривих в натуральній параметризації. Але, на жаль, авторам цієї роботи не вдалося виявити публікації, в яких будувалися складені криві за означених вище умов.

Основна частина. Моделювання дволанкових експоненціальних кривих виконується за умови, що незалежна змінна x варіюватиметься в межах від нуля до одиниці, тобто буде безрозмірною.

При моделюванні кривих застосовуються наступні граничні умови:

$$\text{при } x=0: y=0, y' = \operatorname{tg}\alpha_1, y'' = P \cdot (y'')_{\text{extr}};$$

$$\text{при } x=1: y' = \operatorname{tg}\alpha_2, y'' = Q \cdot (y'')_{\text{extr}},$$

де α_1, α_2 – кути нахилу дотичних до модельованої кривої в початковій і кінцевій її точках; P і Q – деякі параметри, менші за одиницю, які визначатимуть частку екстремального значення другої похідної також в початковій та кінцевій точках кривої, відповідно.

Для моделювання s -подібної дволанкової кривої цих граничних умов недостатньо. Тому додамо до записаних вище умов ще одну:

$$\text{при } x=s, y' = \operatorname{tg}\alpha_s.$$

Для щоб мати можливість впливати на другу похідну кривої, візьмемо рівняння кривої в такому вигляді, щоб у ньому була явно присутня друга похідна. Зокрема, рівняння експоненціальної кривої матиме наступний вигляд:

$$y'' = b(x-s)e^{a(x-s)}. \quad (1)$$

У цьому рівнянні невідомими є два коефіцієнти a і b .

Відразу ж визначимося з екстремальним значенням цієї похідної. Відомо, що екстремальне значення другої похідної y'' буде мати місце, коли $y''' = 0$, це відповідає координаті x



$$x_{extr} = s - \frac{1}{a},$$

а екстремальне значення другої похідної буде дорівнювати

$$y''_{ext} = -\frac{b}{ae}. \quad (2)$$

Подвійним інтегруванням рівняння (1) отримаємо вираз для першої похідної та безпосередньо рівняння кривої

$$y' = \frac{b}{a^2} e^{a(x-s)} [a(x-s) - 1] + c; \quad (3)$$

$$y = \frac{b}{a^3} e^{a(x-s)} [a(x-s) - 2] + cx + d. \quad (4)$$

Як випливає з розгляду цих виразів, подвійне інтегрування призвело до появи ще двох невідомих коефіцієнтів c і d .

Визначимося з цими чотирма коефіцієнтами. Зазначимо, що до позначень цих коефіцієнтів будемо додавати індекси, які відповідатимуть першій та другій ділянкам дволанкової кривої.

Застосовуючи граничні умови для початкової точки першої ділянки, можна з рівняння (4) знайти вираз для коефіцієнта d_1 :

$$d_1 = (a_1 s + 2) \frac{b_1}{a_1^3} e^{-a_1 s}.$$

Оскільки в цій точці відомий кут нахилу дотичної, то з виразу (3) можна знайти залежність для коефіцієнта c_1 :

$$c_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 + (a_1 s + 1) \frac{b_1}{a_1^2} e^{-a_1 s}.$$

Скориставшись граничними умовами для точки перегину, з рівняння (3) отримаємо



$$c_1 = \operatorname{tg} \alpha_s + \frac{b_1}{a_1^2}.$$

Прирівнявши між собою два вирази для c_1 , визначимо коефіцієнт b_1

$$b_1 = \frac{a_1^2 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_s)}{1 - (a_1 s + 1) e^{-a_1 s}}.$$

Коефіцієнти b_1 , c_1 і d_1 можна визначити, якщо буде відомим коефіцієнт a_1 .

Розглянемо детально визначення цього коефіцієнта. З вище записаних граничних умов випливає, що друга похідна в початковій точці першої ділянки s -подібної кривої має бути певною часткою екстремального значення другої похідної, яке визначається за отриманим вище виразом (2).

Прирівнявши (1) з (2), помноженим на P після нескладних перетворень будемо мати:

$$P = a_1 s e^{(1-a_1 s)} \quad (5)$$

Оскільки параметр P задається з вихідними даними, то числовим розв'язанням рівняння (5) визначаємо величину коефіцієнта a_1 , а отже й всі інші коефіцієнти, необхідні для побудови першої ділянки дволанкової s -подібної кривої.

Маючи всі коефіцієнти першої ділянки дволанкової експоненціальної кривої, розраховуємо за виразом (4) координати її кінцевої точки, яка надалі приймається за початкову точку другої ділянки.

Переходимо до визначення коефіцієнтів другої ділянки складеної кривої. В точці перегину, де координата x дорівнює величині s , відомий кут нахилу дотичної α_s . Це надає можливість з виразу (3) отримати залежність для коефіцієнта c_2 :

$$c_2 = \operatorname{tg} \alpha_s + \frac{b_2}{a_2^2}. \quad (6)$$

При $x=s$ з рівняння (4) визначаємо координату y точки, яка знаходиться на межі між першою та другою ділянками дволанкової s -



подібної кривої. Знаходимо вираз для коефіцієнта d_2

$$d_2 = 2 \left(\frac{b_2}{a_2^3} - \frac{b_1}{a_1^3} \right) + s(c_1 - c_2) + d_1.$$

Для кінцевої точки дволанкової кривої маємо $x = 1$, $y' = \operatorname{tg} \alpha_2$. Підставивши ці значення до залежності (3), отримаємо вираз для коефіцієнта c_2 :

$$c_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \frac{b_2}{a_2} e^{a_2(1-s)} [a_2(1-s) - 1]. \quad (7)$$

Сумісне розв'язання рівнянь (6) і (7) визначає коефіцієнт b_2 :

$$b_2 = \frac{a_2^2 (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_s)}{1 + [a_2(1-s) - 1] e^{-a_2(1-s)}}.$$

Як і у випадку першої ділянки, другу похідну в кінцевій точці другої ділянки будемо визначати як деяку частку від екстремального значення другої похідної. Ця частка буде знаходитися завдяки коефіцієнту Q , який, як і коефіцієнт P , задається користувачем з вихідними даними. Отже, при $x = 1$ маємо $y'' = Q(y''_{\text{ext}})$. Звідси

$$Q = (s - 1) a_2 e^{1+a_2(1-s)}.$$

У цьому виразі тільки одна невідома величина, це коефіцієнт a_2 , який також знаходиться числовим методом.

Таким чином, визначені всі коефіцієнти першої і другої ділянки дволанкової s -подібної кривої.

На підставі запропонованого методу розроблено програму розрахунків і візуалізації отриманих результатів моделювання дволанкової s -подібної кривої.

На рис. 1 наведено п'ять дволанкових кривих, які моделювалися з однаковими значеннями кутів $\alpha_1 = 10^\circ$, $\alpha_2 = 25^\circ$ і $s = 0,7$ та однаковими значеннями параметрів $P = Q$ для кожної модельованої кривої. Розбіжність кривих пояснюється тим, що вказані параметри

варіювалися в межах від 0,1 до 0,9 з кроком 0,2. Нижня крива відповідає меншим значенням параметрів P і Q , верхня – найбільшим їх значенням. Маленькі кола на рис. 1 відповідають точці, в якій

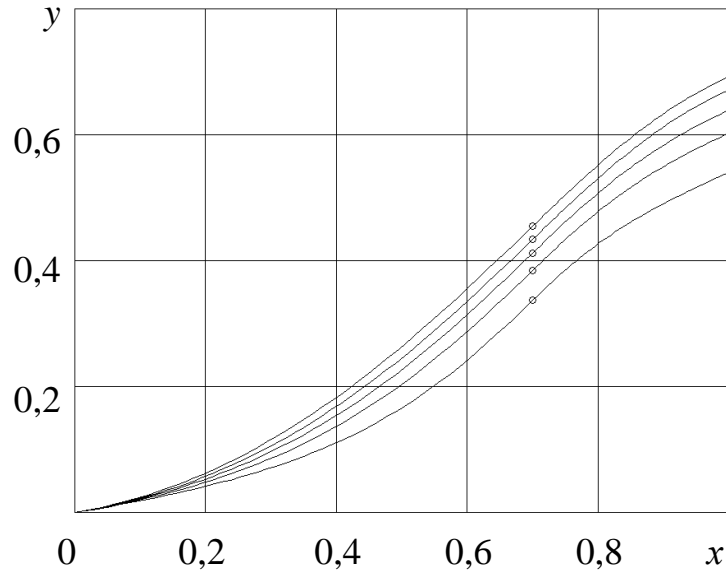


Рис. 1. Вплив параметрів P і Q на s -подібні криві

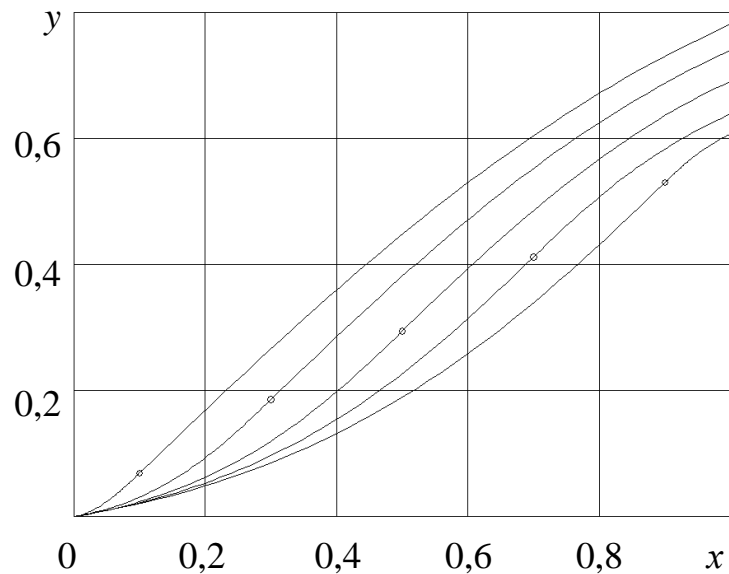


Рис. 2. Вплив абсциси точки перегину на s -подібні криві

відбувається перегин дволанкової s -подібної кривої. Зазначимо, що ордината кінцевої точки не задається, а визначається в процесі моделювання кривої. Отже, із збільшенням параметрів P і Q ордината кінцевої точки зростає.

На рис. 2 продемонстровано вплив координати s розташування точки перегину. Ця координата варіювалася в межах від 0,1 до 0,9 з кроком 0,2. Маленькі кола на цьому рисунку дозволяють визначитися, як ця координата впливає на характер проходження результуючих

кривих. Криві моделювалися з тими ж кутами, що й на попередньому рисунку. Щодо параметрів P і Q , то вони залишалися сталими і були рівними 0,5. Зазначимо, що при зменшенні s ордината кінцевої точки зростає.

Аналізуючи наведені графічні результати, можна прийти до висновку, що можна розробити алгоритм, за яким шляхом певного варіювання розглянутих вище параметрів можна забезпечити проходження дволанкової кривої через задану кінцеву точку модельованої кривої.

На рис. 3 для прикладу показані три теоретичні шпангоути кормової частини судна.

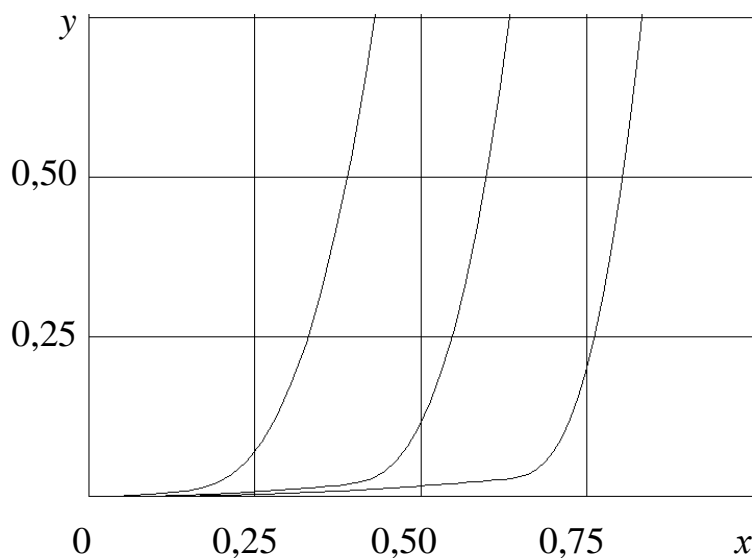


Рис. 3. Теоретичні шпангоути кормової частини судна

Висновки. Запропонований метод геометричного моделювання дволанкових s -подібних кривих базується на застосуванні ділянок експоненціальних кривих. Він дозволяє впливати на другі похідні в початковій та кінцевій точках модельованої кривої. Розроблений програмний продукт і проведені розрахунки підтвердили працездатність запропонованого методу. Подальші дослідження треба спрямувати на розробку заходів, які б забезпечували проходження складеної кривої через задану її кінцеву точку.

Література

1. Агарков, О. Ю. Моделювання складених кривих із застосуванням лінійних графіків розподілу кривини [Текст] / О.Ю. Агарков // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету "Прикладна геометрія та інженерна графіка". – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – Вип. 4. – Том 58. – С. 3 – 7.



2. *Борисенко В.* Моделювання плоских кривих у натуральній параметризації [Текст] / В. Борисенко, О. Агарков, К. Палько, М. Палько // Геометричне моделювання та інформаційні технології, 2016, № 1. – С. 23 – 27.
3. *Борисенко В.* Комп'ютерне моделювання плоских кривих стосовно до теоретичного креслення корпусу судна [Текст] / В. Борисенко, І. Устенко // Геометричне моделювання та інформаційні технології, 2016, № 2. – С. 22 – 28.
4. *Голованов, Н. Н.* Геометрическое моделирование [Текст] / Н.Н. Голованов. – М. : Физматлит, 2002. – 472 с.
5. *Устенко С.* Геометричне моделювання плоскої кривої із параболічною кривиною при заданому її відхиленні від лінійного розподілу [Текст] / С. Устенко, О. Синявін // Геометричне моделювання та інформаційні технології, 2016, № 1. – С. 109 – 115.
6. *Фокс, А.* Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве [Текст] / А. Фокс, М. Пратт. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
7. *Шикин, Е.В.* Кривые на плоскости и в пространстве [Текст] / Е.В. Шикин, М.М. Каменецкий. – М.: Фазис, 1997. – 325 с.
8. *Lockwood, E.H.* A book of curves [Text] / E. H. Lockwood. – Cambridge University Press, 1961. – 199 p.
9. *Farin, G.* Curves and surfaces for computer-aided geometric design: [a practical guide] [Text] / G. Farin. – Academic Press Inc., 1997. – 447 p.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХЗВЕННЫХ S-ОБРАЗНЫХ КРИВЫХ

В.Д. Борисенко, С.А. Устенко, Е.И. Друзь

Аннотация – работа посвящена геометрическому моделированию двухзвенной кривой, описываемой двумя экспонентами. Моделирование осуществляется таким образом, чтобы обеспечить составной кривой s-образную форму.

GEOMETRIC MODELING OF A TWO-TIER S-CURVE

V. Borisenko, S. Ustenko, E. Druz

Summary

The work is devoted to the geometric modeling of a two-tier curve described by two exponentials. Simulation is carried out so as to provide an integral s-shaped curve.



УДК 514.18

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ВЕКТОРНИХ ПОЛІВ У ТЕРМІНАХ ФУНКЦІЙ УЗАГАЛЬНЕНОГО ТРИВЕКТОРНОГО АРГУМЕНТУ

Малкіна В.М., д.т.н.

Строкань О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619) 42-20-32

Анотація - у статті запропонований спосіб побудови моделей векторних полів зі спеціальними диференціальними властивостями. Такі поля будуються на базі нових об'єктів – узагальнених тривекторів, завдяки спеціальним властивостям аналітичних функцій узагальненого тривекторного аргументу.

Ключові слова – апроксимація, векторне поле, ортонормований базис, крайові умови.

Постановка проблеми. При вирішенні задачі апроксимації векторних полів при умові, що саме апроксимуюче поле є розв'язком деякого диференціального рівняння шляхом побудови спеціального ряду за ортонормованим базисом виникає проблема побудови повного базисного набору елементарних векторних полів, які задовольняють цьому диференціальному рівнянню. Тому існує проблема розробки способу побудови повного ортонормованого набору векторних функцій із заданими диференціальними властивостями.

Аналіз останніх досліджень. У роботі [1] було введено новий геометричний об'єкт - узагальнений тривектор. Узагальнений тривектор – це чотиривимірний об'єкт, який представляє собою об'єднання трьох звичайних векторів $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3$, що виходять з однієї точки, і деякого скаляра. Для узагальнених тривекторів введено спеціальні операції [1] – сума узагальнених тривекторів, узагальнено-тривекторний добуток, скалярний добуток, множення на скаляр, та досліджено властивості цих операцій. Був побудований простір $\overline{\mathcal{R}}$ узагальнених тривекторів. У статті [2] було доведено, що узагальнений тривектор можна представити у вигляді



$$\bar{R} = x\bar{I} + y\bar{J} + z\bar{K} + t\bar{1}, \quad (1)$$

де $\bar{I}, \bar{J}, \bar{K}, \bar{1}$ – спеціальний базис простору $\bar{\mathfrak{R}}$, що є ортонормованим з точки зору скалярного добутку, тобто

$$\begin{aligned} (\bar{I} \cdot \bar{I}) &= (\bar{J} \cdot \bar{J}) = (\bar{K} \cdot \bar{K}) = 1 \\ (\bar{I} \cdot \bar{J}) &= (\bar{J} \cdot \bar{K}) = (\bar{K} \cdot \bar{I}) = 0 \\ (\bar{I} \cdot \bar{1}) &= \bar{I}, (\bar{J} \cdot \bar{1}) = \bar{J}, (\bar{K} \cdot \bar{1}) = \bar{K}, (\bar{1} \cdot \bar{1}) = \bar{1}. \end{aligned}$$

У статті [3] вводилися поняття аналітичної функції від узагальненого тривекторного аргументу $f(\bar{R})$, інтеграла від функції узагальненого тривекторного аргументу (1).

Постановка завдання. Розробити спосіб побудови моделей векторних полів на базі аналітичних функцій узагальненого тривекторного аргументу, які мають спеціальні диференціальні властивості.

Основна частина. Розглянемо функцію $f(\bar{R})$, яка є аналітичною функцією від тривекторного аргументу $\bar{R} = x\bar{I} + y\bar{J} + z\bar{K}$ і має вигляд

$$f(\bar{R}) = u(x, y, z)\bar{I} + v(x, y, z)\bar{J} + w(x, y, z)\bar{K} + \varphi(x, y, z)\bar{1} = \bar{K} + k, \quad (2)$$

де \bar{K} – тривекторна частина узагальненого тривектора $f(\bar{R})$,
 k – скалярна частина узагальненого тривектора $f(\bar{R})$.

Розглянемо тривекторну частину \bar{K} функції (2). Як було доведено в [1], \bar{K} можна представити у вигляді

$$\begin{aligned} \bar{K} &= f_0(\bar{I} + \bar{J} + \bar{K}) + f_1(\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) + f_2(-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) + \\ &+ f_3(-\bar{I} - \bar{J} + \bar{K}) = \bar{K}_0 + \bar{K}_1 + \bar{K}_2 + \bar{K}_3, \end{aligned} \quad (3)$$

де $f_0 = f(x + y + z);$
 $f_1 = f(x - y - z);$
 $f_2 = f(-x + y - z);$
 $f_3 = f(-x - y + z).$



Кожний із тривекторів $\bar{K}_0, \bar{K}_1, \bar{K}_2, \bar{K}_3$ задає деяке потенціальне векторне поле.

Розглянемо, приміром, поле, визначене тривектором \bar{K}_2 .

$$\bar{K}_2 = f_2(-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) = f(-x + y - z)(-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}). \quad (4)$$

Функція $f(-x + y - z)$ постійна в точках площини $-x + y - z = C$ ($C = const$). Тривектор $-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K} = \bar{L}_1$ «перпендикулярний» цієї площини (в змісті скалярного добутку), тобто спрямований по «нормалі» до неї.

Побудуємо у просторі нову ортогональну узагальнено-тривекторну систему координат $\bar{I}, \bar{J}, \bar{K}$. Одну з координатних осей направимо уздовж тривектора \bar{L}_1 . Дві інші осі направимо «паралельно» площині $-x + y - z = C$. У цій системі координат поле, визначене тривектором (4) прийме вигляд

$$\bar{K}_2 = \tilde{u}_1 \tilde{L}_1 + \tilde{v}_1 \tilde{L}_2 + \tilde{w}_1 \tilde{L}_3, \quad (5)$$

де \tilde{u} не залежить від y, z , $\tilde{v} = 0, \tilde{w} = 0$.

Розглянемо ротор поля \bar{K}_2

$$rot \bar{K}_2 = \left\{ \frac{\partial \tilde{w}}{\partial y} - \frac{\partial \tilde{v}}{\partial z}; \frac{\partial \tilde{u}}{\partial z} - \frac{\partial \tilde{w}}{\partial x}; \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x} - \frac{\partial \tilde{u}}{\partial y} \right\} = \{0, 0, 0\}.$$

Таким чином, поле \bar{K}_2 є потенційним.

За аналогією, дійдемо висновку, що і поля $\bar{K}_0, \bar{K}_1, \bar{K}_3$ потенційні, а значить і суперпозиція полів $\bar{K}_0, \bar{K}_1, \bar{K}_2, \bar{K}_3$ так само є потенційним полем.

Таким чином, тривекторна частина деякої аналітичної узагальнено-тривекторної функції від тривекторного аргументу задає деяке потенціальне поле.



Проведемо аналіз соленоїдальних полів, для цього розглянемо деяку функцію

$$f = u(x, y, z)\bar{I} + v(x, y, z)\bar{J} + w(x, y, z)\bar{K}, \quad (6)$$

що утворює потенціальне поле. Побудуємо функцію

$$\tilde{f} = u(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})\bar{I} + v(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})\bar{J} + w(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})\bar{K}, \quad (7)$$

де $\tilde{x} = y - z$;

$\tilde{y} = z - x$;

$\tilde{z} = x - y$.

(8)

Функція (7) задає соленоїдальне поле, тобто поле, дивергенція якого дорівнює нулю.

Дійсно, функція (6) задає потенціальне поле, тому $rot(f) = 0$.

Отже,

$$u_y = v_x, \quad v_z = w_y, \quad w_x = u_z. \quad (9)$$

Визначимо дивергенцію поля (7), а саме

$$\begin{aligned} div(\tilde{f}) &= u_{\tilde{x}} + v_{\tilde{y}} + w_{\tilde{z}} = (u_x x_{\tilde{x}} + u_y y_{\tilde{x}} + u_z z_{\tilde{x}}) + (v_x x_{\tilde{y}} + v_y y_{\tilde{y}} + \\ &+ v_z z_{\tilde{y}}) + (w_x x_{\tilde{z}} + w_y y_{\tilde{z}} + w_z z_{\tilde{z}}) = (-u_y + u_z) + (v_x - v_z) + \\ &+ (-w_x + w_y) = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Таким чином доведено, що функція \tilde{f} породжує соленоїдальне поле.

Якщо у виразу (2) здійснити заміну (8), то тривекторна частина функції $f(R)$ буде описувати соленоїдальне поле.

Дійсно,

$$\begin{aligned} \tilde{f}_0 &= f(x + y + z) = f((\tilde{y} - \tilde{z}) + (\tilde{z} - \tilde{x}) + (\tilde{x} - \tilde{y})) = 0; \\ \tilde{f}_1 &= f(x - y - z) = f((\tilde{y} - \tilde{z}) - (\tilde{z} - \tilde{x}) - (\tilde{x} - \tilde{y})) = f(2(\tilde{y} - \tilde{z})); \\ \tilde{f}_2 &= f(2(\tilde{z} - \tilde{x})); \quad \tilde{f}_3 = f(2(\tilde{x} - \tilde{y})). \end{aligned} \quad (11)$$



Векторна частина функції (2) після заміни (10) має вигляд

$$\begin{aligned}\tilde{K} &= \tilde{f}_1(\bar{I} - \bar{J} - \bar{K}) + \tilde{f}_2(-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) + \tilde{f}_3(-\bar{I} - \bar{J} + \bar{K}) = \\ &= \tilde{K}_1 + \tilde{K}_2 + \tilde{K}_3.\end{aligned}\quad (12)$$

Функції $\tilde{f}_1, \tilde{f}_2, \tilde{f}_3$ постійні на площинах $\tilde{y} - \tilde{z} = C_1$, $\tilde{z} - \tilde{x} = C_2$, $\tilde{x} - \tilde{y} = C_3$ відповідно (C_1, C_2, C_3 – деякі константи). Розглянемо, приміром, \tilde{K}_2 .

$$\tilde{K}_2 = f(2(\tilde{z} - \tilde{x}))(-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) = \tilde{f}_2 \tilde{L}_1. \quad (13)$$

Тривектор $\bar{T} = -\bar{I} + \bar{K}$ спрямований “перпендикулярно” до площини $\tilde{z} - \tilde{x} = C_2$.

Розглянемо скалярний добуток тривектора \bar{T} і тривектора $\tilde{L}_1 = (-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K})$.

$$\begin{aligned}(\bar{T} \cdot \tilde{L}_1) &= (-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K}) \cdot (-\bar{I} + \bar{K}) = (\bar{I} \cdot \bar{I}) - \\ &- (\bar{K} \cdot \bar{K}) + (\bar{J} \cdot \bar{\Theta}) = 0\end{aligned}\quad (13)$$

Отже, тривектори $\tilde{L}_1 = (-\bar{I} + \bar{J} - \bar{K})$ і \bar{T} “перпендикулярні”. Значить \tilde{L}_1 є “паралельним” до площини $\tilde{z} - \tilde{x} = C_2$, на якій функція \tilde{f}_2 постійна.

Узагальнюючи викладене, можна сказати, що соленоїдальне поле задає функція

$$f(\tilde{R}) = \varphi(X)(m\bar{J} + n\bar{K}), \quad (14)$$

де X – ось, «перпендикулярна» тривекторам \bar{J} і \bar{K} .

Висновки. У статі запропоновано спосіб побудови набору векторних потенціальних і соленоїдальних полів на основі аналітичних функцій узагальнено-тривекторного аргументу. Запропонований спосіб дозволяє будувати базисний набір елементарних векторних полів



та будувати спеціальні ряди у вигляді розкладання за таким ортонормованим базисом.

Література

1. Малкіна В.М. Побудова кільця узагальнених тривекторів / В.М. Малкіна. Праці Тавр. держ. агр.акад. –Мелітополь: ТДАТА, 2001, т.13, вип.4, с.91-94.
2. Малкіна В.М. Побудова алгебри тривекторів/ В.М. Малкіна, В.М Найдиш. Прикл. геом. та інж. граф. – К.: КДТУБА, 2001, вип. 68. с. 11-15.
3. Малкіна В.М. Дослідження аналітичних функцій узагальнено тривекторного аргументу/В.М. Малкіна. Праці Тавр. держ. агр. академ. Мелітополь, ТДАТА, 2002, т. 16, вип. 4, с. 69-72.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ В ТЕРМИНАХ ФУНКЦИЙ ОБОЩЕННОГО ТРИВЕКТОРНОГО АРГУМЕНТА

В.М. Малкина, О.В. Строкань

Аннотация - в статье предложен способ построения моделей векторных полей со специальными дифференциальными свойствами. Такие поля строятся на базе новых объектов – обобщенных тривекторов, благодаря специальным свойствам аналитических функций обобщенного тривекторного аргумента.

MODELING OF VECTOR FIELDS IN TERMS OF FUNCTIONS OF GENERALIZED 3-VECTOR ARGUMENT

V.Malkina, O. Strokan

Summary

In article the way of construction of models of vector fields with special differential properties is offered. Such fields are under construction on the basis of new objects - generalized 3-vector, due to special properties of analytical functions generalized 3-vector argument.



УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕРІЗІВ ПОВЕРХНІ ДОТИКУ ДВОХ НЕОРІЄНТОВАНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ

Соболь О.М., д.т.н.,

Безугла Ю.С.

Національний університет цивільного захисту України,

Тел. (068) 962-81-39

Анотація – в роботі наведено метод побудови множини перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Показано загальну структуру розробленого методу та наведено приклад побудови зазначеної множини перерізів.

Ключові слова – неорієнтований об'єкт, переріз поверхні дотику.

Постановка проблеми. На теперішній час актуальною науково-прикладною проблемою є розвиток моделей та методів розв'язання класу задач оптимізаційного геометричного проектування, до якого відносяться задачі оптимального розміщення, покриття та розбиття геометричних об'єктів, а також задачі проведення оптимальних трас. Серед задач оптимального розміщення геометричних об'єктів одними з найменш досліджених є задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях. Основною складністю при розв'язанні даних задач є формалізація умов взаємного неперетину неорієнтованих об'єктів розміщення та умов належності зазначених об'єктів заданій області. Це обумовлено такими причинами:

– необхідністю врахування додаткового параметру розміщення, що являє собою кут повороту локальної системи координат неорієнтованого об'єкта. Це призводить до того, що у просторі параметрів розміщення геометричних об'єктів необхідно побудувати



не замкнений контур, а поверхню їх дотику для опису зазначених вище умов;

– при зміні значень кутів повороту локальних систем координат неорієнтованих об'єктів на криволінійних елементах їх границь будуть з'являтися точки екстремуму, що знаходяться всередині відповідних сторін. Це унеможливило застосування відомих методів геометричного моделювання умов дотику зазначених об'єктів.

Таким чином, моделювання поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями (при дискретній зміні кутів повороту локальних систем координат об'єктів розміщення – перерізів поверхні дотику) є актуальною науково-прикладною задачею, що сприятиме вирішенню вищенаведеної проблеми.

Аналіз останніх досліджень. Постановка задачі оптимального розміщення неорієнтованих плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями наведена у роботі [1]. Геометрична інформація про об'єкти та область розміщення проаналізована у роботі [2]. В публікаціях [3-5] наведено загальну модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язній області та досліджено її особливості.

Формулювання цілей статті (постановка задачі). В даній роботі необхідно здійснити моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями для подальшої формалізації обмежень загальної оптимізаційної моделі.

Основна частина. Нехай задано два плоских неорієнтованих геометричних об'єкта з кусочно-нелінійними границями $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ та $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ так, як це наведено в [2]. Геометрична інтерпретація умови дотику даних об'єктів здійснюється за умови, що параметри розміщення одного з об'єктів фіксуються $S_i(0,0,0)$, а інший об'єкт $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ є рухомих. У даному випадку кількість параметрів розміщення рухомого об'єкта дорівнює 3, тому умова дотику двох



плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями в системі координат нерухомого об'єкта може бути представленою за допомогою поверхні. Зазначена поверхня задається перерізами, причому кожний переріз являє собою замкнений контур дотику двох об'єктів, побудований для відповідного значення кута повороту θ_j . Таке завдання поверхні обумовлено тим, що у кожному перерізі кількість вершин замкненого контуру, а також послідовність нелінійних та лінійних елементів границі контуру буде змінюватись, що унеможливує побудову неперервної поверхні дотику.

Таким чином, загальна структура методу побудови перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями буде такою:

1. Фіксація параметрів розміщення об'єкта $S_i(0,0,0)$, при цьому об'єкт $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ є рухомим. Завдання параметру дискретизації n_d , який визначає кількість перерізів поверхні дотику та значення кута повороту θ_j власної системи координат рухомого об'єкта.

2. Для кожного $\theta_{j,d+1} = d \cdot \frac{2\pi}{n_d}$, $d = 0, \dots, n_d - 1$, $n_d > 0$,

здійснюється побудова множини фрагментів (враховуються можливі точки екстремуму всередині сторін об'єктів) перерізу $\gamma_{ji,d+1}$ поверхні дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$.

3. Формування множини перерізів $\gamma_{ji,d+1}$, $d = 0, \dots, n_d - 1$, поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями.

Розглянемо побудову перерізу поверхні дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$. Для цього, перш за все, необхідно сформуванню множини фрагментів контуру дотику зазначених об'єктів для відповідного кута повороту θ_j , а потім, використовуючи одержані фрагменти, зібрати замкнений контур, що буде являти собою переріз поверхні дотику.

Побудова фрагментів контуру дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$ здійснюється так, як це наведено на рис. 1.

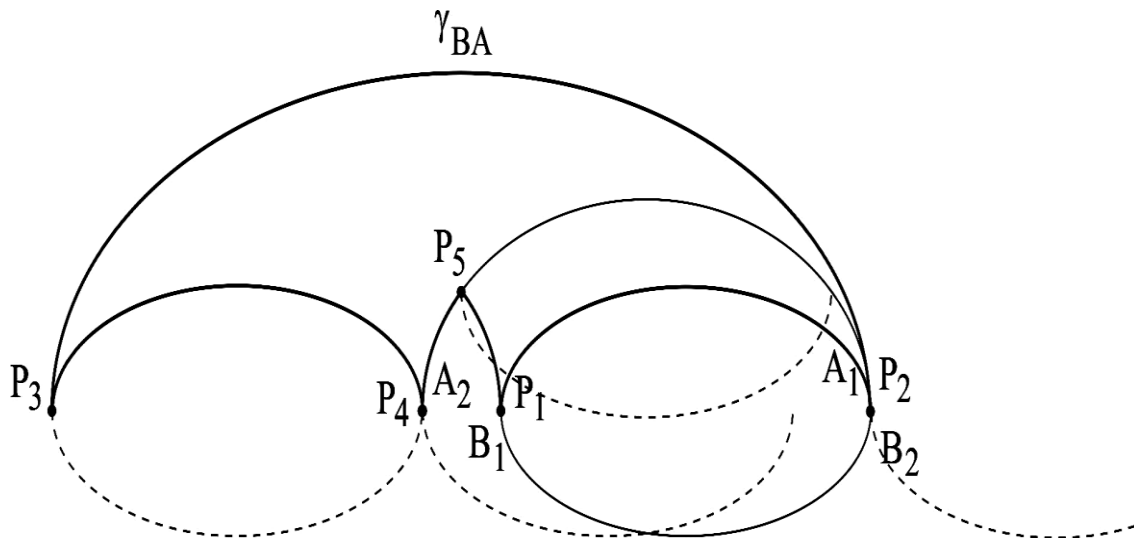


Рис. 1. Побудова контуру дотику γ_{BA} сторони рухомого об'єкта B_1B_2 відносно сторони нерухомого об'єкта A_1A_2

Нехай елемент границі об'єкта $S_i(0,0,0)$ заданий за допомогою фрагменту кривої другого порядку A_1A_2 , а елемент границі об'єкта $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ – за допомогою фрагмента кривої другого порядку B_1B_2 . Необхідно побудувати контур дотику, що утворюється під час руху сторони B_1B_2 відносно сторони A_1A_2 .

Оскільки умови завершення побудови такого контуру не завжди є очевидними, то запропоновано здійснювати побудову замкненого контуру дотику сторін рухомого та нерухомого об'єктів з кусочно-нелінійними границями (рис. 1).

Очевидно, що геометрична інтерпретація контуру γ_{BA} залежить від взаємного положення сторін B_1B_2 та A_1A_2 . Наприклад, на рис. 2 наведено побудову замкненого контуру дотику сторін двох неорієнтованих об'єктів для випадку, коли сторону B_1B_2 повернуто на відповідний кут θ_j .

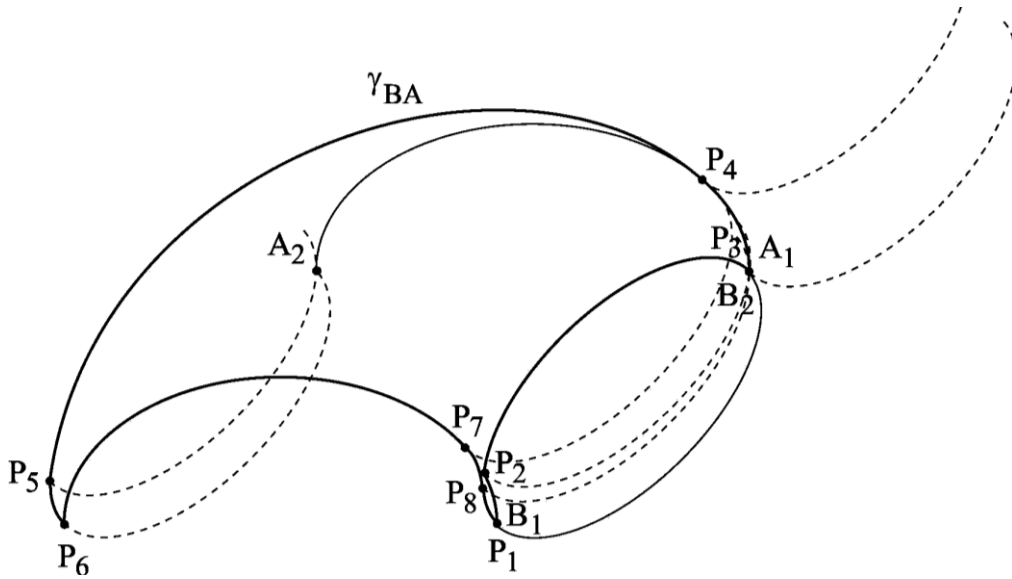


Рис. 2. Побудова контуру дотику γ_{BA} повернутої на кут θ_j сторони рухомого об'єкта B_1B_2 відносно сторони нерухомого об'єкта A_1A_2

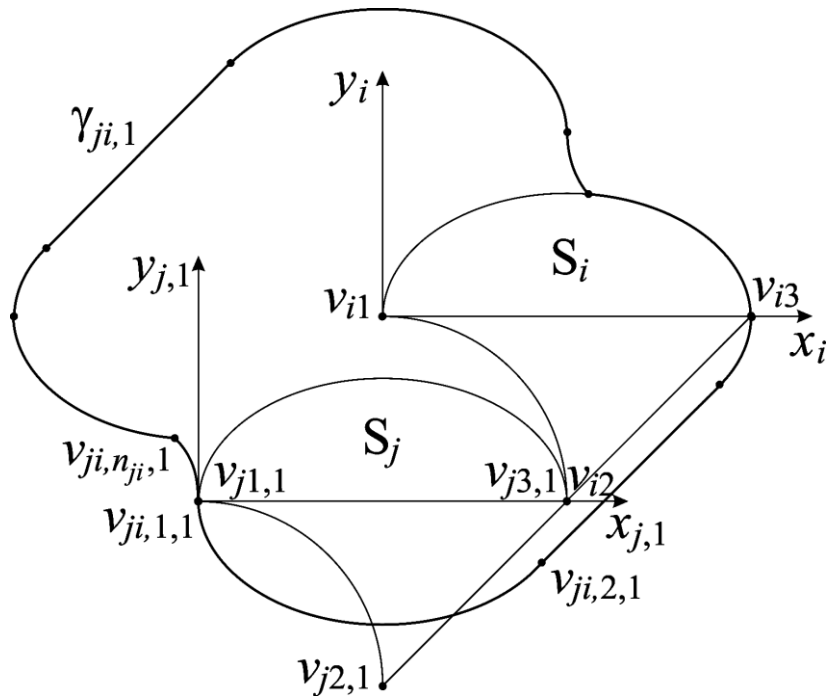


Рис. 3. Побудова перерізу $\gamma_{ji,1}$ поверхні дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$ при $\theta_{j,1} = 0$

Таким чином, здійснюється побудова контурів дотику кожної сторони рухомого об'єкта $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ відносно кожної сторони нерухомого об'єкта $S_i(0,0,0)$. Після одержання множини контурів дотику сторін об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$ здійснюється формування перерізу $\gamma_{ji,1}$ поверхні їх дотику так, як це показано на рис. 3.

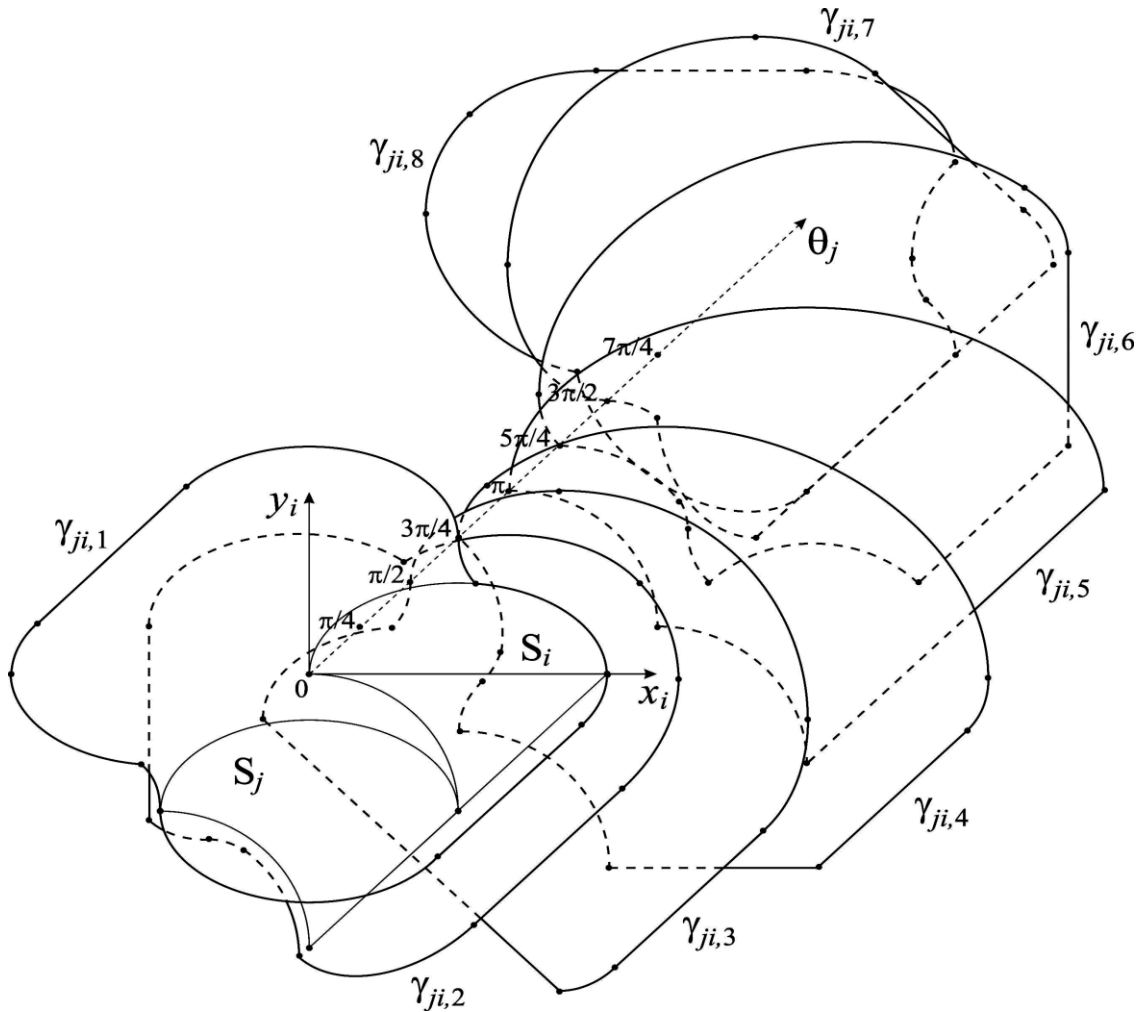


Рис.4. Множина перерізів $\gamma_{ji,d+1}$, $d = 0, \dots, n_d - 1$, поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями для $n_d = 8$

Аналогічно здійснюється побудова всіх перерізів поверхні дотику об'єктів $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ та $S_i(0,0,0)$ для відповідних значень параметра дискретизації n_d кута повороту θ_j . На рис. 4 наведено побудову множини перерізів поверхні дотику двох плоских



неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями для $n_d = 8$.

Слід зазначити, що моделювання зазначеної множини перерізів поверхні дотику для кожної пари неорієнтованих об'єктів дозволило формалізувати умови їх взаємного неперетину та розробити обґрунтовані методи розв'язання задачі оптимального розміщення даних об'єктів у багатозв'язних областях.

Висновки. В даній роботі здійснено моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Наведено загальну структуру розробленого методу побудови множини перерізів поверхні дотику зазначених об'єктів, показано спосіб одержання фрагментів контуру дотику об'єктів розміщення, з яких здійснюється подальше збирання перерізу поверхні дотику. Наведено множину перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями для відповідного значення параметра дискретизації кута повороту локальної системи координат рухомого об'єкта. Подальші дослідження будуть спрямовані на деталізацію метода побудови перерізів поверхні дотику плоского неорієнтованого об'єкта з кусочно-нелінійними границями та багатозв'язної області розміщення.

Література

1. *Комяк В.М.* Постановка задачі оптимального розміщення неорієнтованих плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *В.М. Комяк, О.М. Соболев, Ю.С. Чапля* // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип. 91. – К.: КНУБА, 2013. – С. 127-130.
2. *Чапля Ю.С.* Геометрична інформація в задачах оптимізації розміщення плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *Ю.С. Чапля, А.В. Попова, О.М. Соболев* // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності» (22-23 квітня 2014 р., м. Київ). – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 214-219.
3. *Комяк В.М.* Математична модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *В.М. Комяк, О.М. Соболев, Ю.С. Чапля* // Вестник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2014. – Вып. 3(50). – С. 300-305.



4. Чапля Ю.С. Загальна модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язній області / Ю.С. Чапля, О.М. Соболев // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми механіки та фізико-хімії конденсованого стану речовини» (17-19 вересня 2015 р. м. Миколаїв). – Миколаїв: МНУ, 2015. – С. 242-245.
5. Чапля Ю.С. Модель та метод оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язній області / Ю.С. Чапля // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: ХНТУ, 2015. – Вып. 3(54). – С. 625-629.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЧЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ КАСАНИЯ ДВУХ НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С КУСОЧНО-НЕЛИНЕЙНЫМИ ГРАНИЦАМИ

А.Н. Соболев, Ю.С. Безуглая

Аннотация – в работе приведен метод построения множества сечений поверхности касания двух плоских неориентированных геометрических объектов с кусочно-нелинейными границами. Показана общая структура разработанного метода и приведен пример построения указанного множества сечений.

MODELING THE SECTIONS OF SURFACE FOR THE CASE OF OSCULATION OF TWO NON-ORIENTED GEOMETRIC OBJECTS WITH SECTIONAL NONLINEAR BORDERS

O. Sobol, Yu. Bezugla

Summary

The paper describes the method for construction set of the sections of surface for the case of osculation of two flat non-oriented geometric objects with sectional nonlinear borders. The general structure of the developed method is shown; a sample of constructed set of the sections is given.



УДК 514.18 + 681.3.06

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУЛАЧКІВ ЗУБОЗАТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ У CAD – СИСТЕМІ UNIGRAPHICS

Мацулевич О.Є., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-68-44

Анотація – в роботі пропонується методика геометричного моделювання робочих поверхонь кулачків зубозаточувальних верстатів для автоматизації процесу проектування функціональних поверхонь двокулачкового механізму заточування інструментальних полотен лісопильної техніки на прикладі верстату ЗК-327 «Тайга» та комп'ютерна реалізація запропонованої методики у CAD – системі Unigraphics.

Ключові слова – дискретно-представлена крива (ДПК), супроводжуюча ламана лінія (СЛЛ), кулачковий механізм, прямолінійна ділянка, механізм «кулачок-штовхач», кулачок, штовхач, полярні координати профілю кулачка, аналоги швидкості та прискорення, полоса диф-проекцій, супроводжуюча ламана лінія, конструкторський додаток NX середовища Unigraphics.

Постановка проблеми. Існуючі зубозаточувальні верстати мають механічні копіювальні пристрої з багаторазово повторюваною дією виконавчого елемента. Такого роду пристрої застосовуються для розв'язання багатьох практичних задач, де потрібна проста, періодичність рухів, наприклад, при заточенні інструментальних полотен лісопильної техніки. Задачі забезпечення сталої періодичності руху робочого органу верстату з успіхом вирішуються за допомогою кулачкових механізмів, які відповідають вимогам надійності, простоти та легкості обслуговування.

Однак, при повторному заточуванні вже виготовленого полотна, виникають проблеми досягнення необхідної точності збігу профілю зуба вихідного полотна (від виготовлювача) із профілем, отриманим після заточення. Це пов'язано з похибками при розрахунку координат точок профілю кулачка-копіра, який відповідає за траєкторію переміщення зубозаточувальної головки і від яких, напряму, залежить точність профілю заточеного полотна. Усунення зазначеного недоліку



можливо завдяки застосуванню полярної системи координат при моделюванні робочих поверхонь кулачків.

Аналіз останніх досліджень. У попередніх дослідженнях [1,2] розглядалась методика геометричного профілювання кулачків газорозподільних механізмів двигунів внутрішнього згорання в полярній системі координат. В якості вихідних даних було обрано табличний закон руху штовхача. Отриманий, за пропонованою методикою, профіль кулачка цілком задовольняв вимогам, які висуваються до роботи газорозподільних механізмів ДВЗ.

Однак, для моделювання кулачкових механізмів заточувальних пристроїв із застосуванням вже існуючої та пропонованої [1,2] методик, виникає ряд недоліків.

Всі ці недоліки пов'язані з тим, що дискретні координати профілів кулачків задані мінімальною їх кількістю при достатньо великій швидкості обертання розподільчих валів двигунів. Описаний профіль такого кулачка спіралеподібною замкненою ламаною лінією за методикою, пропонованою у роботах [1,2], має багатогранну поверхню з прямолінійними ділянками великої довжини. І, якщо, для швидкохідних кулачкових механізмів цей фактор не має великого впливу на якісну роботу механізму, то, для кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дуже важлива відсутність прямолінійних ланок профілю кулачка великої довжини для забезпечення їх надійної та якісної роботи

Формулювання цілей статті. В даній статті пропонується методика геометричного проектування профілю робочої поверхні кулачка зубозаточувального верстату ЗК-327 «Тайга» із корекцією прямолінійних ділянок дискретно проєдставленої кривої точок профілю кулачка у полярній системі координат та програмна реалізація процесу автоматизацорованого комп'ютерного моделювання профілю кулачка у CAD – системі Unigraphics.

Основна частина. На рисунку 1 зображення верстату ЗК-327 «Тайга» для виготовлення, заточування та переточування стрічкових пил для пилорамних комплексів, а на рисунку 2 – схема двокулачкового заточувального пристрою верстату ЗК-327 «Тайга»



Рис.1. Зовнішній вигляд двокулачкового заточувального верстату 3К-327 «Тайга»

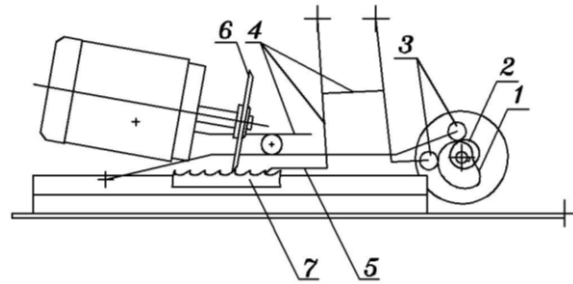
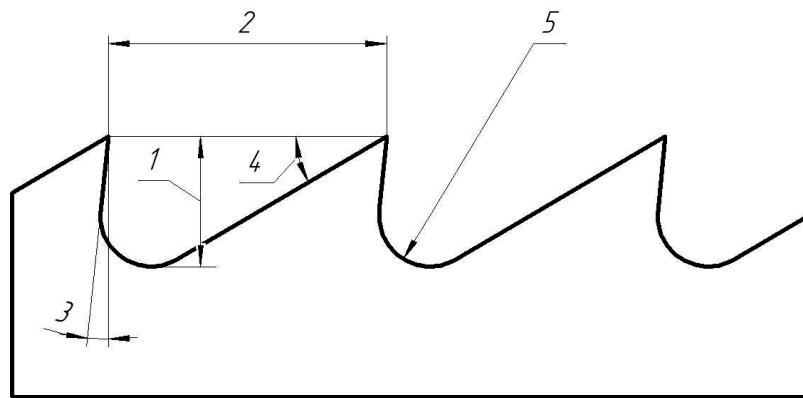


Рис. 2 Схема двокулачкового заточувального пристрою верстату 3К-327 «Тайга»

Згідно запропонованої методики проектування процес проектування профілю кулачка розбивається на декілька етапів.

На першому етапі визначаються полярні координати точок профілю кулачка, який забезпечує заданий закон переміщення зубозаточувальної головки верстату. Вихідними даними для подальших розрахунків є профіль зуба стрічкової пили. Геометричну схему профілю зуба представлено на рис.3.



1 – висота зуба; 2 – крок зуба; 3 – передній кут зуба;
4 – задній кут зуба; 5 – радіус основи зуба

Рис.3. Геометрична схема профілю зуба стрічкової пили

На основі геометричної схеми профілю зуба визначається таблично заданий закон руху штовхача кулачкового механізму зубозаточувального верстату.

Взявши за основу отриманий табличний закон руху штовхача та використовуючи відому методику [2], визначаються полярні координати точок профілю кулачка.

Як було зазначено вище, для кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дуже важлива відсутність прямолінійних ланок профілю кулачка великої довжини для забезпечення їх надійної та якісної роботи, а, при використанні розрахункової схеми отримання полярних координат точок профілю кулачка [2] виникнення прямолінійних ланок дискретно представленої криваї (ДПК) профілю неменуче. Тому виникає необхідність корекції прямолінійних ділянок спіралеподібної ДПК профілю кулачка.

Для виконання такої корекції пропонується алгоритм згущення прямолінійних ділянок спіралеподібних ДПК на основі кутів суміжності ланок супровідної ламаної лінії (СЛЛ). Розглянемо геометричну схему прямолінійної ділянки СЛЛ, наведену на рис.4.

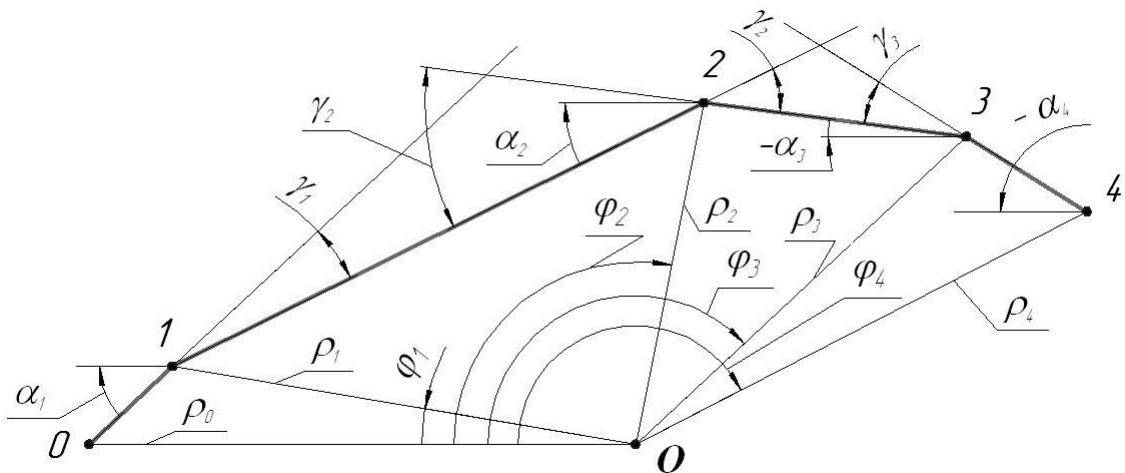


Рис. 4 Геометрична схема прямолінійної ділянки СЛЛ

де ρ_i радіус-вектори точок на довільній сітці кутів φ_i , $i=\overline{0,n}$;

α_i - кути нахилу ланок супроводжуючої ламаної лінії (СЛЛ) до горизонтальної осі;

γ - кути суміжності ланок СЛЛ

В якості критерію опуклості моделюючої ДПК виступають суміжні кути γ_i нахилу ланок супровідної ламаної лінії (СЛЛ).

Алгоритм згущення прямолінійних ділянок полягає в наступному:

1. Визначаємо значення кутів суміжності ланок супровідної ламаної лінії (в нашому випадку – кутів γ_1 та γ_2 (див. рис.4));

2. Знаходимо значення прирощення Δ кутів суміжності за формулою

$$\Delta = \frac{|\gamma_2 - \gamma_1|}{m}, \quad (1)$$

де m – кількість ланок СЛЛ після згущення;

3. Розраховуємо значення радіус – векторів згущеної ланки.

Для розрахунку значень радіус – векторів згущеної прямолінійної ділянки СЛЛ в загальному випадку розглянемо схему, наведену на рис. 5.

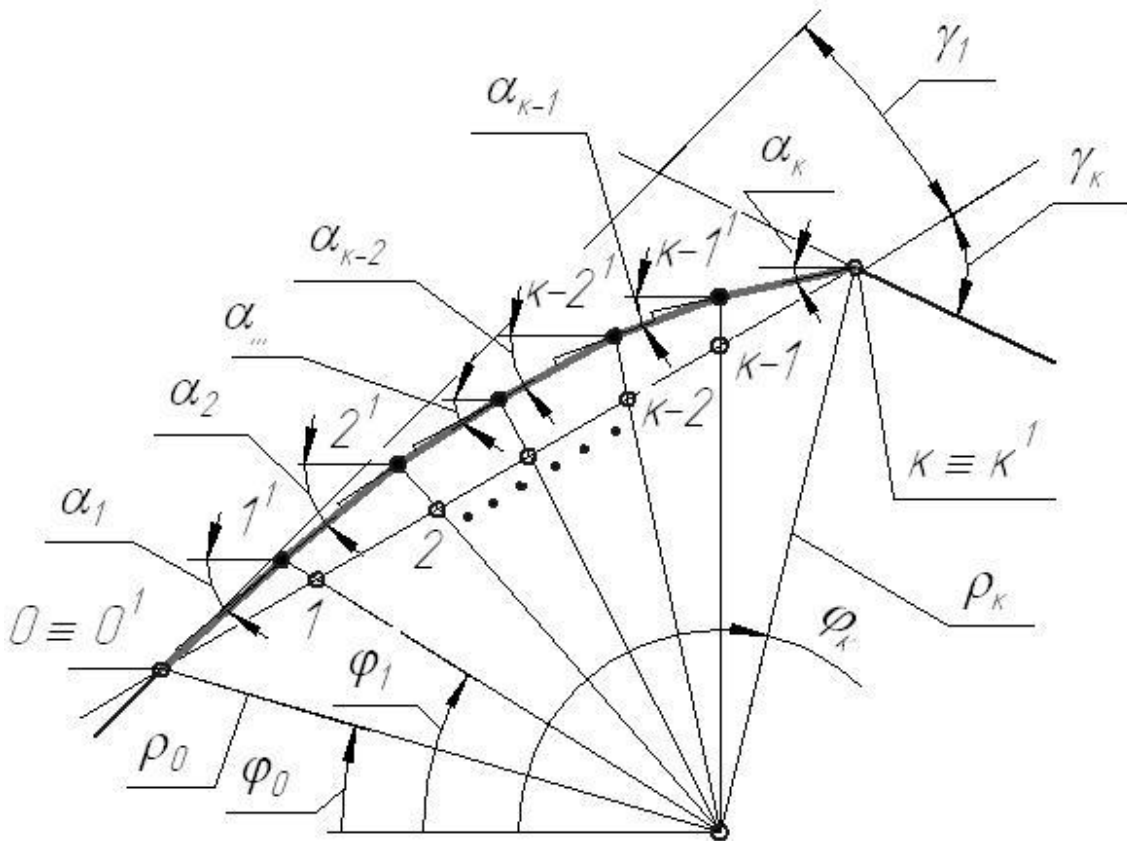


Рис 5. Згущення прямолінійної ділянки $(0;k)$ СЛЛ

В загальному вигляді отримання значень полярних радіусів на ділянці $(0;k)$ має вигляд:



$$\rho_k = \rho_0 \cdot \frac{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-1)\Delta + \varphi_{k-1})}{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-1)\Delta + \varphi_k)} \cdot \frac{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-2)\Delta + \varphi_{k-2})}{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-2)\Delta + \varphi_{k-1})} \times \dots \times \frac{\sin(\bar{\alpha} + m\Delta + \varphi_0)}{\sin(\bar{\alpha} + m\Delta + \varphi_1)}; \quad (2)$$

де k - кількість точок, обраних на прямолінійній ділянці, $\bar{\alpha}$ - кут нахилу прямолінійної ділянки до полярної осі.

На другому етапі моделювання профілю кулачка, після розрахунку остаточних координат точок профілю, здійснюється побудова тривимірної моделі спроектованого кулачка в середовищі Unigraphis.

Процес моделювання здійснюється у діалоговому режимі між комп'ютером і користувачем.

Інтерфейс програми, на основі якого буде проводитися діалог оператора-користувача та програмного забезпечення, представлений головною формою програми, на якій розміщено функціональні області для введення та представлення отриманих даних, набір кнопок для виклику обробника події натискання кнопки згідно закладеного алгоритму, повного меню інструментальної панелі з дублюванням кнопок присутніх в головній області в традиціях «класичної інструментальної панелі».

Зображення головного вікна програми (рис. 6) умовно розбито на дві табличні частини: першу – для введення початкових даних; другу – для представлення отриманих результатів розрахунку. Зміст функціональних складових розподілений в області головного вікна таким чином, щоб досягнути наступних якісних характеристик розробленого інтерфейсу:

- оптимальної інтуїтивності інтерфейсу;
- максимальної відповідності до умов розв'язання реалізованого програмним забезпеченням завдання;
- зручності організації ведення розрахунків та представлення вихідної та отриманої інформації;
- відповідного презентаційного вигляду, при дотриманні умов раціонального розміщення функціональних елементів програми, відповідних кольорових характеристик;

- високої інформативності інтерфейсу, завдяки відсутності нагромадження великої кількості інформації в головному вікні, її виведення підлеглими формами за потребою користувача.

Комп’ютерне моделювання профілю кулачка проводяться на основі закладених в програмний продукт кінематичних залежностей, що виникають в механізмі «кулачок-штовхач» під впливом загальних залежностей всього кулачкового механізму приводу руху зубозаточувальної головки верстату.

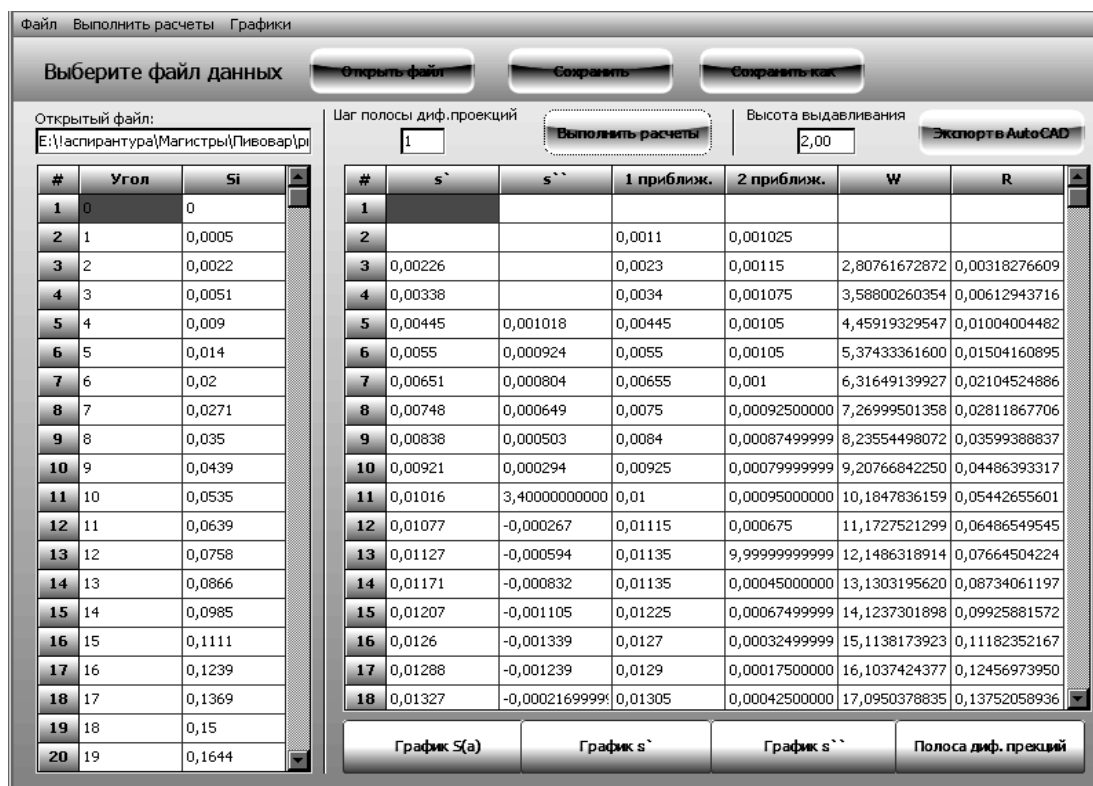


Рис. 6 - Результат обработки входных данных

Для наочного контролю процесу моделювання користувач має змогу побудувати графіки отриманих залежностей, щоб мати змогу виявити осцилюючі ділянки і своєчасно внести зміни.

Заключним етапом роботи програми є отримання полярних координат та побудова профілю кулачка механізму приводу руху зубозаточувальної головки верстату, на основі конструкторського додатку NX у середовищі Unigraphics. Вікно автоматично побудованої 3D моделі кулачка зображене на рисунку 7.

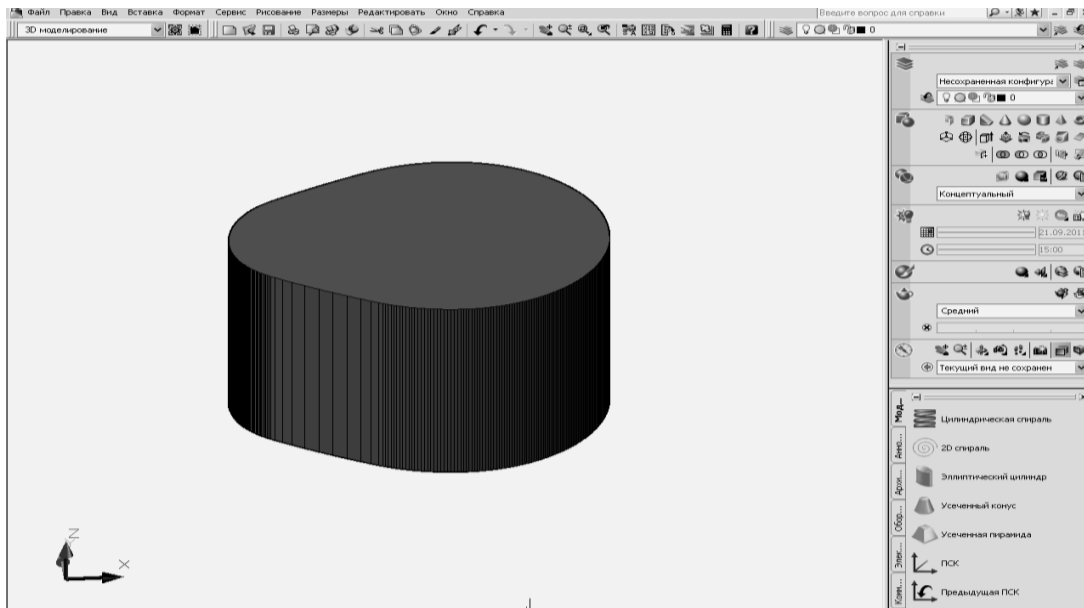


Рис. 7 – Генерована 3D-модель кулачка

Розроблена на основі застосування конструкторського додатку NX середовища Unigraphics 3D-модель кулачка береться за основу при розробці керуючої програму для станка з ЧПУ в програмному забезпеченні середовища Unigraphics, а саме – модуля підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ NX CAM.

Висновки.

Пропонована в роботі методика геометричного моделювання профілів кулачків механізмів заточувальних пристроїв та згущення прямолінійних ділянок супроводжуючої ламаної лінії профілю кулачка задовольняє вимогам, що висуваються до роботи кулачкових механізмів з низькою швидкістю обертання.

Розроблене програмне забезпечення для моделювання функціональних поверхонь кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дозволяє зменшити витрати часу на дослідження задачі профілювання. Всі розрахунки проводяться в автоматичному режимі. Участь проектувальника в процесі розрахунків вдалося звести до необхідного мінімуму.

Література

1. Корчемный Л.В. Механизм газораспределения автомобильного двигателя. Кинематика и динамика /Л.В. Корчемный – М.: Машиностроение, 1981 – 205с.
2. Мацулевич О.Є. Апроксимация дискретно представленных кривых у полярной системе координат за критерієм наименьших



- граничних відхилень. Автореф. дис...канд.техн.наук: спец. 05.01.01 «Прикладна геометрія, інженерна графіка» /О.Є. Мацулевич, Мелітополь, ТДАТА, 2003, 22 с.
3. *Найдиш А.В.* Моделювання спіралеподібних ДПК у полярній системі координат на основі кутів нахилу ланок СЛЛ / *А.В.Найдиш, О.Є.Мацулевич*, Прикл. геом. та інж. графіка: Праці ТДАТА, - вип.4. Т.16 – Мелітополь, 2002, С. 31-35.
4. *Федотова Д.Э.* CASE - технологии: Практикум / *Д.Э.Федотова, Ю.Д. Семенов, К.Н. Чижик* - М.: Горячая линия - Телеком 2005.-160 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВ ЗУБОЗАТОЧНЫХ СТАНКОВ В САД – СИСТЕМЕ UNIGRAPHICS

А.Е. Мацулевич

Аннотация – в работе предлагается методика геометрического моделирования рабочих поверхностей кулачков зубозаточных станков для автоматизации процесса проектирования функциональных поверхностей двухкулачкового механизма заточки инструментальных полотен лесопильной техники на примере станка 3К-327 «Тайга» и компьютерная реализация предлагаемой методики в САД – системе Unigraphics.

GEOMETRICAL MODELLING OF CAMS GEAR-GRINDINGS OF MACHINE TOOLS IN CAD - SYSTEM UNIGRAPHICS

A. Matsulevich

Summary

In work the technique of the geometrical modelling of working surfaces of cams gear-grindings machine tools for automation of process of designing of functional surfaces two-am-shaped the mechanism of sharpening of tool cloths лесопильной technics by the example of the machine tool 3K-327 «Taiga» and computer realization of an offered technique in CAD - system Unigraphics.



УДК : 537. 56

МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ АЕРОІОННОГО РОЗПОДІЛЕННЯ НА КОМБІНОВАНІЙ ПЛОЩИНІ

Строкань О.В., к.т.н.,

Малкіна В.М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний

Тел. (06192) 42-20-32

Анотація – робота присвячена моделюванню аероіонного розподілення на комбінованій площині. Зокрема, наведено методику визначення аероіонного розподілення від штучних джерел аероіонного випромінювання, яка дозволяє визначити картину розповсюдження концентрації аероіонів на площині, що складається з горизонтальної і площини з певним кутом нахилу до неї, а також дозволяє виконати корегування місця розташування джерела аероіонного випромінювання з метою оптимізації аероіонного режиму у даному робочому середовищі.

Ключові слова – методика, ізолінія, нахилена площина, кут нахилу, аероіонний режим.

Постановка проблеми. Проблема очищення повітря і насичення його корисними від'ємними іонами у приміщеннях стає дедалі актуальнішою темою і набуває важливого соціального значення внаслідок швидкого розповсюдження інфекційних захворювань і промислового забруднення. Ця проблема у наш час вирішується шляхом застосування спеціальних очищувальних способів, до яких відноситься штучна аероіонізація повітря робочих середовищ. Розташування аероіонізаторів у робочому приміщенні відбувається на основі використання карт аероіонного розподілу у вигляді ізоліній концентрації від'ємних аероіонів, які отримуються шляхом відомих способів [4,5,7]. Дані способи отримання картини аероіонного розподілення від аероіонізаторів можуть застосовуватися при розрахунку аероіонного розподілення тільки на горизонтальних поверхнях або тільки на нахилених [5,7]. Але існують приміщення, в яких нахилена площина переходить у горизонтальну. До таких приміщень відносяться лекційні аудиторії, зали кінотеатрів, театрів тощо, де люди можуть розташовуватися на обох поверхнях одночасно.



Тому постає необхідність у моделюванні аероіонного розподілення від штучного джерела аероіонів на комбінованій площині з метою забезпечення оптимального аероіонного режиму у робочому середовищі.

Аналіз останніх досліджень. Відповідно до [4] робоча площина – це площина, яка знаходиться на рівні дихання людини. Моделювання розподілення концентрації від'ємних аероіонів в робочих середовищах в яких наявна горизонтальна розрахункова площина, присвячені роботи [4]. На основі методів, розроблених в роботах [1,2,7], виконано дослідження розповсюдження концентрації аероіонів на нахиленій розрахунковій площині і отриманий алгоритм моделювання даного процесу за допомогою комп'ютерних програм.

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою роботи є розробка алгоритму отримання ізоліній концентрації аероіонів на комбінованій площині. Пропонується методика оптимізації аероіонного режиму у робочому середовищі, яка міститься у корегуванні координат розташування аероіонізаторів у даному середовищі.

Основна частина. Аероіонне розподілення від штучних джерел аероіонів на горизонтальній розрахунковій площині змінюється зворотно-пропорційно квадрату відстані від проекції джерела аероіонів на цій площині до розрахункової точки і графічно позначається як кола із центром-проекцією джерела []. При визначенні аероіонного розподілення на нахиленій площині враховується кут нахилу α даної площини до горизонтальної площини, відстань від джерела аероіонного випромінювання до розрахункової точки на нахиленій площині r та координати проекції центру джерела аероіонного випромінювання на нахиленій площині x [4]:

$$n = \frac{I}{a(r)^2 + b} 2^{-2xtg\alpha} \quad (1)$$

У випадку комбінованої розрахункової площини (рис. 1,а) аероіонне розподілення визначається ізолініями аероіонів однакової концентрації, які мають дві складові – горизонтальну (відповідає

горизонтальній площині Δ) і нахилену (відповідає нахиленій площині Δ'). Аероіонний розподіл від одного аероіонізатора на горизонтальній площині являє собою концентричні кола (рис. 1,б), на нахиленій – витягнутий еліпс (рис. 1,в).

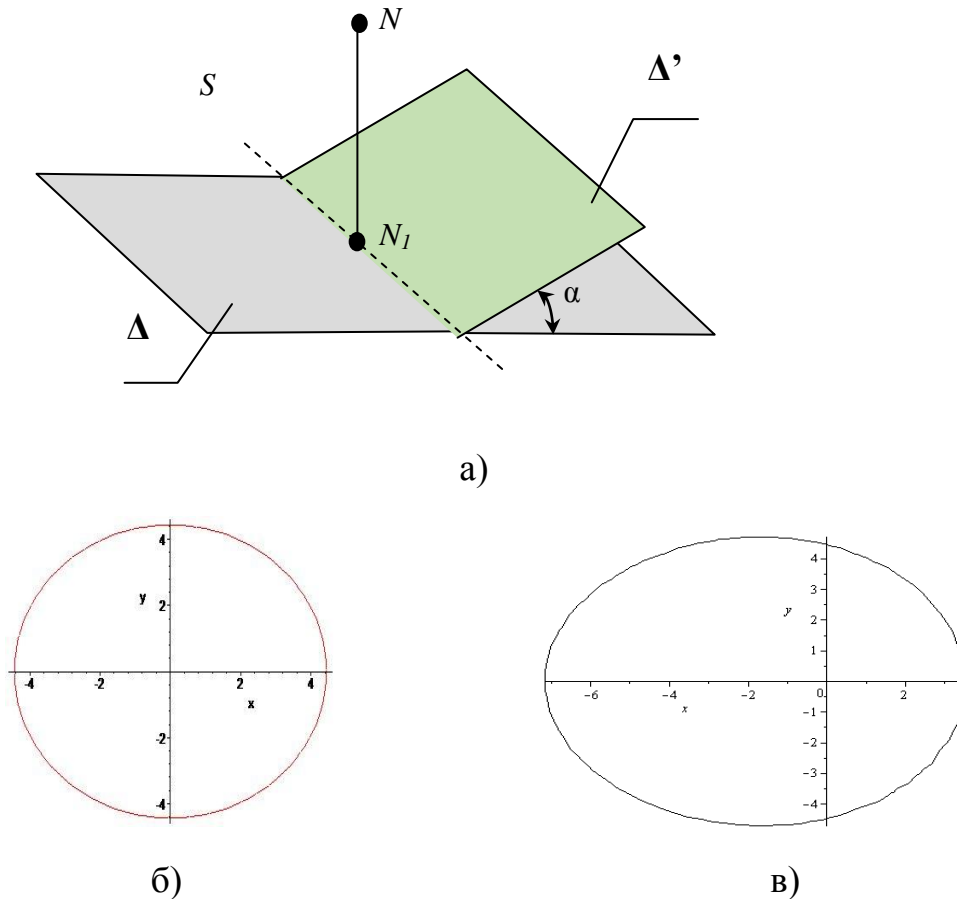


Рис. 1. Положення комбінованої площини

В наслідок того, що при зміні кута нахилу змінюється і форма ізоліній концентрації від'ємних аероіонів, необхідно визначити коефіцієнт корегування, який забезпечить оптимальне аероіонне розподілення.

Нехай джерело аероіонного випромінювання знаходиться на певній відстані N від горизонтальної площини (рис. 2). Проекція даного джерела лежить на лінії переходу S горизонтальної площини у нахилену. Так як аероіонне випромінювання розповсюджується від джерела сферичними хвилями [1,4], у даному випадку утвориться ізолінія концентрації від'ємних аероіонів, яка має два фокуси: один

фокус N'_1 утвориться на нахиленій площині, а другий – безпосередньо, проекція центру джерела на лінію переходу S .

Необхідно визначити нове положення джерела аероіонного випромінювання з метою отримання ізоліній концентрації від'ємних аероіонів у формі кіл на горизонтальній і на похилій розрахункових площинах. Вирішення поставленої задачі дозволить більш оптимально розмістити робочі місця у приміщенні.

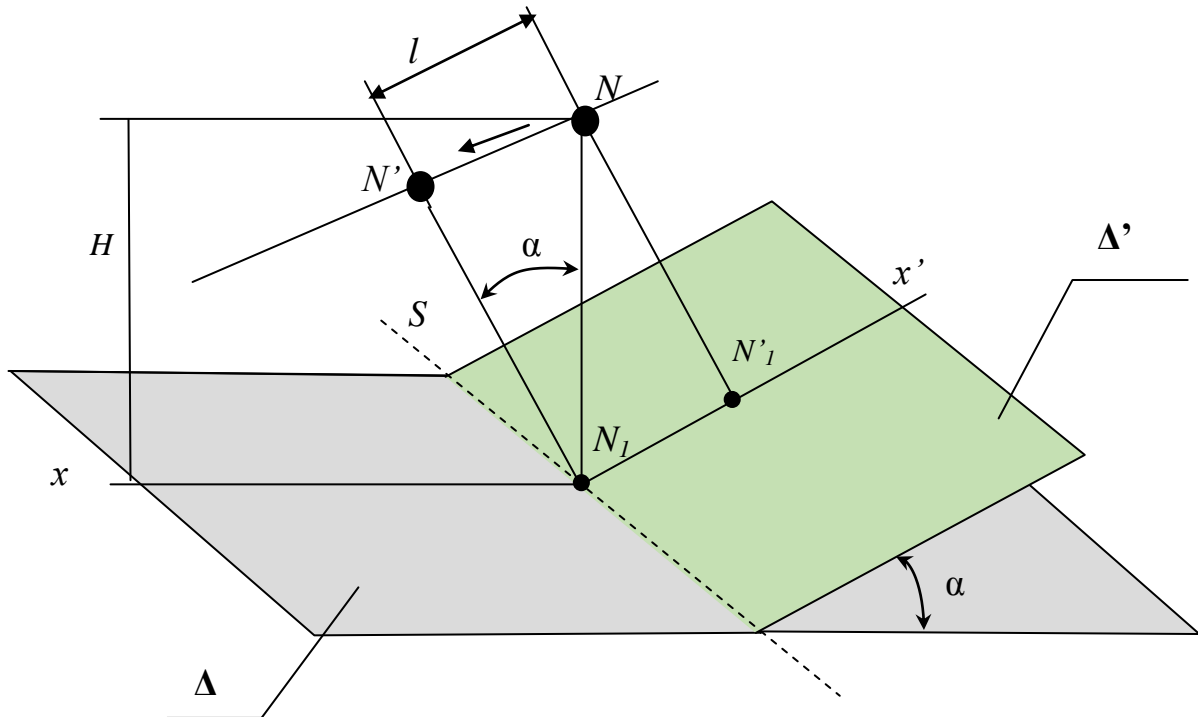


Рис. 2. Визначення оптимального положення джерела аероіонного випромінювання

Алгоритм визначення нової координати розташування одного джерела від'ємних аероіонів в приміщеннях, які володіють комбінованим типом розрахункової площини, міститься у наступному. З проекції джерела на розрахункову площину N_1 проводиться промінь N_1N' під кутом α до прямої NN_1 . При цьому $N_1N'=H$. Далі через точки N і N' проводиться пряма.

Довжина відрізка NN' визначається за формулою:

$$NN' = 2H \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2)$$

Позначимо пряму NN' через коефіцієнт k , який надалі може використовуватися при розрахунках приміщень з комбінованим типом розрахункової площини з метою забезпечення раціонального аероіонного режиму у заданій робочій зоні шляхом керування координатами розташування джерел аероіонного випромінювання у цій зоні.

Запропонована у статті методика може бути використана для моделювання аероіонного розподілення за допомогою комп'ютерної техніки: як стаціонарної так мобільної. Одним із прикладів такого використання на рис. 3 приведений результат роботи алгоритму визначення аероіонного випромінювання від двох аероіонізаторів, реалізований на операційній системі Windows.

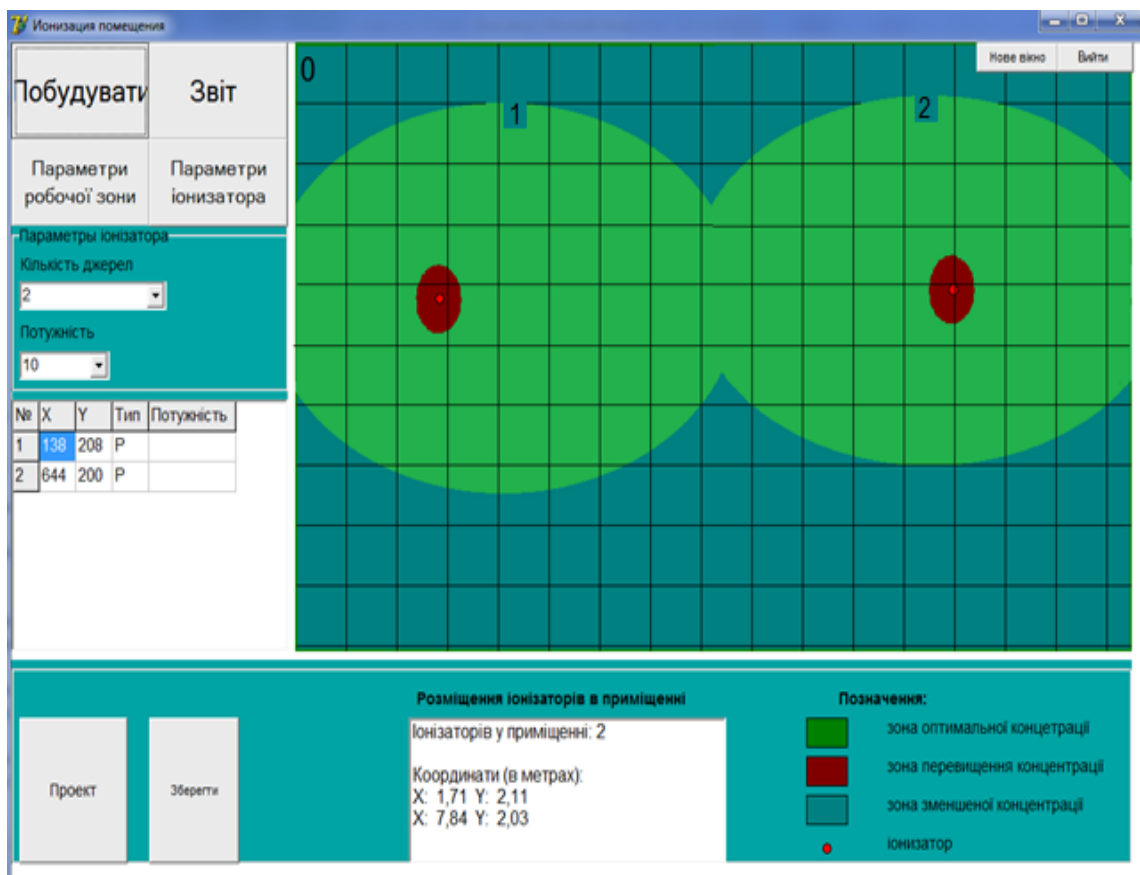


Рис. 3. Результат роботи алгоритму визначення аероіонного випромінювання від двох аероіонізаторів

Висновки: Універсальний алгоритм визначення місця розташування джерела аероіонного випромінювання при наявності



комбінованої розрахункової площини дозволяє скорегувати місце розміщення джерела аероіонного випромінювання з метою отримання зон із заданими параметрами іонізації повітря. Також отримані результати дають можливість автоматизувати процес обчислення за допомогою комп'ютерних математичних середовищ.

Література

1. *Мещеряков А.Ю.* Проблемы оценивания аэроионного состояния среды обитания. / А.Ю. Мещеряков, Ю. А. Федотов // Приборы и системы управления. – М., 1998. – № 11. – С.75-79.
2. *Мещеряков А.Ю.* Медико-биологические аспекты управления физическими характеристиками воздуха на объектах с искусственной средой обитания / С.Н. Осипов, С.В. Колерский // Труды Института системного анализа Российской академии наук (ИСА РАН). – 2006. – Т. 19. – С. 182.
3. *Мітрофанова Т.В.* Класифікація іонізаторів за принципом отримання аероіонів та їх вплив на здоров'я людини /Т.В. Мітрофанова, Т.М. Нікітчук // Вісник ЖДТУ. – ЖДТУ, 2015. – №2(73). - с. 149- 153.
4. *Строкань О.В.* Спосіб побудови ізоліній аероіонів /О.В. Строкань / Прикладна геометрія та інженерна графіка//Праці ТДАТУ.- Мелітополь, 2008. – Випуск 4. – Т39. - С.149 - 154.
5. *Строкань О.В.* Оптимізація розміщення джерел аероіонного випромінювання. / О.В. Строкань // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 4 «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Т.50. – С. 142-145.
6. *Чижевский Л.О.* Аэроионификация в народном хозяйстве / Л.О. Чижевский. - М.: Госпланиздат, 1960. – 758с.
7. *Чураков А.Я.* Визначення ізоліній концентрації аероіонів на похилій площині/ А.Я.Чураков, О.В. Строкань , О.І. Морозова// Прикладна геометрія та інженерна графіка. - Мелітополь, 2011. –Т.50. - С.85-89.
8. *Glaser D. A.* Some effects of ionizing radiation on the formation of bubbles in liquids, «The Physical Review», 1992, v. 87, № 4.



МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ АЭРОИОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА КОМБИНИРОВАННОЙ ПЛОСКОСТИ

О.В. Строкань, В.М. Малкина

Аннотация – работа посвящена моделированию аэроионного распределения на комбинированной плоскости. В частности, приведена методика определения аэроионного распределения от искусственных источников аэроионного излучения, которая позволяет определить картину распространения концентрации аэроионов на плоскости, состоящая из горизонтальной и плоскости с определенным углом наклона к ней, а также позволяет выполнить корректировку местоположения источника аэроионного излучения с целью оптимизации аэроионного режима в данной рабочей среде.

THE METHOD OF OPTIMIZATION OF AEROIONIC DISTRIBUTION ON THE COMBINED PLANE

O. Strokan, V. Malkina

Summary

In this paper considered the modeling of aeroionic distribution on the combined plane. In particular, the methods of calculation of aeroionic distribution from artificial sources aeroionic radiation, which allows to identify the pattern of distribution of concentration of ions in the plane consisting of horizontal and plane with a certain tilt angle thereto, and also allows you to adjust the location of the source of aeroionic radiation to optimize aeroionic mode in your environment.



УДК 514.18

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБОКОМПРЕССОРА

Гавриленко Е.А., к.т.н.,

Холодняк Ю.В., к.т.н.,

Дмитриев Ю.А.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. 8(0619) 42-68-62

Аннотация – разработана технология автоматизированного проектирования компьютерных моделей поверхностей, заданных массивом точек, и программ 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 параметрического моделирования SolidWorks. Использование разработанной технологии позволяет уменьшить время создания компьютерной модели изделия и программы для обработки на станках с ЧПУ, улучшить функциональные качества поверхностей, которые ограничивают изделие.

Ключевые слова – дискретно представленная кривая, закономерный характер изменения геометрических характеристик, линейный элемент каркаса поверхности, управляющая программа для станка с ЧПУ

Постановка проблемы. Геометрическое моделирование является мощным инструментом решения многих научно-производственных задач. Особенно это касается проектирования изделий, функциональное назначение которых – взаимодействие со средой: поверхности, ограничивающие корпусные изделия авиа-, автомобиле-, судостроения, лопатки турбин и смесителей, каналы



двигателей внутреннего сгорания, рабочие органы сельскохозяйственных машин и др.

Задачу изготовления изделий, ограниченных сложными функциональными поверхностями, с высокой степенью точности решают технологии, которые требуют использования станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Обязательным этапом такой технологии является создание трехмерной компьютерной модели изделия с использованием САД - пакета.

Исходными данными для создания компьютерной модели может быть упорядоченный массив точек, принадлежащих поверхностям, ограничивающим изделие. Координаты точек получают в результате замеров на физических образцах или рассчитаны исходя из условий работы изделия.

Процесс моделирования поверхности включает следующие этапы:

- на основе исходного точечного массива формируется дискретный линейчатый каркас поверхности, линейные элементы которого представлены точечным рядом;
- формируются непрерывные обводы, интерполирующие точечные ряды;
- на основе линейчатого каркаса создается модель поверхности изделия;
- компьютерная модель используется в качестве исходных данных для создания управляющей программы по обработке изделия на станке с числовым программным управлением (ЧПУ).

Формирование компьютерных моделей поверхностей с назначенными геометрическими характеристиками и создание с заданной точностью траекторий их обработки режущим инструментом – ключевые задачи изготовления изделий, функциональное назначение которых – взаимодействие со средой.

Анализ предыдущих исследований. Технология создания трехмерной модели рабочего колеса турбокомпрессора предложена в работах [2,4]. Исходными данными для создания модели является массив точек, принадлежащих поверхностям детали.

Основное требование к поверхностям изделий, взаимодействующих со средой, – обеспечение заданного характера их обтекания средой [1]. Функциональные качества поверхности обеспечиваются ее геометрическими характеристиками. Ламинарный характер обтекания поверхностей можно обеспечить за счет монотонного изменения значений кривизны, кручения, радиусов соприкасающихся сфер вдоль линий, входящих в определитель поверхности. Линейные элементы модели формируются на основе

точечных рядов, которые являются подмножествами исходного массива точек.

Методы формирования линейных элементов каркаса поверхностей разработаны в работах [2,4]. Исходными данными для формирования кривой является точечный ряд и ее геометрические свойства: закономерное изменение дифференциально-геометрических характеристик вдоль кривой. Такую кривую будем называть дискретно представленной кривой (ДПК).

Исходный точечный ряд разбивается на участки, которые возможно интерполировать ДПК постоянного хода, вдоль которой радиусы кривизны и соприкасающихся сфер монотонно изменяются. Такие участки кривых будем называть монотонными.

Рассмотрим точечный ряд, расположенный на монотонной кривой линии l . Каждые четыре последовательные точки определяют сферу – $S\phi_i(i-1, i, i+1, i+2)$ (рис. 1).

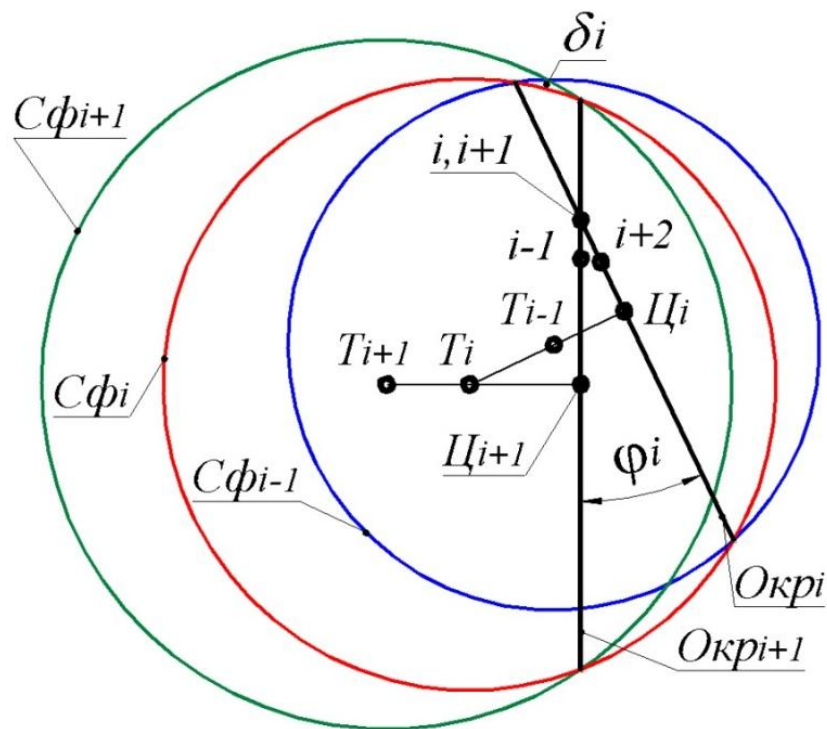


Рис.1. Формирование характеристик пространственной кривой

На рис. 1 кривая l расположена таким образом, что взгляд наблюдателя направлен вдоль прямой $(i, i+1)$. Контуры $S\phi_{i-1}, S\phi_i, S\phi_{i+1}$ – окружности максимального радиуса, расположенные в плоскости P_i , проходящей перпендикулярно хорде $[i, i+1]$ через ее середину. Последовательные $S\phi_{i-1}, S\phi_i, S\phi_{i+1}$ ограничивают

область (δ_i) , внутри которой расположен участок $i-i+1$ кривой l . На рис. 1 показано сечение δ_i плоскостью P_i .

Монотонные участки ДПК формируются назначением точек сгущения внутри области возможного по условиям задачи решения δ_i .

Аналогичные области, определенные на остальных участках, составляют область возможного расположения ДПК. Все кривые линии, интерполирующие точечный ряд, характеристики которых соответствуют характеристикам l , находятся внутри этой области.

В случае формирования плоской ДПК монотонным будем называть участок гладкой кривой, вдоль которого значения радиусов кривизны монотонно возрастают или убывают.

Кривая формируется внутри цепочки базисных треугольников (БТ), ограниченных касательными, проходящими через соседние точки, и хордами, соединяющими эти точки. После назначения точки сгущения (i_{c2}) и касательной в этой точке (t_{c2}) внутри исходного БТ получается два новых треугольника (рис. 2). Положение касательных назначается таким образом, чтобы параметры последовательных БТ обеспечивали возможность интерполяции точечного ряда монотонной кривой [4].

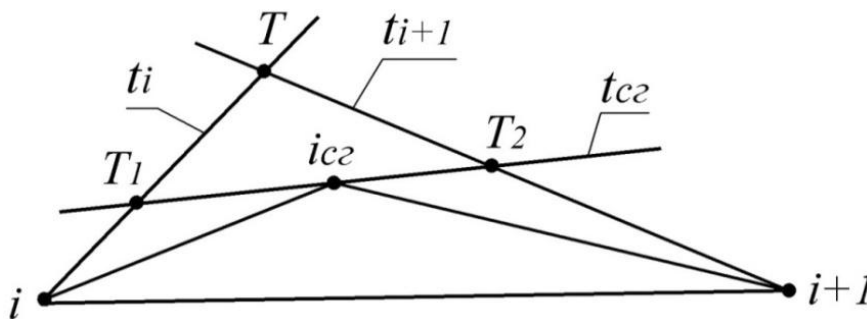


Рис. 2. Схема сгущения плоской ДПК

Определение области возможного расположения кривой позволяет оценивать максимальную абсолютную погрешность, с которой ДПК представляет формируемый обвод. ДПК считается сформированной, когда область ее возможного расположения не превышает заданной величины.

После этого обвод формируется участками непрерывных кривых. На основе предложенных методов разработано программное обеспечение, которое позволяет формировать ДПК, состоящую из сколь угодно большого числа точек. Полученный точечный ряд интерполируется В-сплайном или обводом из дуг кривых второго порядка, который располагается внутри области возможного расположения монотонных кривых.

На основе сформированных кривых линий моделируются трехмерные модели поверхностей, ограничивающих межлопаточный канал рабочего колеса [3].

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. 3). В результате сгущений исходных ДПК получены точечные ряды, определяющие кривые с монотонным изменением радиусов кривизны. Максимальная абсолютная погрешность формирования монотонных кривых составляет 10^{-4} .

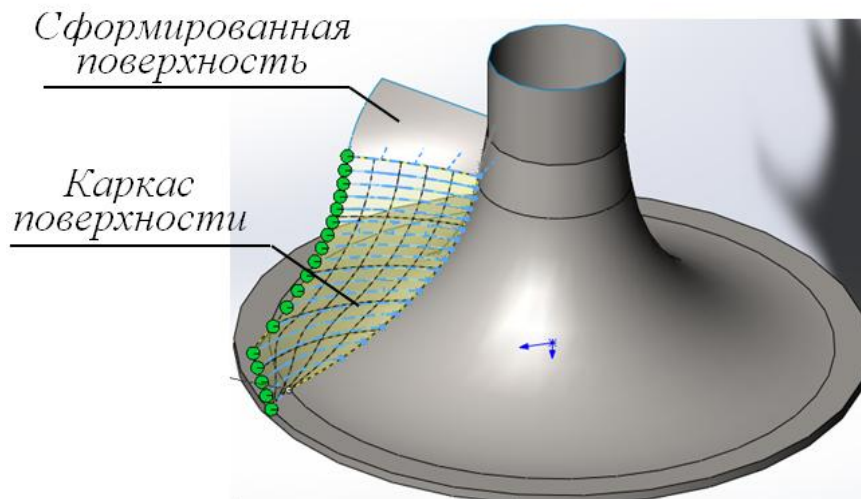


Рис. 3. Формирование каркаса поверхности лопатки

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. Полученные ДПК интерполированы неоднородным неперiodическим кубическим B-сплайном.

Для предотвращения возникновения вторичных потоков внутри межлопаточного канала выполнена корректировка графика изменения площадей нормальных сечений. Корректировка обеспечивает монотонное уменьшение площадей нормальных сечений вдоль осевой линии межлопаточного канала. Корректировка проводилась за счет изменения образующих линий поверхностей ступицы рабочего колеса и крышки турбокомпрессора.

После создания геометрической модели выполнен газодинамический анализ межлопаточного канала. Анализ проводился с помощью модуля SolidWorks Flow Simulation и показал монотонное возрастание давления вдоль канала (рис. 4).

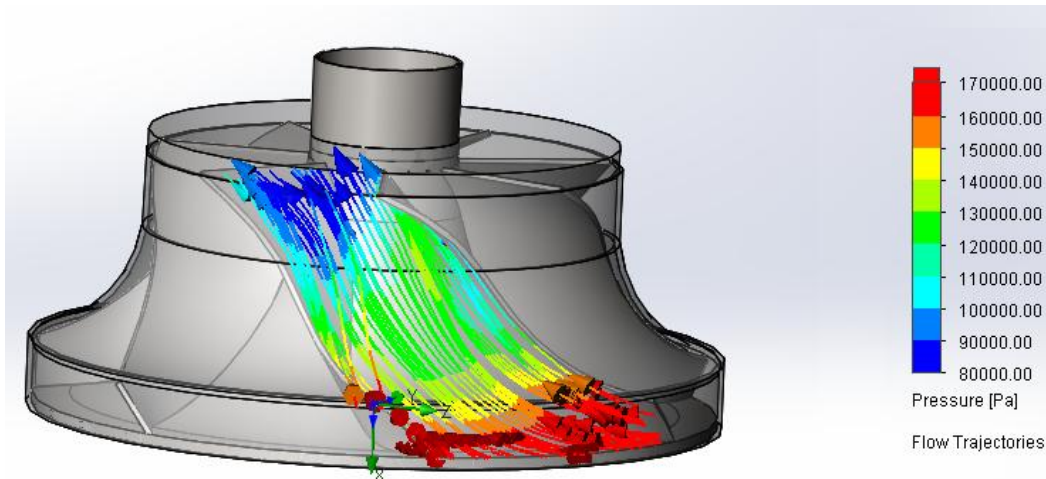


Рис. 4. Динамика изменения давления внутри потока в межлопаточном канале после оптимизации

Формулирование целей статьи. Задачей исследования является разработка технологии автоматизированного проектирования и изготовления рабочих колес турбокомпрессора.

Основная часть. Разработанная технология предполагает создание на основе трехмерной компьютерной модели изделия программы для обработки его поверхностей на станках с ЧПУ.

Трехмерная модель изделия, созданная в CAD – системе (SolidWorks), импортируется в CAM – систему (PowerMill). Импорт модели осуществляется с помощью прямых трансляторов или через нейтральные форматы *iges*, *x_b*, *step*, *sat* и другие, которые передают данные о поверхностях, ограничивающих изделие. Управляющая программа для обработки изделия на станке с ЧПУ создается с помощью стандартных функций CAM – системы.

Модель рабочего колеса разбита на составные части: ступицу, обод, лопатки. Разбиение выполняется методом создания слоёв. Каждый слой содержит одну из составных частей колеса, что позволяет генерировать отдельные части траектории обработки.

После выбора формы заготовки (цилиндр диаметром *300 мм* и высотой *150 мм*), в системе PowerMill назначена траектория для черновой обработки - «выборка 3D модели» (рис. 5). Траектория черновой обработки обеспечивает изготовление заготовки детали с припуском *0,5 мм*.

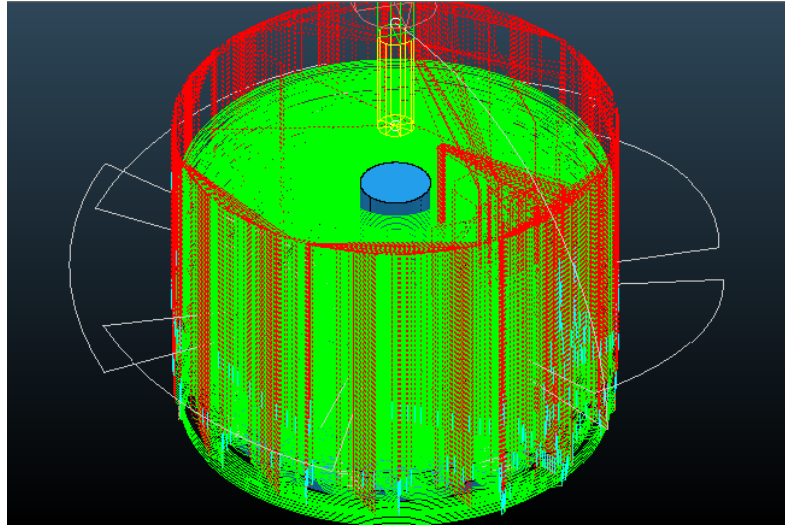


Рис.5. Траектория черновой обработки

Получистовая обработка детали проектируется с использованием траектории «выборка моно колеса», которая обеспечивает припуск 0,12 мм. Чистовая обработка детали обеспечивает максимальную абсолютную погрешность изготовления поверхностей лопаток и ступицы не превышающую $6 \cdot 10^{-3}$ мм. Траектория чистовой обработки лопаток и ступицы представлены на рис. 6.

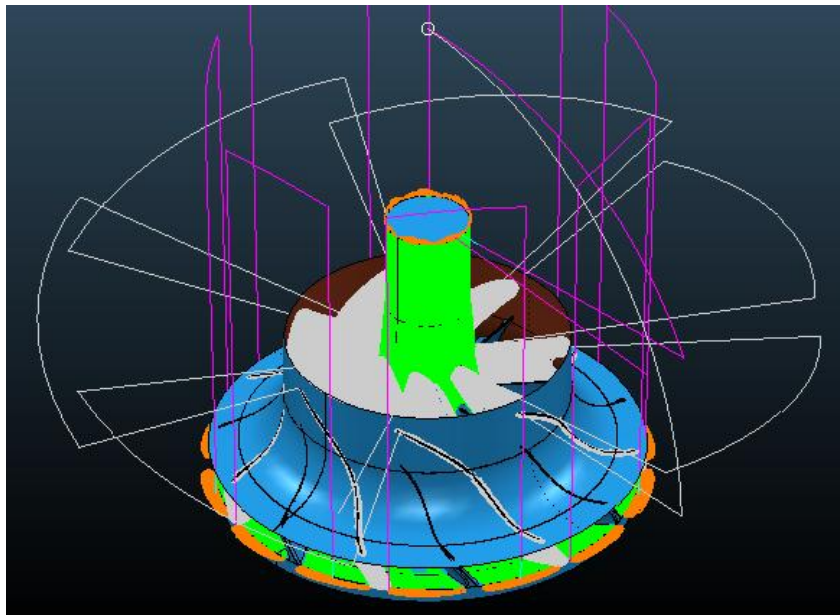


Рис. 6. Траектория чистовой обработки

Настоящая технология разработана для предприятия ООО «Мелитопольский Завод Турбокомпрессоров» для изготовления автотракторных турбокомпрессоров для двигателей отечественного и импортного производства.



Специальный модуль САМ – системы позволяет выполнять постпроцессирование управляющей программы в коде станка, на котором обрабатывается деталь.

Поверхность рабочего колеса турбокомпрессора обрабатывается на пятикоординатном станке модели DMU50v, кинематическая схема которого учитывается при написании управляющей программы. Управляющая программа передается на станок с ЧПУ. Обработка выполняется в автоматическом режиме при минимальном вмешательстве оператора.

На рис. 7 показан момент обработки рабочего колеса турбокомпрессора.



Рис. 7. Рабочее колесо, получаемое в результате обработки

После изготовления рабочего колеса выполняется сборка турбокомпрессора и его испытание на стенде типа «замкнутый контур» (рис.8).



Рис. 8. Стенд для проведения испытаний турбокомпрессора

Стенд испытаний турбокомпрессоров представляет собой установку для моделирования различных режимов работы турбокомпрессора, соответствующих режимам его работы на двигателе.

Безмоторные испытания турбокомпрессоров наддува двигателей внутреннего сгорания позволяют определить функциональные характеристики турбокомпрессора.

В ходе испытания турбокомпрессора при давлении потока на входе 0,8 атм. на выходе было получено 1,67 атм.

Заключительным этапом подготовки к изготовлению рабочего колеса является изготовление его литейной формы.

Деталь рабочего колеса, изготовленная на станке с ЧПУ, используется для изготовления «обратной» модели из двухкомпонентного силикона.

Литейная мастер-модель рабочего колеса получена на основе «обратной» модели, изготовленной из силикона, путем формования из гипса показана на рис. 9.

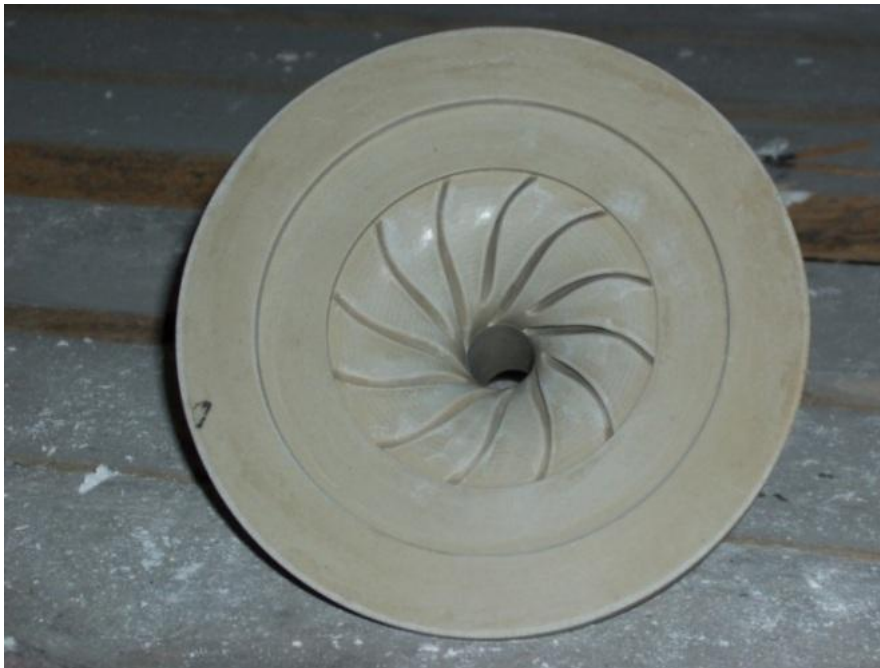


Рис. 9. Литейная форма рабочего колеса

Выводы. В результате исследований разработана технология проектирования и изготовления рабочего колеса турбокомпрессора. Технология включает следующие этапы.

1. Предложена методика формирования компьютерной геометрической модели рабочего колеса турбокомпрессора. Функциональная поверхность лопатки колеса сформирована на основе каркаса, линейные элементы которого согласно рабочему чертежу



заданы упорядоченным массивом точек. Монотонное изменение дифференциально-геометрических характеристик вдоль линейных элементов каркаса поверхности обеспечивает ламинарный характер обтекания поверхностей межлопаточного канала средой.

2. Разработана технология обработки функциональных поверхностей рабочего колеса на станке с ЧПУ. Исходными данными для разработки управляющей программы является сформированная геометрическая модель изделия. Технология предполагает изготовление рабочего колеса на пятикоординатном станке и обеспечивает точность обработки поверхностей, удовлетворяющую условиям эксплуатации турбокомпрессора.

3. Предложен способ улучшения динамических качеств межлопаточного канала рабочего колеса за счет оптимизации графика изменения площадей его поперечных сечений. Площади поперечных сечений корректируются путем изменения формы образующих линий ступицы и крышки. Монотонное изменение кривизны образующих ступицы и крышки предотвращает возникновение вторичных потоков в межлопаточном канале.

4. Деталь рабочего колеса, полученная в результате обработки на станке с ЧПУ, используется для создания «обратной» модели и литейной формы для изготовления рабочих колес.

Литература

1. *Байков Б.П.* Турбокомпрессоры для наддува двигателей / Б.П. Байков, В.Г. Бордуков, П.В. Иванов, Р.С. Дейч – Л.: Машиностроение, 1975. – 200 с.
2. *Гавриленко Е.А.* Вариативное дискретное геометрическое моделирование на основе пространственных угловых параметров дискретно представленной кривой второго порядка гладкости/ Е.А. Гавриленко, А.В. Найдыш. - Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвід. наук.-техн. збірник/КНУБА.– К., 2013. – Вип. 91. – С. 69-75.
3. *Гавриленко Е.А.* Формирование геометрической модели рабочего колеса турбокомпрессора / Е.А. Гавриленко, Ю.В. Холодняк.- Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ. –Мелітополь, 2014. – Вип. 14, т. 2. – С. 48-53.
4. *Холодняк Ю.В.* Формування ділянки дискретно представленної кривої із монотонною зміною кривини / Ю.В. Холодняк. - Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ. – Мелітополь, 2013. – Вип. 4: Прикладна геометрія та інженерна графіка, т. 57. – С.211-216.



ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ РОБОЧИХ КОЛІС ТУРБОКОМПРЕСОРА

Є.А. Гавриленко , Ю.В.Холодняк, Ю.О.Дмитрієв

Анотація – розроблено технологію проектування комп'ютерних моделей поверхонь, заданих масивом точок, та програм їх обробки на верстатах з ЧПУ. Із вихідного масиву точок виділяються підмножини – точкові ряди, на основі яких формуються лінійні елементи каркасу поверхні. Комп'ютерна модель поверхні створюється на основі дискретного лінійного каркасу, представленого сімействами твірних та напрямних кривих ліній. Управляюча програма створюється в автоматизованому режимі з використанням САМ-пакетів на основі тривимірної комп'ютерної моделі, сформованої в пакеті тривимірного параметричного моделювання SolidWorks. Використання розробленої технології дозволяє зменшити час створення комп'ютерної моделі виробу та програми для обробки на верстатах з ЧПУ, поліпшити функціональні якості поверхонь, які обмежують виріб.

INFORMATION TECHNOLOGY OF DESIGNING AND MANUFACTURING OF IMPELLERS OF TURBOCHARGER

E. Gavrilenko, Yu. Kholodnyak, Yu. Dmitriev

Summary

The technology of design of computer models of surfaces defined by points array, and programs of their processing on the numerical controlled machines developed in this article. From the initial array of points allocated subset - point sets, on the basis of which the linear elements of the carcass of surface are formed. A computer model of the surface is created on the basis of discretely carcass the line represented by the families of longitudinal and transversal curves. The control program is created in the automated mode using the CAM-packets based on three-dimensional computer model which is formed in a package of three-dimensional parametric modeling SolidWorks. The use of the developed technology makes it possible to reduce the time of creating a computer model of the products and software for processing on CNC machines, to improve the functional properties of surfaces that restrict the product.



УДК 514.18:528.7

ХАРАКТЕРИСТИКИ СХОЖОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ СТРУКТУР БАГАТОТОНОВИХ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-КОЕФІЦІЄНТІВ

Свинаренко Д.М., к.т.н.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Тел. (056) 765-42-32

Анотація – у роботі запропоновано метод визначення характеристик геометричної схожості різномасштабних компонент багатотонових фотограмметричних зображень, зафіксованих у низці спектральних діапазонів.

Ключові слова – багатоспектральне зображення, просторова розрізненість, вейвлет-перетворення, декомпозиція.

Постановка проблеми. Фотограмметричні зображення матеріальних об'єктів подають у візуальній формі просторові розподіли інтенсивностей сонячного опромінення, відбитого поверхнями матеріальних об'єктів. Зовнішній вигляд таких зображень характеризується низкою інформаційних характеристик, які зумовлюють значущість зображень з позицій їхньої інтерпретації та аналізу: яскравістю, контрастністю та геометричною структурою. Перші дві характеристики зумовлені факторами, не пов'язаними з просторовими формами об'єктів візуалізації і визначаються інтенсивністю опромінення (яскравість) та розрізненістю датчику видової інформації (контраст). Третя характеристика пов'язана лише з просторовою формою об'єкту зондування. Її визначення є принципово важливим аспектом щодо розпізнавання та інтерпретації зображень стосовно їхніх просторових форм.

Аналіз останніх досліджень. Геометричну структуру багатотонного зображення традиційно пов'язують з поняттям його текстури [1, 2]. У границях такого означення текстур запропоновано низку кількісних характеристик їхнього просторового подання [3]. У роботі [4] показано, що таке означення текстур звужує можливості його застосування для аналізу геометричних структур багатотонових зображень, оскільки не пов'язане з просторовими формами відображуваних об'єктів. Для багатотонових фотограмметричних зображень характерна наявність різномасштабних геометричних структур, методи аналізу яких на даний не розвинені.



Формулювання цілей статті. Метою статті є розроблення способу подання різномасштабних геометричних структур багатотонових фотограмметричних зображень та кількісної міри їхнього порівняння на таких зображеннях, отриманих у різних спектральних діапазонах електромагнітного проміння – носія видової інформації.

Основна частина. Визначення схожості (подібності) зображень – є фундаментальною проблемою у процесі обробки та розпізнавання зображень. Кількісна міра схожості зображень може бути використана для оцінювання якості зображення шляхом порівняння досліджуваного зображення з еталонним.

Найбільш ефективний спосіб виділення різномасштабних компонент растрових зображень базується на методах теорії вейвлет-перетворень (кратномасштабного аналізу) [5]. Пропонується комплексний показник подібності зображень, визначений на основі вейвлет-коефіцієнтів, що є інваріантним стосовно зміни яскравості, контрастності та геометричних перетворень зображення. Основна ідея полягає у тому, що перетворення таких типів призводять до відповідної однакової зміни вейвлет-коефіцієнтів зображення.

Припустимо, що $C_{x,i}$ та $C_{y,i}$, $i = \overline{1, N}$ - два масиви коефіцієнтів комплексного вейвлет-перетворення однакового рівня декомпозиції двох зображень відповідно. Тоді вираз для показника структурної схожості зображень означимо у вигляді:

$$S(C_{x,i}, C_{y,i}) = \frac{2 \left| \sum_{i=1}^N C_{x,i} C_{y,i}^* \right|}{\sum_{i=1}^N |C_{x,i}|^2 + \sum_{i=1}^N |C_{y,i}|^2}, \quad (1)$$

де зірочкою позначена комплексно спряжена величина.

Після перетворень вираз (1) можна записати у вигляді виразу (2), перший компонент повністю визначається величинами значень вейвлет-коефіцієнтів, і набуває максимального значення (одиниця), у



випадку коли $|C_{x,i}| = |C_{y,i}|$ для $\overline{i = 1, N}$, другий множник визначається різницею фаз між C_x та C_y , і набуває максимального значення (одиниця), у випадку, коли різниця фаз між $C_{x,i}$ та $C_{y,i}$ є константою для $\overline{i = 1, N}$.

$$S(C_{x,i}, C_{y,i}) = \frac{2 \sum_{i=1}^N |C_{x,i}| |C_{y,i}|}{\sum_{i=1}^N |C_{x,i}|^2 + \sum_{i=1}^N |C_{y,i}|^2} * \frac{2 \left| \sum_{i=1}^N C_{x,i} C_{y,i}^* \right|}{2 \sum_{i=1}^N |C_{x,i} C_{y,i}^*|} \quad (2)$$

Далі розглядаємо лише перший множник виразу (2), тобто вважаємо, що показник структурної схожості зображень визначається як

$$S(C_{x,i}, C_{y,i}) = \frac{2 \sum_{i=1}^N |C_{x,i}| |C_{y,i}|}{\sum_{i=1}^N |C_{x,i}|^2 + \sum_{i=1}^N |C_{y,i}|^2} \quad (3)$$

На рис.1-3 подано зображення ділянки земної поверхні, отриманого у спектральних діапазонах 0.52-0.60 мкм, 0.63-0.69 мкм та 0.78-0.86 мкм відповідно. Для кожної пари зображень було обчислено значення показника структурної схожості, на основі вейвлет-коефіцієнтів, що відповідають третьому рівню вейвлет-декомпозиції. Результати подано у таблиці 1.

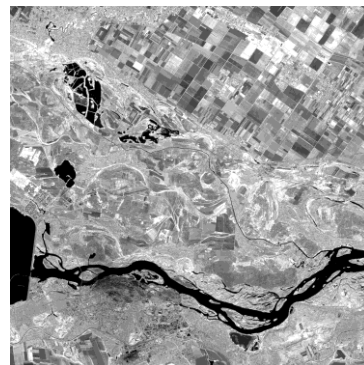
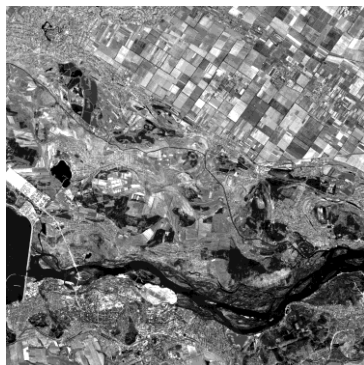


Рис.1. Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.52-0.60 мкм

Рис.2. Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.63-0.69 мкм

Рис.3. Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.78-0.80 мкм

Таблиця 1

Показник структурної схожості

	Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.52-0.60 мкм	Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.63-0.69 мкм	Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.78-0.86 мкм
Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.52-0.60 мкм	1	0.9910	0.8930
Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.63-0.69 мкм	0.9910	1	0.8850
Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.78-0.86 мкм	0.8930	0.8850	1

На рис.4, 5 подано зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.52-0.60 мкм зі штучно зменшеною та збільшеною яскравістю відповідно. Для кожної пари «оригінал – спотворене зображення» було обчислено значення показника структурної схожості. Результати подані у таблиці 2.



Рис.4. Зображення зі збільшеною яскравістю.

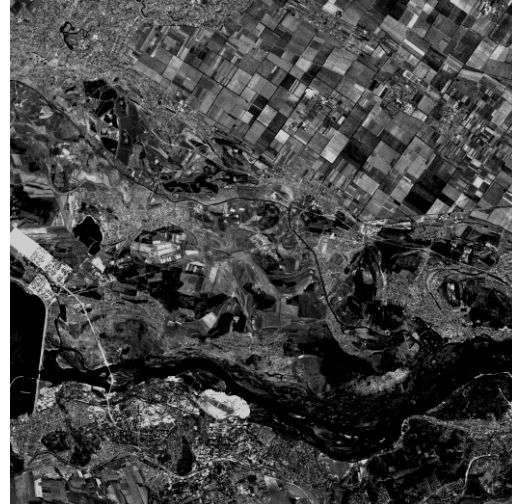


Рис.5. Зображення зі зменшеною яскравістю.

Таблиця 2

Показник структурної схожості зображень з різними рівнями яскравості

	Зображення зі зменшеною яскравістю	Зображення зі збільшеною яскравістю.
Зображення, отримане у спектральному діапазоні 0.52-0.60 мкм	0.9033	0.9483

Аналіз даних таблиць показує високий ступінь стабільності значень запропонованого кількісного показника структурної схожості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропонована у роботі кількісна міра структурної схожості растрових зображень може бути ефективно використана як інформаційна ознака у системах їхнього розпізнавання. Перспективи подальших досліджень за проблематикою роботи пов'язані з визначенням мір структурної схожості між компонентами розподілів яскравості растрових фотографічних зображень з різними просторовими масштабами.

Література



1. *Прэнт У.* Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. / *У. Прэнт.* – М.: Мир, 1982. – Кн. 2. – 480 с.
2. *Иванов В.П.* Трехмерная компьютерная графика / *В.П. Иванов, А.С. Батраков.* – М.: Радио и связь, 1995. - 224 с.
3. *Gee L.A.* , Textures from Stereo-based IR Imaging for Industrial Tire Inspection / *L.A. Gee, A.C. Legrand, F. Mcriaudeau, C. Dumont, M.A. Abidi.* –/ Proc. of SPIE. –2000. - Vol. 4052: Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition IX. - № 4. – P. 375-384.
4. *Корчинський В.М.* Геометрична структура багатотонових фотограмметричних зображень / *В.М. Корчинський.* – Наукові нотатки Луцького державного технічного університету, 2008, Вип. 22, Частина 2. – С. 411-415.
5. *Дремін І.М.* Вейвлеты и их использование / *И.М. Дремін, О.М. Иванов, В.А. Нечитайло.* – Успехи физических наук. – 2001. – Том 171. - № 5. – С. 465-501.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДОБИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР МНОГОТОНОВЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-КОЭФИЦИЕНТОВ

Д. Н. Свиноаренко

Аннотація – в роботі пропонується метод визначення характеристик геометричного подобию різномасштабних компонент багатотонових фотограмметричних зображень, зафіксованих в ряду спектральних діапазонів.

MULTISPECTRAL PHOTOGRAMMETRIC IMAGES GEOMETRIC STRUCTURES SIMILARITY CHARACTERISTICS BASED ON WAVELET COEFFICIENTS.

D. Svynarenko

Summary

The method of determining the geometric similarity characteristics of multiscale components of multispectral photogrammetric images fixed in several spectral bands is considered.



УДК 514. 18

ІНТЕГРАЦІЯ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ CAD СИСТЕМ

Ляковська С.Є., к. т. н.

Національний університет «Львівська політехніка»

Тел/факс (032) 212072

Анотація – робота присвячена систематизації особливостей процесів транспортування 3D – моделей у CAD системах та розробленню оптимального шляху інтеграції графічних даних із середовища Компас у середовища PowerSHAPE та SolidWorks. Запропоновані засоби реалізації процесів обміну графічними даними між CAD системами.

Ключові слова – CAD/CAE/CAM системи, обмін графічними даними, шлях транспортування графічних об'єктів, 3D – модель.

Постановка проблеми. На етапі стрімкого розвитку нових виробництв із використанням сучасного обладнання постає завдання удосконалення та інтеграції прикладного програмного забезпечення для управління приводами технологічного обладнання, зокрема, верстатами. За допомогою такого програмного забезпечення, яке є основою числового програмного керування, графічні дані подаються у дискретному вигляді, а їх оброблення здійснюється цифровими методами із залученням спеціалізованих CAD/CAE/CAM систем. Серед САПР програм поширеними при моделюванні деталей обладнання переробних та харчових виробництв, електронної промисловості є середовище **Компас**, а для дослідження впливу зовнішніх факторів на розроблену конструкцію використовується **SolidWorks**, продукт компанії **SolidWorks Corporation** як CAD/CAE система. З CAD/CAM систем відомими є розроблені компанією **Delcam** системи, зокрема, **PowerMill** та **PowerShape**. Актуальною постає проблема взаємообміну графічними даними між CAD/CAE/CAM системами, імпорту графічних об'єктів з однієї САПР програми в іншу. Це дозволить розв'язувати практичні завдання швидше та якісно, використовуючи всі переваги кожного програмного середовища. Оскільки програма **Компас** має зручний



інтерфейс та є доступною для користувачів різної підготовки, середовищем, звідки транспортуються дані, здебільшого вибирають саме її. Цікавим завданням є її взаємодія з середовищем **CAD/CAM** та **CAD/CAE** систем.

Аналіз останніх досліджень. Питання транспортування даних між різними **CAD/CAE/CAM** середовищами є актуальними і розглядаються у різних спеціалізованих журналах, виданнях [1,2], зокрема [1] описує світові стандарти, щодо передачі графічних даних між різними середовищами, подає специфікацію таких стандартів. Було розглянуто взаємодію різних **CAD** – середовищ, щодо транспортування графічних документів[3, 4], наприклад, взаємодії **AutoCAD** і **Компас**. Постає цікаве дослідження стосовно передачі даних між програмою **Компас** та іншими САПР програмами.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Завданням дослідження є систематизація та опис шляху інтеграції графічних даних між середовищами **Компас/PowerShape** та **Компас/SolidWorks**.

Основна частина.

Вже з 2013 року оновлена **CAD** система **Компас V13** надає можливість зберігати креслення деталей у різних форматах, які дозволяють відкривати і редагувати такі проекти з допомогою різних **CAD** програм. Ця модернізація програм компанії **Аскон** значно полегшила співпрацю між різними підприємствами, виробництвами, які використовують **CAD/CAE/CAM** системи.

В даний час ведучою фірмою з розробок **CAD/CAM** систем є фірма **Delcam**, продуктами якої виступають системи **PowerSHAPE** та **PowerMILL**.

Компанія **Аскон** передбачила «діалог» між програмою **Компас** і **PowerSHAPE**. При збереженні проекту в середовищі **Компас** вибирають, як правило, файл **step**, який може бути сприйнятий програмою **PowerSHAPE**.

Для обміну даними програм **Delcam** з іншими **CAD** системами створено програму **Exchange**, яка перетворює формати графічних програм у формат, який сприймається продуктами фірми **Delcam**. **Exchange** має також реверсну функцію, може перетворювати файли **Delcam** у формати інших компаній – розробників **CAD/CAM** систем. Під час збереження проекту в системі **Компас** вибирають файл **step**, який допомагає розпізнати графічні файли у **PowerShape**.

Візьмемо для прикладу процес обміну графічними даними, деталь типу вал, між двома системами **КомпасV13** та **PowerShape 2013**. Для перенесення проекту виконуємо наступні кроки (спосіб 1):

1) створення проекту в середовищі **Компас** (рис.1);

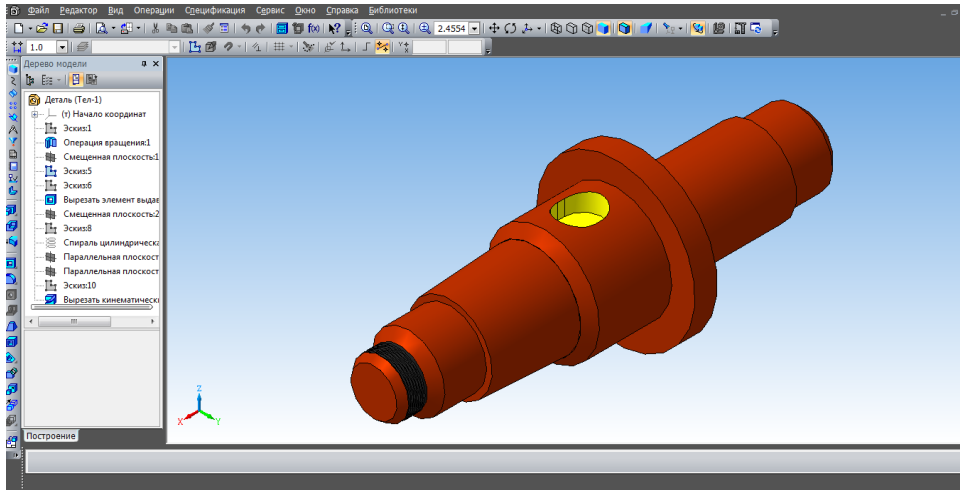


Рис.1. Створення проекту в середовищі **КомпасV13**.

2) вибір клавiшi **деталь**;

3) збереження проекту в форматі **Step** (рис.2);

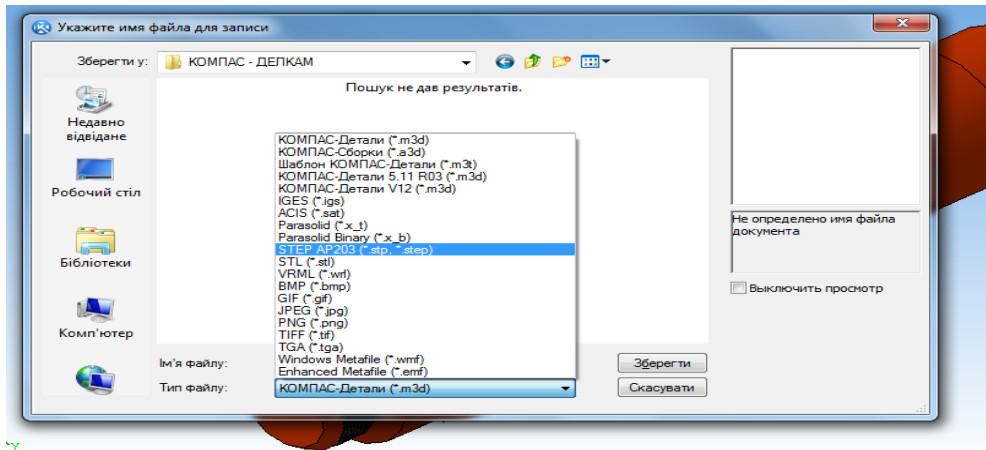


Рис.2. Збереження проекту у форматі **Step**.

4) вхід у середовище **CAD** програми **PowerShape**;

5) відкриття збереженого графічного файлу **step** через шлях **open file** (рис.3).

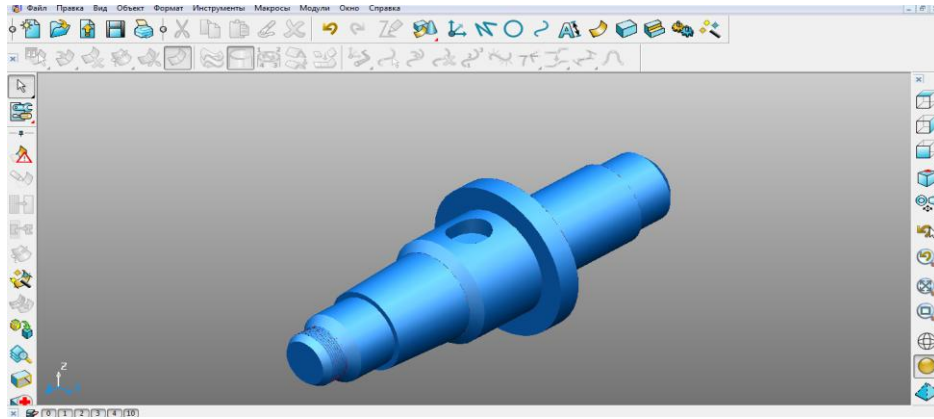


Рис.3. Відкриття збереженого файлу **step** через шлях **open file**.

Другий спосіб імпорту графічних даних реалізується з використанням програми **Exchange** (рис.4).

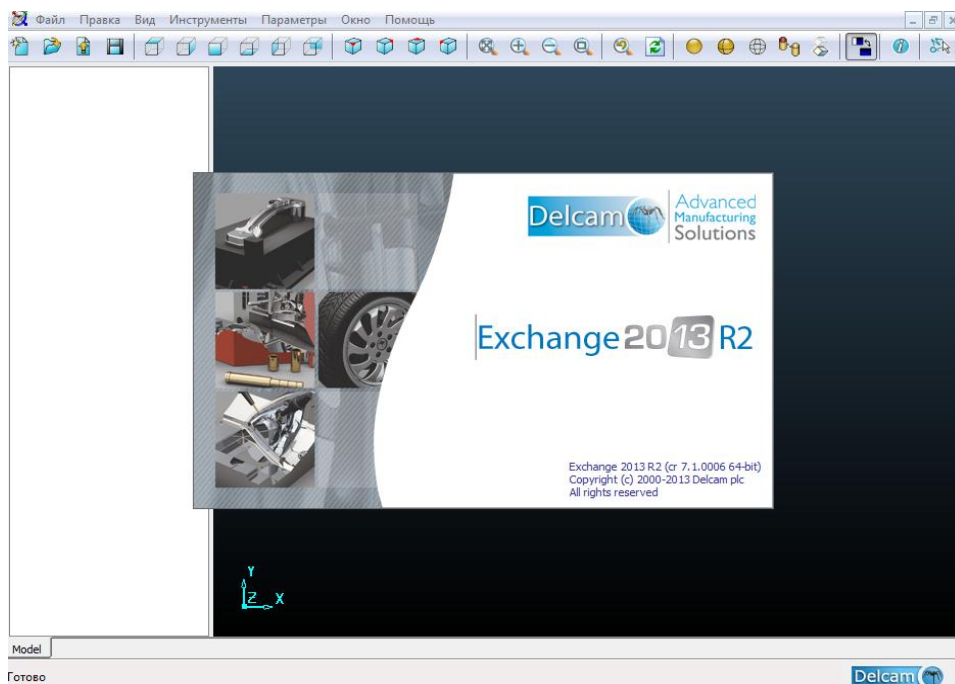


Рис.4. Вікно програми **Exchange**.

Послідовність транспортування 3D – моделі деталі програми **Exchange**:

- 1) створення деталі у програмі **Компас**;
- 2) збереження проекту у форматі **m3d**;
- 3) вибір шляху для імпорту графічних даних у програмі **Exchange** (рис.5);

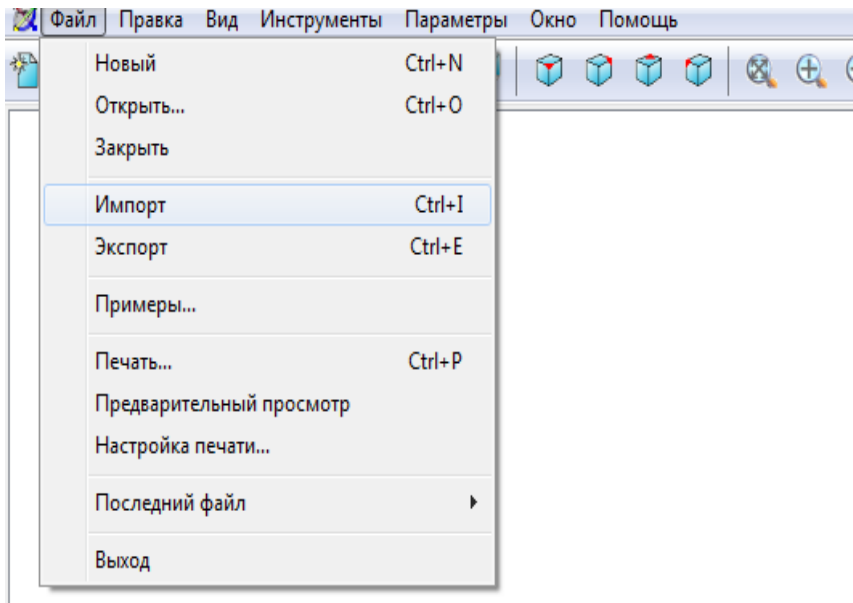


Рис.5. Вибір шляху для імпорту даних у програмі Exchange.

4) Вибір формату, який потрібно перетворити (рис.6);

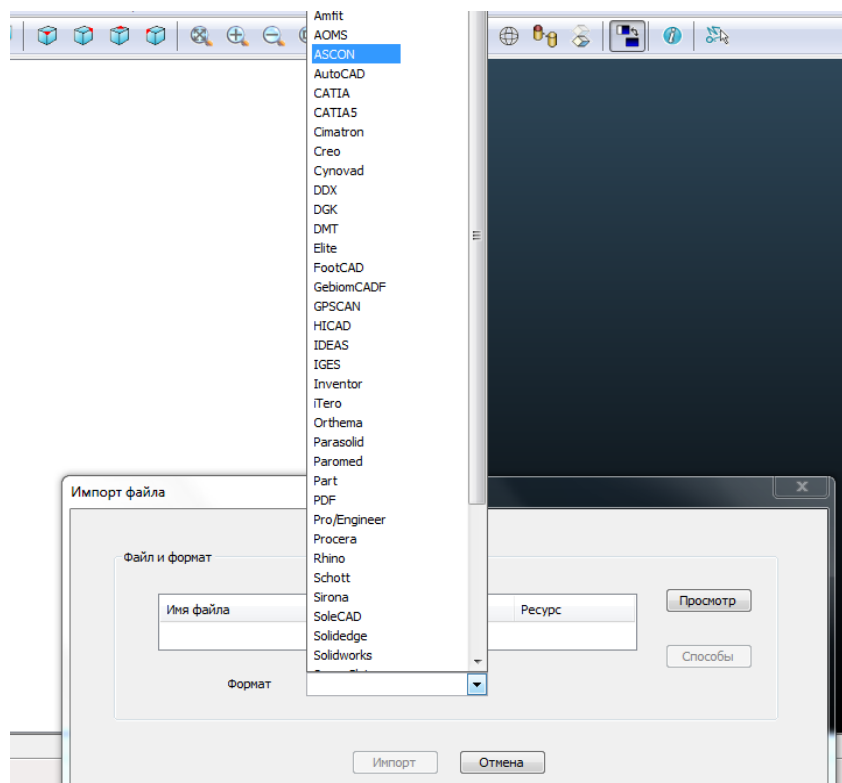


Рис.6. Вибір формату, який потрібно перетворити.

5) Вибір файлу, який потрібно імпортувати (рис.7);

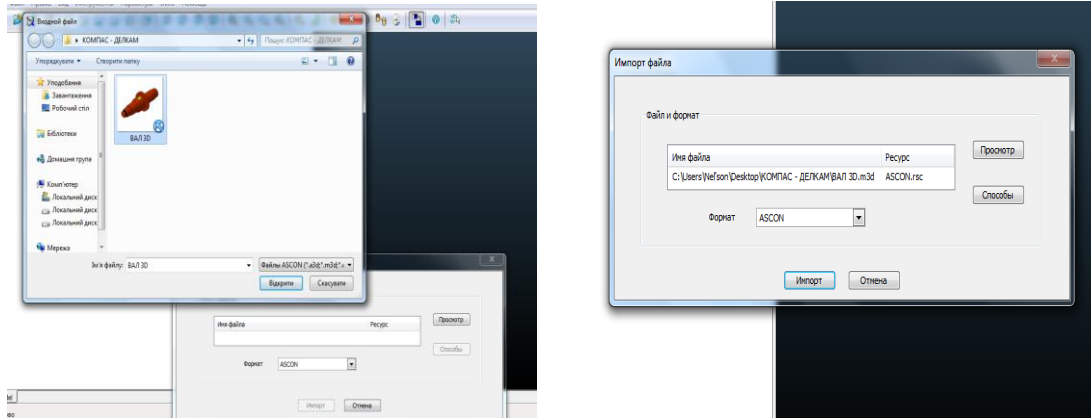


Рис.7. Вибір файлу, який потрібно імпортувати.

б) Транспортування графічних даних з програми **Exchange** у **PowerShape** (рис.8).

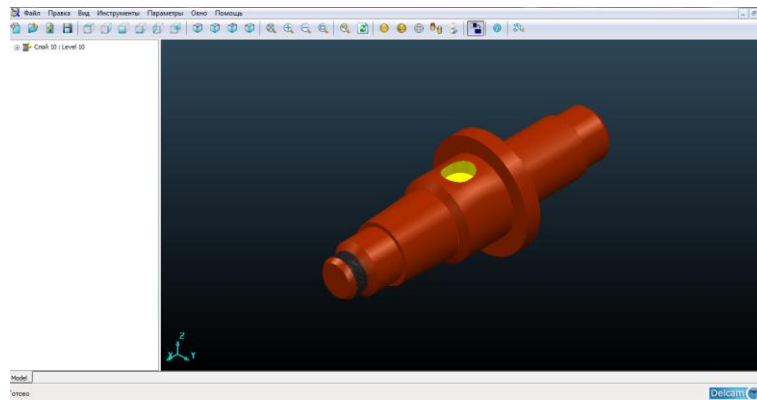


Рис.8. Транспортування даних з програми **Exchange** у **PowerShape**.

Результат імпорту графічного об'єкта з **CAD** – системи **Компас** у середовище **PowerShape** одержуємо за допомогою програми **Exchange** (рис.9).

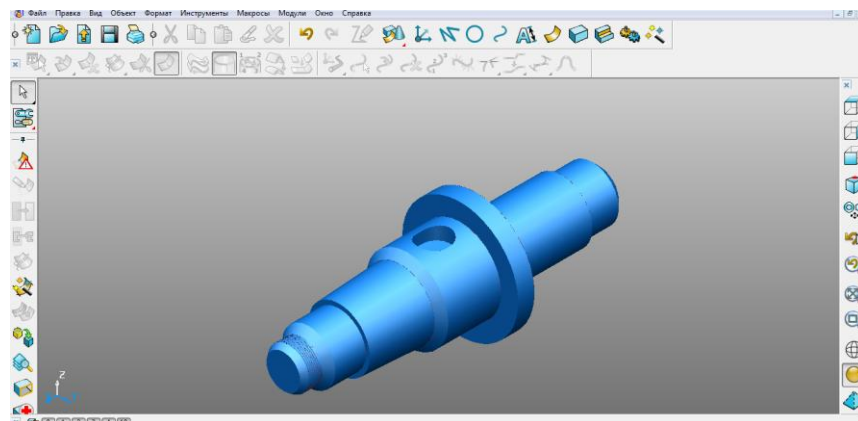


Рис.9. Результат імпорту з **CAD**-системи **Компас** у середовище **PowerShape** за допомогою програми **Exchange**.

Перевагою другого способу є те, що при використанні програми **Exchange** можна імпортувати файли **Компас** будь якої версії.

Графічна система **Компас** взаємодіє також і з **SolidWork**, лідером серед **CAD/CAE** систем. Така взаємодія зручна для конструктора, дозволяє забезпечити роботу з графічними **3D** – моделями у іншому середовищі. Файл потрібно зберегти (рис.10) з відповідним розширенням. Зокрема, у **SolidWorks** передбачені два формати, які використовуються для відкривання графічних моделей у інших **CAD**-системах: це **STEP AP203 (*.stp *.step)** або **Parasolid (*.x_t)**.

Перенесення графічних даних у форматі **STEP AP203 (*.stp *.step)** здійснюється у такий спосіб:

- 1). Вибір **Файл – Сохранить как...**
- 2). Вибір потрібного типу файлу – **Сохранить**.

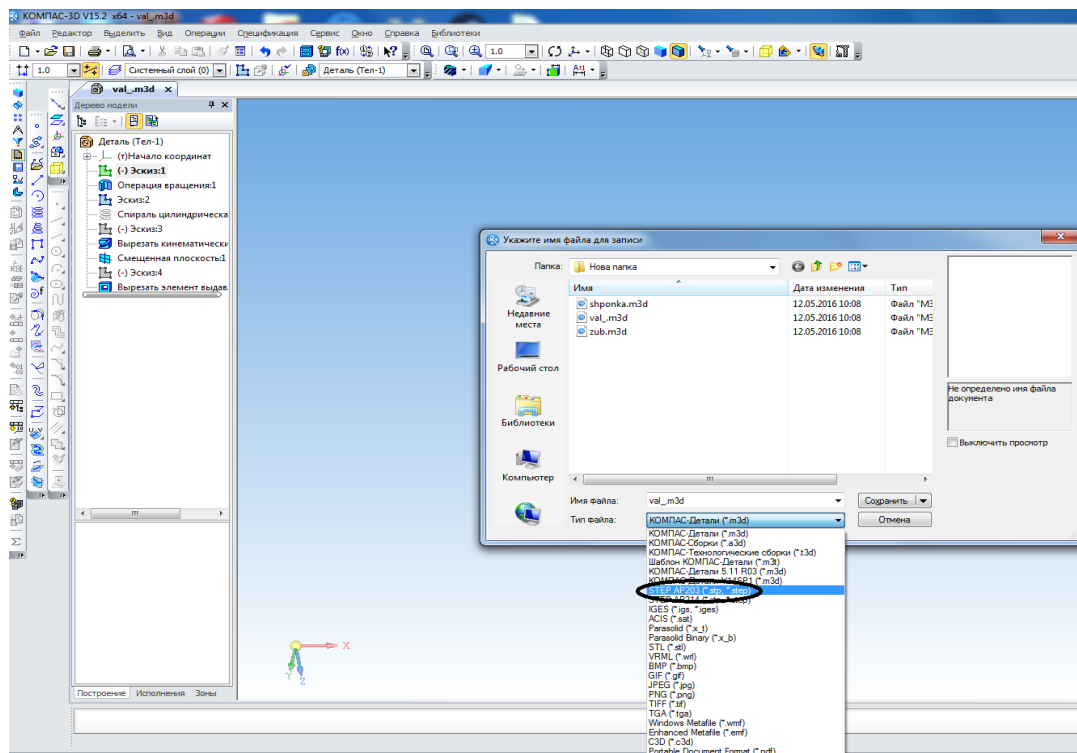


Рис.10. Перенесення графічних даних у форматі **STEP AP203 (*.stp *.step)**.

3). Вибір вікна **запись файла формата...** Це папка, куди слід записувати файл **начать запись**. Після збереження цього графічного файлу документ можна відкривати у **SolidWorks** (рис.11).

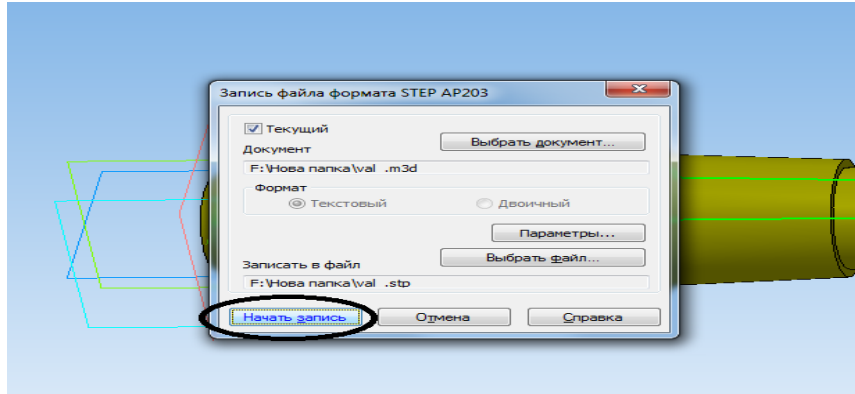


Рис.11. Етапи збереження графічних даних у форматі **STEP AP203** .

Для відкриття графічного файлу використовуємо алгоритм, що й для креслення, але у вікні необхідно вибрати **все файли - STEP AP203 (*.stp *.step)**. На екрані з'являється **3D** – модель деталі (рис.12, а). При експортуванні деталі у форматі **Parasolid (*.x_t)** використовуємо алгоритм, що й для попереднього формату; в типі файлу вибираємо потрібний формат і зберігаємо. У **SolidWorks** відкриваємо збережений файл (рис.12,б).

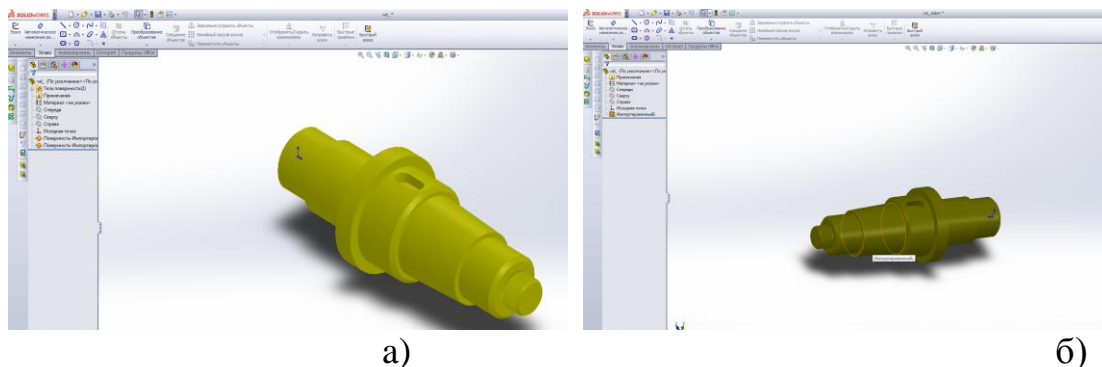


Рис.12. а) **3D** – модель деталі, відкрита за допомогою функції **STEP AP203 (*.stp *.step)** у середовищі **SolidWorks**; б) експортування деталі у форматі **Parasolid (*.x_t)** у середовище **SolidWorks**.

Висновки. Проведений аналіз процесів транспортування **3D** – моделей у різних **CAD** системах, зокрема, взаємодії програмного середовища **Компас** з програмами **PowerSHAPE** та **SolidWorks** надав можливість запропонувати способи процесів обміну даними між розглянутими **CAD** системами. Розроблений шлях інтеграції графічних даних, побудованих у середовищі **Компас**, у середовища **PowerSHAPE** та **SolidWorks**. Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні інтеграції графічних даних для складальних креслень.

*Література*

1. INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATION (IGES). Computer Systems Laboratory National Institute of Standards and Technology - Gaithersburg, MD 20899.
2. *Бойко М. В.* Рендеринг як ефективний засіб візуалізації моделей виробів у середовищі CATIA V5 / М.В. Бойко, С.Є. Ляковська. - Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні. № 746. - Львів: НУ «Львівська політехніка», 2012.- С.18-20.
3. *Гумен О. М.* Візуальне програмування задач механіки із залученням геометричних засобів CAD – систем / О. М. Гумен, С.Є. Ляковська, Є. В. Мартин.- Прикладна геометрія та інженерна графіка.–М.: ТДАТУ, 2013. – Вип. 4. Т.55. – С.18 – 23.
4. *Ляковська С.Є.* Автоматизація методу скінченних елементів у системах Auto- CADMechanical 2006 та AutoDeskMechanical 2006 / С.Є. Ляковська, М.Б. Гаврилів. – Комп'ютерно – інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. - Луцьк : ЛНТУ, 2011.- Вип. 6.- С.159-163.

**ИНТЕГРАЦИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
СРЕДСТВАМИ CAD СИСТЕМ**

С. Е. Ляковская

Аннотация - работа посвящена систематизации особенностей процессов транспортировки 3D - моделей в CAD системах и разработке оптимального пути интеграции графических данных из среды Компас в среды PowerSHAPE и SolidWorks. Предложенные средства реализации процессов обмена графическими данными между CAD системами.

**INTEGRATION OF GRAPHICAL OBJECTS MEANS
OF CAD SYSTEMS**

S. Liaskovska

Summary

The paper is devoted to systematize the processes of transport features 3D - models in different CAD systems and the development of optimum way of integrating graphical data protection environment from Compass to PowerSHAPE and SolidWorks. Proposed methods of the exchange of data between CAD systems.



УДК 614.84:65.015.11

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ВІДПОВІДНО ДО ЕРГОНОМІЧНИХ ВИМОГ

Небелюк В.І.,

Мартин Є.В., д.т.н.

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
(Україна, м. Львів)*

Анотація - у роботі приведені обґрунтовані та розроблені ергономічні засоби для результативного функціонування підрозділів добровільної пожежної охорони з урахуванням особливостей їх функціонування. Проведений аналіз травматизму, професійної захворюваності рятувальників та з'ясовано вплив ергономічних чинників на працездатність особового складу. Розроблений і запропонований ряд ергономічних заходів для організації роботи та зменшення виробничого травматизму пожежників. Запропоновано використовувати матеріали та спеціальне устаткування з урахуванням наведених ергономічних вимог для облаштування зон роботи та відпочинку персоналу.

Ключові слова: ергономіка, ергономічні чинники, добровільна пожежна охорона, пожежник.

Постановка проблеми. Робота рятувальників добровільної пожежної охорони має певні відмінності від роботи працівників інших виробничих та невиробничих професій. Підвищення рівня безпеки пожежників в процесі виконання функціональних обов'язків можливе за умов належного врахування впливу ергономічних чинників, в першу чергу, організація і облаштування функціональних робочих місць в створюваних пожежних частинах, забезпечення комфортних умов праці та відпочинку тощо.

Аналіз останніх досліджень свідчить, що недостатньо вивчено вплив ергономічних чинників на розв'язання проблем, пов'язаних з аспектами травматизму працівників ризиконебезпечних професій, зокрема, пожежників [1, 2]. Порядок створення добровільної пожежної охорони та порядок організації їх роботи наведено в [3]. В роботі [4] вказується на необхідність переобладнання і утеплення приміщень під пожежні частини. Проблемі їх електрифікації присвячена наукова розвідка [5]. Про важливість створення комфортних та безпечних умов роботи наголошується в [6, 7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Дослідження показали, що спеціальне обладнання та устаткування потребують реконструкції або модернізації. Актуальним є питання облаштування та утеплення будівель під створювані пожежні депо для добровільної пожежної охорони, зниження розсіювання тепла у навколишнє середовище та економії коштів на комунальні послуги. Важливим є врахування впливу кольору на психіку та емоційний стан рятувальника. Маючи справу з облаштуванням конкретних робочих місць для добровільної пожежної охорони, важливо дотримуватися ергономічних вимог задля забезпечення безпеки та функціональності споруд, в яких перебуватимуть рятувальники і обладнання, з яким вони працюватимуть, тому постає задача дослідження і врахування ергономічних вимог щодо облаштування пожежних частин.

Формування цілей статті. Дослідження небезпечних та шкідливих ергономічних чинників, які виникають у процесі роботи рятувальників, та розроблення заходів і засобів для подальшого зменшення рівня їх впливу на створювані дружини добровільної пожежної охорони.

Основна частина. В центрі уваги завжди знаходилося питання безпеки, збереження життя і здоров'я людей, зокрема, пожежників у процесі професійної діяльності. Тільки за умови ретельного вивчення і усунення причин виникнення травматизму та професійної захворюваності у структурах пожежної охорони можливе зменшення його рівня. Виникнення небезпечних ситуацій зумовлюється тим, що порушується взаємодія між людиною і об'єктивним виробничим середовищем.

З аналізу виробничого травматизму і професійної захворюваності в оперативно-рятувальних підрозділах можна виділити наступні групи причин: організаційні (72.5 %), технічні (17.5 %), психофізіологічні (10 %) (рис. 1). Ці дані слід врахувати при подальшому облаштуванні пожежних частин для добровільної пожежної охорони та створенні безпечних та нешкідливих умов праці.

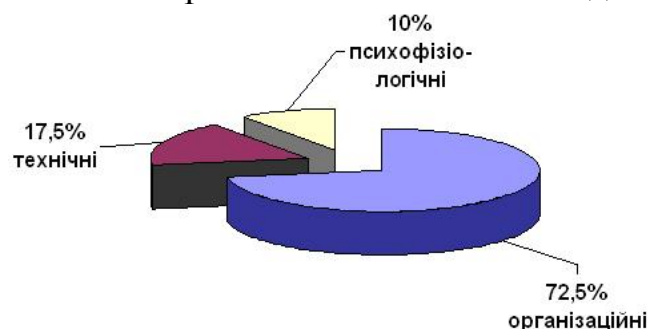


Рис. 1. Причини виробничого травматизму рятувальників.



Безпека праці пожежників напряму залежить від раціональності організації робочих місць та обладнання. Робоче місце пожежника - зона, оснащена необхідними технічними засобами та обладнанням, у якій здійснює трудову діяльність пожежник або група пожежників, що спільно виконують ту чи іншу операцію чи роботу.

Конструктивним рішенням щодо організації робочого місця пожежника є забезпечення оптимальності усіх зон досяжності моторного та інформаційного полів. Під інформаційним полем розуміємо простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації та іншими джерелами інформації, якими користується людина в процесі праці. Проектування робочих місць також передбачає врахування динаміки рухів людини в процесі трудової діяльності, оскільки раціонально організоване робоче місце є фактором зниження втоми працівників, а, отже, спостерігатиметься підвищення продуктивності роботи; працездатність збережеться на досить високому рівні та знизиться рівень травматизму.

Ергономічні заходи в пожежних депо добровільної пожежної охорони передбачають в першу чергу організаційні і технічні заходи та засоби, а також санітарно-гігієнічні, які допоможуть запобігти дії на рятувальників шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування, заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими, герметизація шкідливих процесів, зниження рівнів шуму та вібрації, встановлення раціонального освітлення, забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Пожежні дружини (команди) добровільної пожежної охорони поділяються на такі категорії [3]:

- першої категорії, що забезпечують цілодобове чергування диспетчерів, водіїв пожежних машин та караульних у пожежних депо;
- другої категорії, що забезпечують цілодобове чергування диспетчерів та водіїв пожежних машин з перебуванням інших караульних за місцем роботи (навчання) або місцем проживання;
- третьої категорії, що забезпечують цілодобове чергування диспетчерів з перебуванням інших караульних (у тому числі водіїв пожежних машин) за місцем роботи (навчання) або місцем проживання.

Постає питання створення та організації робочих місць для пожежників у окремих приміщеннях відповідно до даних категорій пожежних дружин (команд), до яких вони будуть входити. Особливу



увагу варто приділити створенню добровільної пожежної охорони в сільській місцевості. Для облаштування пожежного депо та гаража рекомендуємо реконструювати будівлі, що не використовуються (старі ферми, колишні складські приміщення тощо). Якщо вільних будівель нема чи вони не придатні з тих чи інших причин, то необхідно зводити нові. В процесі будівництва, ремонту і оздоблення приміщень пожежних депо, гаражів, пунктів зв'язку забороняється застосовувати горючі, легkozаймісті матеріали та ті, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Будувати приміщення пожежних частин з дерева чи глини заборонено. Рекомендуємо побудову цегляних, кам'яних, бетонних будівель. При оздобленні доцільно використовувати екологічно чисті та нешкідливі матеріали.

Будівлі і споруди пожежного депо обов'язково забезпечити блискавкозахистом. А ті, що знаходяться в сейсмічних зонах, мають бути сейсмостійкими.

Стіни будівлі пожежного депо рекомендуємо утеплити незалежно від того чи нова це будівля, чи переобладнана. Це допоможе зекономити 45-50 % усього тепла. Утеплення будівлі доцільно проводити ззовні, щоб не зменшувати робочого об'єму приміщення. Для цього підійдуть такі матеріали, як мінеральна вата, пінопласт, рідкокерамічна теплоізоляційна фарба чи теплоізоляційна піна, тощо.

Будівлі пожежних депо повинні мати внутрішнє та зовнішнє водопостачання і каналізацію відповідно до державних будівельних норм. Харчоблок, душові, приміщення для миття рукавів, прання обмундирування, ремонту, миття та сушіння апаратів захисту органів дихання необхідно обладнати гарячим водопостачанням та обігрівом. Водопостачання пожежних депо в сільській місцевості за відсутності центрального рекомендуємо здійснювати з криниць або свердловин за допомогою насосів. Для забезпечення гарячого водопостачання рекомендуємо встановлення бойлерів окремо для душових, приміщень для миття та сушіння рукавів і кухонь (якщо такі передбачаються). Стіни приміщень рекомендуємо облицювати керамічною плиткою для запобігання утворення грибка і цвілі, тому що однією з причин виникнення цвілі є вогкість, яка проникає в стіни споруди. Для позбавлення від цвілі і грибка на стінах рекомендуємо також забезпечити хорошу вентиляцію кімнати.

Об'єм приміщення пункту зв'язку на одного працюючого (диспетчер, радіотелефоніст тощо) має бути не менше 15 м^3 , а площа - не менше 5 м^2 . Висота приміщення має бути не менше 3 м. Такі розміри приміщення дозволять комфортно розмістити обладнання та апаратуру, влаштувати необхідну вентиляцію приміщення, забезпечити достатній вміст кисню в повітрі за умов нормальної

вентиляції і не створюватимуть дискомфорту та відчуття тісноти в працюючого там рятувальника. При переобладнанні будівель для виділення окремих приміщень (кімнат, кабінетів) рекомендуємо робити перегородки з цегли чи бетону. Для побудови перегородок не можна використовувати фанеру, дошки, деревостружкові плити, бо ці матеріали не забезпечать необхідної шумоізоляції.

У приміщеннях створюваного пожежного депо має бути відсутній сторонній інвентар, обладнання та інші предмети. На майданчиках і сходових клітках, в караульному приміщенні, гаражі та на шляхах руху особового складу, неподалік спускових стовпів та дверних прорізів не можна застилати килимами чи доріжками підлогу.

Меблі та обладнання рекомендуємо використовувати з заокругленими кутами або використовувати спеціальні накладки на гострі кути для запобігання ударів об них.

На усіх провідниках та обладнанні повинна бути забезпечена ізоляція від електричного струму. Окрему увагу слід приділити ізоляції освітлення душових (саун, якщо є такі), їх ізоляцію рекомендуємо виконувати у вологозахищеному варіанті: особливо небезпечний контакт оголеного провідника з вологими предметами, якими може скористатися рятувальник, не підозрюючи про небезпеку ураження струмом. Електророзетки необхідно промаркувати із зазначенням величини напруги (рис. 2).



Рис. 2. Маркування розеток із зазначенням величини напруги.

Розміщувати апаратуру необхідно таким чином, щоб виключити можливість ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом шляхом одночасного доторкання до корпусу обладнання і труб водопровідної мережі чи радіаторів опалення. Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження струмом у разі пробивання ізоляції силової апаратури на корпус необхідно виконати захисне заземлення або занулення.

Підлогу в будівлі пожежної частини доцільно робити переважно дерев'яною. Таке покриття не проводить електричний струм, не потребує особливого догляду, не призводить до ковзання, якщо його намочити. В інших приміщеннях (гараж) допускається підлога бетонна чи залізобетонна.

У кожному підрозділі місця, де дозволяється куріння, потрібно обладнати урною або попільницею з негорючих матеріалів, позначити їх відповідним знаком або написом.

Розміщення підрозділів добровільної пожежної охорони також можливе в будівлях, що уже мають інше призначення (на території підприємств, заводів, сільських господарств, в приміщеннях сільських чи міських рад, сільських будинках культури, тощо), якщо поблизу можливе обладнання гаража для пожежних машин. Усі приміщення, де постійно перебуватимуть пожежники, доцільно розмістити на першому поверсі. Коли такої змоги немає, допустиме розміщення караульних, диспетчерських та інших приміщень на другому поверсі будівель, які мають також інше призначення. Для прибуття особового складу по сигналу тривоги в гаражі необхідно передбачити спускові стовпи (рис. 3) з металу діаметром 100-200 мм. Поверхня стовпів має бути гладкою, кількість стовпів визначається з розрахунку один стовп на шість чоловік чергового караулу. Для пом'якшення удару під час приземлення рекомендуємо встелити підлогу навколо стовпа пружинними матами діаметром не менше одного метра. Матеріали для пружинних матів повинні мати високі пружні властивості, а головне, не втрачати їх з часом.



Рис. 3. Загальний вигляд спускових стовпів.



Влаштування порогів у дверях кабін спускових стовпів, так само як і у всіх дверних прорізах пожежної частини, недопустиме, оскільки вони становлять перешкоди на шляху руху особового складу як безпосередньо, так і можуть відвернути увагу від інших факторів небезпек. Рятувальник, сконцентрувавшись на необхідності переступити поріг, може не помітити на шляху іншого стороннього предмета чи зіштовхнутися з колегою, впасти, травмуватись. Кабіни спускових стовпів повинні мати щільно підігнані двері з ущільненнями в стулках, м'якими прокладками для попередження просочування вихлопних газів з гаража. Двері мають бути двостулковими, відчинятись усередину kabіни та мати пристрій, що утримує їх у відчиненому чи зачиненому стані.

Необхідно забезпечити комфортні умови роботи для рятувальників, адже 10% травматизму рятувальників стається через психофізіологічні причини. В першу чергу це стосується кольорів, що використовуються в інтер'єрі пожежного депо. Кольори безпосередньо впливають на фізичний і душевний стан людини. Тому у приміщеннях з постійним перебуванням людей стіни рекомендуємо фарбувати в м'які світлі кольори, щоб знизити рівень втоми, роздратування, емоційного перевантаження, погіршення самопочуття рятувальників. В сільській місцевості в теплу пору року зону відпочинку рекомендуємо облаштовувати також і на вулиці. Доцільно поставити лави та столи в саду тощо.

Опалення в пожежних підрозділах повинне бути центральне водяне, якщо таке є. Якщо такого нема, рекомендуємо використовувати котли на твердому паливі (деревина, вугілля). Старі труби рекомендуємо замінити новими з оцинкованої сталі чи гофрованої нержавіючої сталі. Чавунні радіатори (рис. 4) доцільно замінити алюмінієвими чи біметалевими. Система з таких матеріалів матиме більшу тепловіддачу, є дешевшою, надійнішою і більш стійкою до корозії. Розраховувати потрібну кількість радіаторів та їх розміри необхідно щодо ергономічних вимог до конкретного приміщення. Температура повітря в приміщеннях з постійним перебуванням людей має бути не нижче за $+18^{\circ}\text{C}$ і не вище $+25^{\circ}\text{C}$. В гаражі та акумуляторній температура не має бути нижча за $+10^{\circ}\text{C}$, щоб не допустити замерзання пального в холодну пору року, тому допустимо використовувати пічне опалення даних приміщень. Сушіння рукавів та бойового одягу слід проводити підігрітим повітрям температурою вище $+25^{\circ}\text{C}$. Як виняток, допускається пічне опалення, але при цьому не слід влаштовувати топкові отвори з боку гаража і акумуляторної.



Рис. 4 Радіатор.

Гараж, караульне приміщення та підходи (шляхи евакуації) до них повинні бути забезпечені електричним освітленням, яке вмикається з пункту зв'язку частини у вечірній і нічний час одночасно із сигналом тривоги. Окрім цього, в караульному приміщенні має бути передбачене чергове освітлення зеленими плафонами або розсіювачами, яке не повинне вимикатись навіть під час відпочинку особового складу.

Підлогу в гаражі рекомендуємо влаштовувати з нахилом у бік воріт, щоб у разі кочення автомобіль рухався в протилежний бік від місця перебування особового складу та уникнув наїзду на людей. Тому стелажі, біля яких будуть перебувати рятувальники, варто розташовувати саме позаду автомобіля. Ворота мають розміщуватися у місці найзручнішого виїзду на дорогу, щоб виїжджаючи по сигналу тривоги робити якнайменше маневрів.

Спеціальний одяг і спорядження кожного пожежника потрібно складати окремо на спеціально обладнаних стелажах або тумбочках. Стелажі, що обладнуються дверцятами, необхідно також обладнати фіксаторами для утримання цих дверцят у відчиненому стані, щоб уникнути їх самостійного зачинення та зменшити затрату часу на їх відкривання, а також забезпечити просушування одягу.

У кожному гаражі для виконання оглядів та технічного обслуговування пожежних автомобілів належить мати переносні електролампи напругою не більше 36 В. Їх рекомендуємо захистити скляним ковпаком та металевою сіткою для того, щоб лампа під час падіння не розбилася і не нанесла травми уламками пожежнику.

Усі роботи, навчання та тренування особовий склад добровільної пожежної охорони повинен виконувати у бойовому одязі і спорядженні, а в окремих випадках – у тепловідбиваючих костюмах



та ізолюючих протигазах. Навчання пожежників-добровольців слід проводити у спеціальних закладах протягом визначеного часу, а не по ходу роботи.

Висновки. Головним завданням при проектуванні, будівництві та модернізації приміщень відповідно до категорій створюваної добровільної пожежної охорони є забезпечення безпечних та комфортних умов праці для рятувальників. Цього можна досягти при дотриманні усіх правил, норм, ергономічних вимог та врахуванні місцевості, динаміки рухів і потреб персоналу.

Забезпечення безпеки праці, дотримання ергономічних вимог щодо будівель та обладнання, використання конкретних кольорів у дизайні та дотримання правил роботи з речовинами та обладнанням дозволить суттєво зменшити виробничий травматизм, втомлюваність та небезпеку в роботі рятувальників.

Рекомендуємо також запровадити у вищих навчальних закладах, які готують фахівців, що матимуть справу з сільським господарством, вивчення основ підготовки пожежника створюваної добровільної пожежної охорони.

Література

1. *Тімченко О.В.* Психологічні причини загибелі та поранень службовців / О.В.Тімченко [Електронний ресурс] – Доступний з <http://disser.com.ua/contents/8539.html>.
2. *Дмитровський С.Ю.* Основи підготовки пожежника: Навч. посібник / С. Ю. Дмитровський, В. І. Луц, П. В. Семенюк.– Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 296с.
3. Постанова КМУ № 1052 від 16.12.2015р. «Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій». [Електронний ресурс] – Доступний з <http://www.dsns.gov.ua/ua/Polozhennya.html>.
4. *Вітюк А.А.* Загальні ергономічні вимоги до робочих місць /А.А, Вітюк. - [Електронний ресурс] – Доступний з <http://conf-cv.at.ua/forum/157-1624-1>.
5. *Ткачук К.Н.* Управління охороною праці: Навч. посібник. / К.Н. Ткачук, Я.О. Мольчак, С.Ф. Каштанов, О.І. Полукаров, К.К. Ткачук, Ю.О. Полукаров, В.М. Стасюк. - Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. – 288 с.
6. *Курій С.В.* Символіка кольору. Як колір впливає на психологію людей /С.В.Курій. - [Електронний ресурс] – Доступний з <http://itstechnology.ru/page/simvolika-koloru-jak-kolir-vplivaye-na-psihologiju-ljudej>.
7. Наказ МНС України від 07.05.07 № 312 «Про затвердження правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України». [Електронний ресурс] – Доступний з <http://ubgd.lviv.ua/moodle/mod/resource/view.php?id=3208>.



ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В СООТВЕТСТВИИ С ЭРГОНОМИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ

В.И. Небелюк, Е.В. Мартын

Аннотация – в работе приведены обоснованные и разработанные эргономичные средства для результативного функционирования оперативно-спасательных подразделений добровольной пожарной охраны с учетом особенностей их функционирования. Проведенный анализ травматизма и профессиональной заболеваемости спасателей и выяснено влияние эргономических факторов на работоспособность личного состава. Разработан и предложен ряд эргономических мероприятий для организации работы и уменьшения производственного травматизма спасателей. Предложено использовать материалы и специальное оборудование с учетом приведенных эргономических требований для обустройства зон работы и отдыха персонала.

OPERATIONS OF THE VOLUNTARY FIRE PROTECTION IN ACCORDANCE WITH ERGONOMIC REQUIREMENTS

V.Nebelyuk, E.Martyn

Summary

The paper shows the proved and developed ergonomic tools for the effective functioning of the operational and rescue units of voluntary fire protection with the peculiarities of their functioning. The analysis of accidents and occupational diseases and rescuers found the ergonomic factors influence the performance of personnel. Designed and proposed a number of measures to ergonomic organization of work and reduce occupational injuries rescuers. A use materials and special equipment, taking into account the following ergonomic requirements for the installation areas and rest of staff.



УДК 514.18

МЕТОД ПОДАННЯ АПРОКСИМУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ

Пихтєєва І.В., к.т.н.

Мацулевич О.Є., к.т.н.

Щербина В.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет,

Тел.: (0619) 42-68-62

Анотація – робота присвячена розвитку методу найменших квадратів для випадку подання аппроксимируючих функцій, побудованої, на основі згладжених дискретних характеристик, дискретно представленої кривої (ДПК).

Ключові слова – дискретно представлена крива (ДПК), метод найменших квадратів, згладжені дискретні характеристики

Постановка задачі. Для заданої на рівномірній сітці плоскої ДПК, значення ординат якої обтяжені випадковими похибками, розподіленими за нормальним законом з нульовим середнім і одиничною дисперсією, побудувати аппроксимууючий точковий ряд, що враховує згладжені значення різниці вихідної ДПК, сума квадратів відхилення якого від точок ДПК згідно з критерієм методу найменших квадратів (МНК) мінімальна.

Аналіз останніх досліджень. Особливістю дискретного методу найменших квадратів (ДМНК) є те, що, в процесі моделювання, в якості визначальних параметрів, можуть виступати не тільки ординати моделюючої ДПК, а й значення розділених (кінцевих) різниць заданого порядку. При цьому реалізуються два підходи:

- Апроксимація за критерієм МНК з урахуванням аппроксимууючої функції, коли визначальні параметри вибираються на підставі властивостей цієї функції;

- Апроксимація без урахування аппроксимууючої функції, коли визначальні параметри спираються на диференціальні властивості аппроксимууючої функції (множина розділених або кінцевих різниць) без фіксації закону їх зміни.

Вочевидь, що, при реальному моделюванні, більш поширеною є схема з ваговими коефіцієнтами. Вибір значень таких коефіцієнтів визначається умовами експерименту.



Введення вагових коефіцієнтів видозмінює обчислювальні алгоритми і впливає на результат моделювання.

Загальний алгоритм ДМНК

Спочатку розглянемо точкову апроксимацію на основі безперервного МНК. Нехай, заданий на рівномірній сітці з кроком $h = x_{i+1} - x_i$, точковий ряд $(x_i, y_i), i = \overline{0; n}$ деякої ДПК, який не має точок з однаковими абсцисами. Потрібно апроксимувати його за критерієм МНК деякою функцією $y = f(x)$. Неодмінною умовою є лінійність параметрів цієї функції. Рішення завдання полягає в наступному:

Алгоритм 1. Точкова апроксимація за критерієм МНК.

1. Вибирається вид апроксимуючої функції. Найчастіше це алгебраїчний поліном, рідше - тригонометричний, експоненціальне поліном або інші функції, наприклад, їх комбінації, лінійні щодо своїх коефіцієнтів (параметрів).

2. Записується умова МНК

$$F = \sum (y_i - f(x_i))^2 = \min$$

3. Функції F диференціюється за параметрами $a_0, a_1, \dots, a_k, k < n$, та дорівнюється до нуля:

$$\frac{\partial F}{\partial a_0} = 0; \frac{\partial F}{\partial a_1} = 0; \dots; \frac{\partial F}{\partial a_k} = 0$$

4. Вирішується отримана система нормальних рівнянь і визначаються значення параметрів $a_j, j = \overline{0; k}$. Матриця системи є симетричною і тому рішення завжди існує.

5. Отримані значення коефіцієнтів підставляються у функцію $f(x)$ і визначаються відхилення Δ_i заданих точок від розрахункових

$$\Delta_i = y_i - f(x_i)$$

6. Розраховується значення критерію F .

Для підвищення точності апроксимації, тобто зменшення значення F , необхідно збільшити число параметрів. Цей процес зменшення F (збільшення числа параметрів) - сходиться і при числі параметрів, що дорівнює числу точок, $F = 0$, відбувається інтерпретація заданого ряду функцією $y = f(x)$. У численній літературі по МНК і його додатків наведено безліч розв'язаних прикладів за алгоритмом 1.

Розглянемо сутність ДМНК. Його алгоритм полягає в наступному.

**Алгоритм 2.** Дискретна апроксимація за критерієм МНК.

1. Вибіраються залежність між координатами моделює ДПК і визначальними її параметрами.

$$q = q(y_0, y_1, y_2, \dots, y_n, m_0, m_1, \dots, m_k)$$

Якщо в якості параметрів виступають ординати точок, що визначають апроксимуючу ДПК, то розглянута залежність має вигляд різностного співвідношення..

2. Призначається, які з параметрів є визначальними, і, потім, визначаються значення y_i кожної з точок апроксимуючого ряду в залежності від цих $(k + 1)$ параметрів:

$$y_i = y_i(y_0, y_1, \dots, y_n, m_0, m_1, \dots, m_k); \quad i = \overline{0, m}, \quad i = \overline{0, k}$$

3. Записується умова ДМНК

$$F = \sum_{i=0}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 = \min$$

4. Діфференціюється по кожному з параметрів і складається система нормальних рівнянь.

$$\frac{\partial F}{\partial m_0} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial m_1} = 0, \quad \dots, \quad \frac{\partial F}{\partial m_k} = 0$$

5. Вирішується система нормальних рівнянь і визначаються значення керуючих параметрів m_0, m_1, \dots, m_k . Як і в алгоритмі 1 матриця системи є симетричною, тому рішення завжди існує.

6. Отримані значення параметрів m_0, m_1, \dots, m_k підставляються в:

$$y_i = y_i(y_0, y_1, \dots, y_n, m_0, m_1, \dots, m_k),$$

і визначаються ординати точок апроксимуючого ряду.

7. Розраховуються відхилення Δ_i

$$\Delta_i = y_i - \bar{y}_i,$$

і значення критерія F .



Основна частина

Розглянемо на рівномірній сітці з кроком h деяку плоску ДПК $\{x_i, y_i\}, i = l; n$, на взаємне розташування точок якої не накладається ніяких обмежень (відсутність осциляції, опуклість і т.п.). Загальний алгоритм дискретного методу найменших квадратів [1] полягає в наступному:

Записуємо умову дискретного МНК:

$$\sum_{i=l}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 = \min, i = l; n; \tag{1}$$

де \bar{y}_i - ордината точки апроксимуючої ДПК в i -ом вузлі.

Визначається ордината \bar{y}_i в залежності від визначальних апроксимуючу ДПК параметрів.

1. Отримані в п.2 вираження підставляються в (1) і отримане рівняння диференціюється за параметрами. В результаті рішення отриманої таким чином системи нормальних рівнянь визначаються шукані значення параметрів.
2. Отримані значення параметрів підставляються в вираження п.2, визначаються значення \bar{y}_i , їх відхилення $\Delta_i = y_i - \bar{y}_i$ та сума $\sum_{i=l}^n \Delta_i^2$.

Особливість пропонованої роботи полягає в новому способі формування \bar{y}_i , який полягає в наступному:

1. Запишемо ординати точок апроксимуючої кривої через параметр y_0 і послідовний ряд згладжених значень перших кінцевих різниць $\delta_i^l, i = l; n - l$, для вихідної ДПК

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= y_0 + \delta_1^l \cdot h; \\ \bar{y}_2 &= \bar{y}_1 + \delta_2^l \cdot h = y_0 + (\delta_1^l + \delta_2^l) \cdot h \\ &\dots\dots\dots \\ \bar{y}_n &= y_0 + (\delta_1^l + \delta_2^l + \dots + \delta_{n-l}^l) \cdot h \end{aligned} \tag{2}$$



Тут $\bar{\delta}_1, \bar{\delta}_2, \dots, \bar{\delta}_n$ – отримані згладжуванням значення $\delta_i^l = (y_i - y_{i-1})/h$, розрахованих точок для вихідної ДПК за одним із відомих методів (наприклад, ковзної середньої [2] або диф-смуги [3]).

Цільова функція - критерій МНК має вигляд

$$\begin{aligned} & (y_1 - \bar{y}_0 - \bar{\delta}_1^l \cdot h)^2 + [y_2 - \bar{y}_0 - (\bar{\delta}_1^l + \bar{\delta}_2^l) \cdot h]^2 + \\ & + [y_3 - \bar{y}_0 - (\bar{\delta}_1^l + \bar{\delta}_2^l + \bar{\delta}_3^l) \cdot h]^2 + \dots + \\ & + [y_n - \bar{y}_0 - (\bar{\delta}_1^l + \bar{\delta}_2^l + \dots + \bar{\delta}_n^l) \cdot h]^2 = \min \end{aligned} \quad (3)$$

Диференціюємої за параметром \bar{y}_0 . Остаточно маємо:

$$(y_1 + y_2 + \dots + y_n) - \bar{y}_0 \cdot n - [n \cdot \bar{\delta}_1^l + (n-1) \bar{\delta}_2^l + \dots + 2 \bar{\delta}_{n-1}^l + \bar{\delta}_n^l] \cdot h = 0 \quad (4)$$

Звідси визначається значення шуканого параметру

$$\bar{y}_0 = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n y_i - (n \cdot \bar{\delta}_1^l + (n-1) \bar{\delta}_2^l + \dots + \bar{\delta}_n^l) \cdot h \right] \quad (5)$$

Підставляємо значення \bar{y}_0 в систему (2), визначаємо ординати \bar{y}_i , шуканого точкового ряду апроксимуючої ДПК, їх відхилення від точок заданого ряду та суму $\sum_{i=1}^n \Delta_i^2$.

Більш достовірний результат можна отримати, якщо аналогічно (2) записати співвідношення з точністю до нескінченно малих другого порядку у вигляді:

$$\begin{aligned} \bar{y}_3 &= \bar{y}_1 + y_2' \cdot 2h; \\ \bar{y}_4 &= \bar{y}_2 + y_3' \cdot 2h; \\ \bar{y}_5 &= \bar{y}_1 + (y_2' + y_4') \cdot 2h; \\ \bar{y}_6 &= \bar{y}_2 + (y_3' + y_5') \cdot 2h; \quad \text{и т.д.} \end{aligned} \quad (6)$$

де параметрами виступають \bar{y}_1 та \bar{y}_2 , а замість різниці виступають згладжені згідно [3] за допомогою диф-смуги значення перших похідних вихідних ДПК.



В цьому випадку критерії МНК залежать від двох параметрів, визначених з системи двох нормальних рівнянь, отриманих диференціюванням функції критерію по \bar{y}_1 та \bar{y}_2 .

За необхідністю уникнути осциляції апроксимуючої ДПК слід враховувати значення других різниць $\bar{\delta}_i^2 = \bar{y}_{i-1} - 2\bar{y}_i + \bar{y}_{i+1}$; $i = 2; n-1$, ординат її точок. Тоді

$$\begin{aligned}\bar{y}_3 &= 2\bar{y}_2 - \bar{y}_1 + \bar{\delta}_2^2; \\ \bar{y}_4 &= 3\bar{y}_2 - 2\bar{y}_1 + 2\bar{\delta}_2^2 + \bar{\delta}_3^2; \\ \bar{y}_5 &= 4\bar{y}_2 - 3\bar{y}_1 + 3\bar{\delta}_2^2 + 2\bar{\delta}_3^2 + \bar{\delta}_4^2; \text{ и т.д.}\end{aligned}\quad (7)$$

Тут параметрами виступають \bar{y}_1 та \bar{y}_2 ; другі різниці отримані згладжуванням аналогічних значень для вихідної ДПК.

Вочевидь, що продемонстровані уявлення апроксимуючої ДПК через різниці $\bar{\delta}_2^2$; $\bar{\delta}_3^2$; ... $\bar{\delta}_{n-1}^2$ або похідні можна продовжити для старших їх порядків.

Розглянуті уявлення мають узагальнюючий характер і включають як окремий випадок відомі апроксимуючі функції.

Зокрема, для прямої лінії $\bar{\delta}_i^1 = \tilde{n}\hat{n}st$, функція (3) залежить від двох параметрів (\bar{y}_0, δ^1) , визначених з системи двох нормальних рівнянь, отриманих диференціюванням функції-критерію за \bar{y}_0 та δ^1 . У цьому випадку виходить єдина МНК-пряма.

Цю ж пряму лінію можна отримати застосовуючи систему (7) при $\bar{\delta}_i^2 = \tilde{n}\hat{n}st = 0$.

Якщо $\bar{\delta}_i^2 = \tilde{n}\hat{n}st = \delta^2$, то функція критерію стає залежною від трьох параметрів \bar{y}_1 , \bar{y}_2 та δ^2 , які визначають МНК-параболу другого порядку. Слід зауважити, що отримані в цих випадках значення критерію будуть гіршими, ніж отримані за допомогою систем (2) або (7), де згладжені значення краще відповідають геометрії вихідної ДПК.

Висновки.

Особливість пропонованої методики полягає в використанні нового способу формування \bar{y}_i .



Викладений метод дозволяє будувати не тільки МНК криві загального вигляду (системи (2) або (7) або алгебраїчні криві), а й трансцендентні апроксимуючі криві (тригонометричні, показові функції і т.п.).

Література

1. *Найдыш В.М.* Дискретный метод наименьших квадратов // Прикл. геом. и инж. графика / В.М. Найдыш, И.В. Пыхтеева -К., 1997, вып. 62, с.19-22.
2. *Румшинский Л.З.* Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшинский.-М.: Наука, 1971.- 192с.
3. *Верещага В.М.* Дискретно-параметричний метод геометричного моделювання кривих ліній та поверхонь / В.М. Верещага. - Автореф. дис... докт. техн. наук.-К.: КДТУ-БА, 1996.-32с.

МЕТОД ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АППРОКСИМУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

И.В. Пыхтеева, А.Е. Мацулевич, В.М. Щербина,

Анотація - работа посвящена развитию метода наименьших квадратов для случая представления аппроксимирующих функций, полученной, на основе сглаженных дискретных характеристик, дискретно представленной кривой (ДПК). Аппроксимация.

METHOD OF REPRESENTATION APPROXIMATION OF FUNCTION

I. Pyhteeva, A. Matsulevich, V. Sherbina

Summary

The work is devoted to development of a method of the least squares for a case of representation of approximating functions, half-scientific, on the basis of the smoothed discrete characteristics, discretely submitted curve (DSC).



УДК 004.925.8:621

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

Незенко А.Й., інженер,

Вірченко В.Г., к.т.н.,

Білик О.В., інженер,

Козлов С.О., інженер

Державне підприємство «АНТОНОВ»

Тел. +380974346922

Анотація – у публікації наведено основні положення концепції геометричних процесів у життєвому циклі складних технічних виробів, означено сфери її практичного застосування.

Ключові слова – геометричні процеси, життєвий цикл виробу, інформаційні об'єкти, процесний підхід.

Постановка проблеми. Широке впровадження комп'ютерних інформаційних технологій у проектування технічних об'єктів постає нині важливою умовою забезпечення необхідної конкурентоздатності продукції за рахунок суттєвого скорочення строків її створення, а також значного підвищення якості, зменшення витрат на виробництво та експлуатацію. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба систематизації, узагальнення та формалізації процесів проектування, зокрема тих, що забезпечують отримання належних геометричних параметрів виробів, а також окреслення подальших пріоритетів і перспектив відповідних наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі розвитку автоматизованого проектування в машинобудуванні, зокрема в авіаційній галузі, особлива роль геометричних даних, як інтегруючої основи для інших комп'ютерних моделей (аеродинамічних, міцності, конструкції, технологічних та ін.) значно зросла. Про це свідчать, зокрема, публікації [1-7].

Наведені в них методи параметричного та структурного формоутворення, а також проаналізовані аспекти побудови та використання геометричних моделей у контексті життєвого циклу виробу є достатньо прогресивними засобами для автоматизації проектування, однак мають певні обмеження щодо реалізації інтегрованого підходу, необхідного для досягнення визначених різними дисциплінами показників якості створюваної продукції.

Формулювання цілей статті. Головна мета даної публікації полягає у висвітленні основних загальних положень запропонованої концепції геометричних процесів у контексті технології управління життєвим циклом виробу як інтегруючого фактора автоматизованого проектування та виготовлення складної продукції машинобудування.

Основна частина. Створення складної технічної продукції машинобудування, наприклад сучасного літака, є сукупністю процесів, кожний з яких відповідає за забезпечення певних проектних характеристик (показників) виробу. Зазначені процеси взаємопов'язані поміж собою. Вони можуть розпочинатися й закінчуватися на різних стадіях життєвого циклу та мати різну тривалість у часі.

Нині існує цілий ряд спеціалізованих комп'ютерних інформаційних систем, що дозволяють автоматизувати різноманітні процеси, забезпечуючи інтеграцію та управління інформацією впродовж усього життєвого циклу технічних виробів.

При цьому для автоматизації управління необхідно визначити та формалізувати кожний процес, відповідальний за забезпечення тих чи інших характеристик, встановити потрібні взаємозв'язки. Тип і кількість процесів визначається в залежності від вимог до конкретного виробу.

На рис. 2 приведено приклад поділу загального процесу на конкретні процеси, що забезпечують отримання необхідних характеристик складного технічного об'єкта (літака).

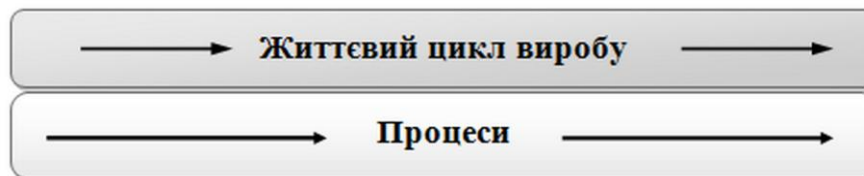


Рис. 1. Загальна схема процесного підходу на протязі життєвого циклу виробу

Створення складної технічної продукції машинобудування, наприклад сучасного літака, є сукупністю процесів, кожний з яких відповідає за забезпечення певних проектних характеристик (показників) виробу. Зазначені процеси взаємопов'язані поміж собою. Вони можуть розпочинатися й закінчуватися на різних стадіях життєвого циклу та мати різну тривалість у часі.

Нині існує цілий ряд спеціалізованих комп'ютерних інформаційних систем, що дозволяють автоматизувати різноманітні процеси, забезпечуючи інтеграцію та управління інформацією впродовж всього життєвого циклу технічних виробів.

При цьому для автоматизації управління необхідно визначити та формалізувати кожний процес, відповідальний за забезпечення тих чи інших характеристик, встановити потрібні взаємозв'язки. Тип і кількість процесів визначається в залежності від вимог до конкретного виробу.

На рис. 2 приведено приклад поділу загального процесу на конкретні процеси, що забезпечують отримання необхідних характеристик складного технічного об'єкта (літака).

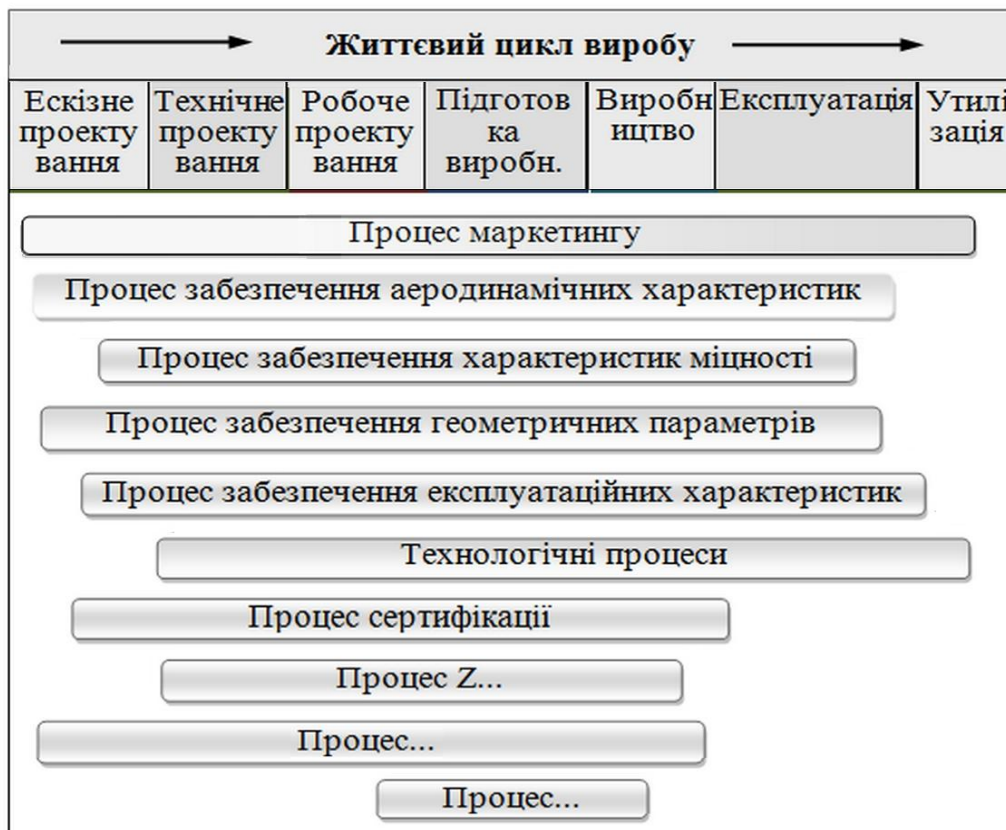


Рис. 2. Приклад поділу загального процесу на процеси, відповідальні за забезпечення потрібних характеристик виробу

Сучасні комп'ютерні інформаційні технології здатні реалізовувати повне електронне визначення, яке потребує геометричного моделювання всіх об'єктів, застосовуваних у процесах створення виробу. Очевидно, що забезпечення геометричною інформацією потреб різноманітних дисциплін, задіяних у створенні виробу є процесом, тобто сукупністю взаємопов'язаних видів діяльності, які трансформують вхідні дані в геометричні параметри цього виробу.

Сформулюємо визначення геометричного процесу.

Геометричний процес – це сукупність взаємопов'язаних дій, спрямованих на досягнення проектних геометричних параметрів певного виробу.

Моделі повного електронного визначення виробів базуються на геометричних даних, тому геометричний процес є інтегруючим для всіх інших процесів. Особливо яскраво ця роль виражена в літакобудуванні.

Формалізація процесів має на увазі їх поділ на більш детальні процеси або підпроцеси, необхідні для реалізації конкретних задач. Тобто до складу процесу може входити певна кількість підпроцесів, які у свою чергу можуть також складатися з внутрішніх процесів або операцій.

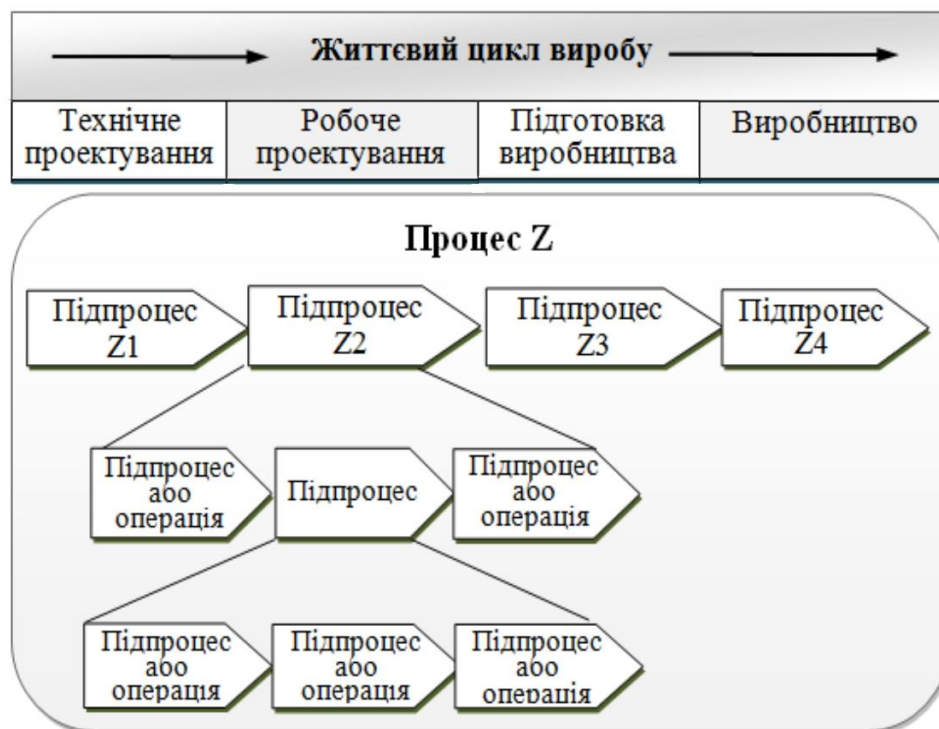


Рис. 3. Схематичне зображення поділу процесу на підпроцеси та операції

З метою ефективного управління різноманітними процесами доцільно для життєвого циклу складної технічної продукції визначити більш детальний поділ на стадії, які враховуватимуть якісний стан виконання робіт по кожній задіяній дисципліні.

Носіями інформації у процесах та при їх взаємодії виступають інформаційні об'єкти, що можуть бути різними електронними документами, які містять певні дані. Одними з базових інформаційних



об'єктів є геометричні моделі та сформовані на їх основі моделі повного електронного визначення виробів.

Раціональне визначення необхідних процесів та їх максимальна формалізація, а також оптимальний поділ на стадії, дозволяють реалізувати концепцію автоматизованого управління життєвим циклом виробу за допомогою сучасних PLM (Product Lifecycle Management)-технологій, підвищити можливість зосередження зусиль на ключових процесах та їх покращенні, отримувати передбачувані характеристики продукції, поліпшувати її функціонування за рахунок ефективного управління процесами.

Висновки. Подані в даній статті загальні основні положення концепції процесного підходу до автоматизації повного електронного визначення складних технічних виробів у контексті управління їх життєвим циклом та формулювання терміну геометричного процесу як інтегруючого для інших процесів є певним узагальненням результатів проведених наукових досліджень, що викладені в окремих методиках, прийомах та алгоритмах проаналізованих вище літературних джерел.

Розглянута тематика доволі актуальна й перспективна для належного поглибленого теоретичного опрацювання та практичного впровадження у вітчизняній промисловості, тому потребує проведення подальших відповідних наукових досліджень.

Література

1. Ванін І.В. Деякі аспекти моделювання складних геометричних об'єктів / І.В. Ванін, Г.А. Вірченко, Я.І. Ткачевський. - Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 69. – К.: КНУБА, 2001. – С. 151-154.
2. Гребеников А.Г. Метод интегрированного проектирования и компьютерного моделирования фюзеляжа гражданского самолета с помощью интегрированных систем CAD/CAM/CAE/PLM / А.Г. Гребеников, А.З. Двейрин, Ю.Н. Геремес, А.М. Гуменный. - Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Вып. 30. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2006. – С. 10-30.
3. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як основа для узгодженої розробки літака на стадії ескізного проектування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, І.В. Ванін. - Наукові вісті НТУУ «КПІ». – №4. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – С. 35-41.
4. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. академії. – Вип. 4, т. 36. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 16-21.



5. *Центило Н.П.* Проектирование и производство аэродинамических моделей самолетов с применением стратегии полного электронного определения изделия / Н.П. Центило, В.И. Косяченко, Р.П. Конопацкий, В.А. Кудрявцев. - Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Вып. 44. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2009. – С. 5-11.
6. *Ванин В.В.* Разработка компьютерных моделей базовой геометрии самолета с использованием современных информационных технологий / И.В. Ванин, Г.А. Вирченко, Я.И. Ткачевский. - Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Вып. 42. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2009. – С. 82-86.
7. *Гребеников А.Г.* Метод параметрического моделирования носовой части фюзеляжа самолета транспортной категории / А.Г. Гребеников, А.С. Чумак. - Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Вып. 57. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2012. – С. 213-228.
8. ISO 9000:2015, Системы менеджмента качества – Основные положения и словарь.
9. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення. – Київ: Держстандарт України, 1996.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.И. Незенко, В.Г. Вирченко, А.В. Билык, С.А. Козлов

Аннотация – в публикации приведены основные положения концепции геометрических процессов в жизненном цикле сложных технических изделий, обозначены области её практического применения.

BASIC THESES OF GEOMETRICAL PROCESSES CONCEPT IN THE LIFE CYCLE OF COMPLEX TECHNICAL PRODUCTS

A. Nezenko, V. Virchenko, O. Bilyk, S. Kozlov

Summary

The article formulates the basic theses of geometrical processes concept in the life cycle of complex technical products and denotes the field of its practical application.



УДК 514.18:528.7

КОРИГУВАННЯ КОСОГО ЗСУВУ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Свинаренко Д.М., к.т.н.,

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Тел. (056) 765-42-32

Мацулевич О.Є., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-68-44

Анотація – в роботі розглянуто метод визначення параметрів та компенсації косоного зсуву багатоспектральних даних дистанційного зондування Землі.

Ключові слова – багатоспектральне зображення, косий зсув, коригування, ентропія.

Постановка проблеми. Фотограмметричні зображення, одержувані іконічними засобами дистанційного зондування (ДЗ) з аерокосмічних носіїв, фіксуються у низці спектральних діапазонів електромагнітного проміння – носія видової інформації. Основою для визначення порівняльних оцінок інформаційної значущості проєкційних зображень, одержаних у різних спектральних діапазонах, є їхні геометричні структури як такі, що зумовлені лише фізичними характеристиками об'єкту ДЗ незалежно від характеристик сенсору видової інформації [1, 2]. За ідеальних позиційних умов проєкціювання картинні площини зображень усіх спектральних діапазонів, що складають багатоспектральне зображення, є паралельними. Але за реальних умов через нестабільність позиційних параметрів проєкціювання відбувається спотворення геометричних форм та розподілів яскравості зображень спектральних каналів. Тому наразі є актуальною проблема геометричної та радіометричної корекції таких зображень.

Аналіз останніх досліджень. Фіксація видових даних ДЗ супроводжується спотвореннями просторових розподілів яскравості отримуваних зображень, зумовлених неминучими нестабільностями взаємної орієнтації предметної площини та площини відображення видових даних.



Компенсація таких спотворень є необхідним елементом геометричної корекції зображень ДЗ, яка забезпечує їхній подальший тематичний аналіз. Можливості існуючих на даний час способів корекції таких спотворень обмежені формальними алгоритмами комп'ютерної графіки, не пов'язаними з фізичними закономірностями формоутворення зображень ДЗ [3, 4].

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методу геометричного коригування розподілів яскравості первинних видових даних ДЗ, що дозволяє компенсувати спотворення зображень.

Основна частина. У роботі [5] показано, що у границях технологічного допуску юстирування оптико-механічної системи сенсора проєктивні спотворення, пов'язані з порушенням паралельності картинних площин, можна апроксимувати комбінацією паралельних перенесень та поворотів зображення з різними центрами. Але окрім цих перетворень важливими також є порушення, що виникають внаслідок косоного зсуву площин зображень, одна відносно одної.

Одним з важливих моментів за коригування спотворень є визначення картинної площини спектрального каналу, стосовно якої здійснюватиметься корекція розподілів яскравостей зображень інших спектральних каналів (опорне зображення). У якості такого зображення оберемо найбільш інформативне з поміж усіх зображень спектральних каналів. Для оцінювання інформативності зображень використовуємо сигнальну ентропію (інформативність одного пікселю цифрового зображення, усереднена по їхній множині), яка визначається співвідношенням [6]

$$E = - \sum_{n=0}^{M-1} P_n \log_2 P_n, \quad (1)$$

де $P_n = \frac{nN_n}{\sum_{m=0}^{M-1} mN_m}$, N_n - кількість пікселів з рівнем яскравості $n \in [0, M-1]$

Розглянемо косий зсув зображення в цілому, як такий, що складається з двох незалежних компонент: косоного зсуву за віссю Ox та косоного зсуву за віссю Oy . Зупинимо увагу на косому зсуву за віссю Ox .

Якщо прийняти, що координати елементів еталонного зображення x та y , а координати елементів спотвореного зображення \bar{x} та \bar{y} , то можна встановити між ними певний аналітичний зв'язок:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= x + a y \\ \bar{y} &= y, \end{aligned} \quad (2)$$

де a – параметр косоного зсуву за віссю Ox .



За аналогією, якщо зсув відбувся за віссю Oy , система рівнянь набуває вигляду:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= x \\ \bar{y} &= y + bx,\end{aligned}\quad (3)$$

де b - параметр косого зсуву за віссю Oy .

Отримавши нову систему координат (\bar{x}, \bar{y}) за допомогою методів інтерполяції визначаються нові рівні яскравості, що відповідають цій системі.

Отже, для коригування зображення, потрібно визначити пару параметрів косого зсуву a та b . Спочатку віднайдемо параметр a . Для цього використовуємо наступний вираз:

$$S_a = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |F_{\bar{o}}(n, m) - F_k(n, m, a)|}{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |F_{\bar{o}}(n, m)|}, \quad (4)$$

де $F_{\bar{o}}$ - функція розподілу яскравості зображення базового каналу; F_k - функція розподілу яскравості для системи координат, що визначається виразом (2); n, m - номери пікселів.

Задаючи діапазон зміни величини a та визначивши для нього усі значення S_a , отримаємо функцію залежності $S(a)$. Значенню мінімуму цієї функції буде відповідати шукане значення параметру a , яке ми використовуємо для обчислення нової системи координат та побудови нового, частково скоригованого зображення з функцією розподілу яскравості F_k^a .

Далі, задаючи діапазон зміни параметру b , визначаючи нові системи координат згідно виразу (3), обчислюємо значення S_b за формулою:

$$S_b = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |F_{\bar{o}}(n, m) - F_k^a(n, m, b)|}{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |F_{\bar{o}}(n, m)|}, \quad (5)$$

Визначивши мінімум функції $S(b)$, і відповідне значення параметру b , будуємо остаточно скориговане зображення з функцією розподілу яскравості $F_k^{a,b}$.

Для кількісної оцінки змін інформативності зображень використаємо такий показник, як ентропія зображення Y при умові спостереження за зображенням X ($E(Y|X)$). Спільна ентропія двох зображень X та Y дорівнює:

1. Якщо зображення X та Y не пов'язані між собою

$$E(XY) = E(X) + E(Y) \quad (6)$$

2. Якщо зображення X та Y мають зв'язок

$$E(XY) = E(X) + E(Y|X) = E(Y) + E(X|Y) \quad (7)$$

Ентропія $E(Y|X)$ визначається наступним чином:

$$E(Y|X) = - \sum_{i=0}^{255} \left[p(x_i) \sum_{j=0}^{255} p(y_j|x_i) \log_2 p(y_j|x_i) \right], \quad (8)$$

$$\text{де } p(x_i) = \frac{n N(n)}{\sum_{m=0}^{255} m N(m)},$$

$N(n)$ - кількість пікселів з рівнем яскравості n .

$$p(y_j|x_i) = \frac{n(y_j|x_i)}{\sum_{j=1}^{256} n(y_j|x_i)},$$



Рис.1. Зображення базового (червоного) каналу

$n(y_j|x_i)$ - визначає, скільки пікселів зображення Y , що мають рівень яскравості j , знаходяться на тих самих позиціях, де у зображенні X знаходяться піксели, що мають рівень яскравості i .

На рис.1-5 подані відповідно зображення базового (червоного) каналу (каналу з найбільшим значенням сигнальної ентропії),

зображення зеленого каналу до та після корегування та зображення синього каналу до та після корегування. У обох цих випадках значення параметрів a та b відповідно дорівнюють 0.07 та 0.09.



Рис.2. Зображення зеленого каналу до коригування



Рис.3. Зображення зеленого каналу після коригування



Рис.4. Зображення синього каналу до коригування



Рис.5. Зображення синього каналу після коригування

В таблиці 1 наведені значення сигнальної ентропії зображень, середньоквадратичного відхилу (СКВ) рівнів яскравості зображень спектральних каналів до та після корегування, а також ентропії $E(Y|X)$ зображення, що корегувалося (Y), при умові спостереження зображення базового каналу (X).



Таблиця 1

	Сигнальна ентропія	СКВ	$E(Y X)$
Базовий канал (червоний) (Рис.1)	7.3328	46.2659	--/--
Зелений канал до коригування (Рис.2)	7.1512	45.9126	5.1828
Зелений канал після коригування (Рис.3)	7.1643	46.2654	8.6140
Синій канал до коригування (Рис.4)	6.3923	44.7844	6.3098
Синій канал після коригування (Рис.5)	6.4113	45.0779	9.1060

Як видно з даних таблиці, спостерігається певне зростання сигнальної ентропії скоригованих зображень по відношенню до відповідних їм первинних, що свідчить про збільшення інформативності після коригування. Цей висновок також підтверджується збільшенням значень середньоквадратичного відхилення рівнів яскравості скоригованих зображень. Слід відзначити, що у обох випадках виявляється значне підвищення ентропії скоригованих зображень при умові спостереження зображення базового каналу, тобто зростає частка нової інформації, яку містить зображення (Y), по відношенню до зображення (X).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропонований у роботі метод геометричної корекції багатоспектральних зображень дозволяє зкоригувати спотворення зображень, викликані косим зсувом. Перспективи подальших досліджень за тематикою роботи пов'язані із розробкою комплексних методів корекції спотворень багатоспектральних зображень ДЗ.

Література

1. Wang Z. Image Quality Assesment / Z.Wang, A.C.Bovik, H.R.Sheikh, E.P.Simoncelli. – IEEE Transactions on Image Processing. – 2004. – Vol. 13. – No. 4. – P. 600-612.
2. Wang Z. Traslation Insesitive Image Similarity in Complex Wavelet Domain / Z.Wang, E.P.Simoncelli. – In Proc. IEEE Inter. Conf. Acoustic, Speeach & Signal Processing. – 2005. – Vol. 2. – P. 573-576.
3. Бузовський О.В. Комп'ютерна обробка зображень / О.В.Бузовський, А.О.Болдак, М.Х.Мохамед Румі. — К.: Корнійчук, 2001. — 180 с.
4. Гонсалес Р. Цифровая обработка зображений. / Р.Гонсалес, Р.Вудс, С.Эддинс. – М.: Техносфера, 2006 – 512 с.



5. *Корчинський В.М.* Геометрична та радіометрична корекція проєкційних багатоспектральних зображень. / *В.М.Корчинський, Д.М.Свинаренко.* – Геометричне та комп'ютерне моделювання. / Збірник наукових праць. Випуск 9. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків, 2005. – С.90-95.
6. *Корчинський В.М.* Інформативність афінно-інваріантної геометричної моделі проєкційних зображень в їх морфологічному аналізі / *В.М.Корчинський.* – Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів / Праці сьомої Всеукраїнської міжнародної конференції (UkrObraz'2004). – К.: Ін-т кібернетики НАН України, 2004. – С.53-56.
7. *Корчинський В.М.* Методи підвищення інформаційних показників багатоспектральних зображень на основі ортогональних даних / *В.М. Корчинський, Д.М. Свинаренко, О.Є. Мацулевич.* – Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – Вип. 14., Т.2. «Прикладна геометрія, інженерна графіка». – С. 153-158.

КОРРЕКЦИЯ КОСОГО СДВИГА МОНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.Н. Свинаренко, А.Е. Мацулевич

Аннотация – в работе рассмотрен метод определения параметров и компенсации косоугольного сдвига многоспектральных данных дистанционного зондирования Земли.

CORRECTION OF SLANTING SHIFT МОНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ IMAGES

D.Svinarenko, A.Matsulevich

Summary

In work presented the method of definition of parameters and indemnification of slanting shift of the multispectral data of remote sounding of the Earth.



УДК 519.688

ВИКОРИСТАННЯ КЛІТИННОГО АВТОМАТА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО РЯДУ В ВІЗУАЛЬНИЙ

Волковський О. С., к.т.н.

Стародінов М. О., магістр*

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Тел. (056) 374-97-04

Анотація — у роботі запропоновані алгоритми клітинного автомату, за допомогою якого можлива геометрична інтерпретація музичних творів. Для вирішення задачі був використаний двовимірний, лінійний, однорідний, з недетермінованим однорідним правилом та околицею фон Неймана автомат першого роду. За клітину автомату було обрано шестикутну зірку. Розроблені та програмно реалізовані наступні алгоритми: СА6 – обробки кроку життя клітинного автомату(КА); Extractor – інтерпретація вхідних сигналів; Harmonia – вплив вхідного сигналу на правила КА.

Ключові слова — теорія клітинних автоматів, моделювання, інтерпретація музики, скінченні автомати.

Постановка проблеми. З кожним роком людина отримує все більше обчислювальних можливостей. Для використання цих можливостей можна знайти безліч шляхів. Один із основних - це моделювання все складніших процесів. На даний момент у цьому напрямку розвивається декілька підходів, один з яких є теорія клітинних автоматів.

Клітинний автомат - дискретна модель, яка вивчалася в математиці, теорії обчислюваної фізики, теоретичної біології та мікромеханіці. Включає регулярну решітку кліток, кожна з яких може знаходитися в одному з кінцевої кількості станів [4].

У роботі пропонується не стандартний підхід до клітинного автомату: використання останнього у музичних композиціях.

© Волковський О. С., Стародінов М. О.

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Волковський О. С.



Середовище, яке представляють собою клітинні автомати, володіє великими можливостями для моделювання сукупності взаємопов'язаних однорідних об'єктів. Сюди можна віднести моделювання фізичних процесів у фізиці частинок і ядерній фізиці, моделювання руху потоків рідини, моделювання взаємодіючих клітинних систем в біології та медицині, використання моделей на основі клітинних автоматів в нанотехнологіях і т. д. Крім того, клітинні автомати є за визначенням паралельними структурами і тому використовуються для вирішення проблем моделювання дискретних паралельних процесів.

Серед цих множинних застосувань має місце і використання клітинних автоматів у музиці. Варто зазначити, що будь-яка музика, як набір звуків, є системою дискретною та замкнутою. Вона може бути змодельована або відображена в різних інтерпретаціях. У музиці виділяють усього 12 різних звуків, які не імітуються по октавах. Тобто кожні 12 різних, послідовних звуків (півтонів) починають повторюватись тільки на порядок вище. З фізичної точки зору такий ефект зумовлений тим, що коливання кожного 12-го півтону починає приходити до резонансу. Крім того, усі гармоніки базуються на певних закономірностях, які полягають у відстанях (в півтонах) між задіяними в гармоніках звуках. Тобто гармонік теж дискретна кількість.

Підкреслимо, що до уваги беремо те, що властивості КА дуже схожі з деякими аспектами мелодії. Наприклад, лейтмотив КА (складна поведінка з простих правил) є поруч зі складними комбінаціями простих гармонік (три звуки) музики.

Отже, було визначено доцільним розвинути використання КА для моделювання та генерації музичного ряду.

Аналіз останніх досліджень. Теорія клітинних автоматів, пов'язана з іменами фон Неймана і Конрада Цузе, має фундаментальне значення для всієї науки і різноманітне прикладне застосування. Починаючи з робіт Т. Тоффолі і Н. Марголуса 80-х рр. [1], клітинні автомати стали використовуватися в моделях фізико-хімічних процесів. До середини 90-х рр. моделювання, за допомогою КА стало використовуватися при вивченні мультиагентних систем в урбаністиці (натовп, транспортна пробка). Оглядова стаття В. Ванага по імовірнісним КА легітимізувала для вітчизняних дослідників клітинні автомати як метод математичного моделювання[2]. Останнє десятиліття ознаменувалося бумом публікацій в різних розділах науки, пов'язаних з КА-моделями [3]; одночасно з цим продовжує розвиватися і математична теорія клітинних автоматів [4].



У вітчизняній літературі не було знайдено джерел відносно саме ідеї інтерпретації музики за допомогою клітинного автомату.

Формулювання цілей статті. Виходячи з вищезгаданої інформації були сформульовані наступні завдання:

- розробити алгоритм для подання вхідних сигналів на клітинний автомат (один вхідний сигнал - один крок життя клітинного автомату);
- розробити алгоритм впливу вхідного алфавіту на правила клітинного автомату;
- розробити алгоритм для формування нових мелодій на основі станів клітинного автомату які були сформовані при впливі іншої мелодії.

Основна частина. Розглянемо клітинний автомат у вигляді детермінованого скінченого автомату, на вхід якого подається музичний ряд (алфавіт) і який, у свою чергу, впливає на правила поведінки КА та рухає моменти життя автомату вперед.

Отже, ми маємо залежність скінченого автомату від вхідного сигналу, можливого набору станів, початкового стану, функції переходів, та набір кінцевих станів.

Сам вплив (функція переходу) буде полягати у тому, що в залежності від вхідного сигналу (музичного звуку) враховується або не враховується вплив на кожну клітину іншої із околиці першої. Також після кожного завершеного звуку синхронно рухається життя КА в часі. Діапазони життя та народження клітинного автомату протягом розвитку не змінюється.

Стан клітини визначає її силу, тобто кількість життів, а також скільки моментів часу вона зможе прожити без сприятливих умов для життя. Наприклад: ми маємо клітину зі станом «3» вона зможе прожити «3» моменти часу без сприятливих умов для життя. І навпаки, якщо з'являються умови для народження, клітина накопичує стани. Тобто стан клітини буде відображати кількість її народжень. Мертву клітину буде зручно позначати станом 0.

Також необхідно створити гнучку конфігурацію усіх не закріплених параметрів КА – це розмір поля, умови життя та народження, закономірності, за якими впливає вхідний сигнал на правила та максимальна кількість станів клітин.

Головною ідеєю є пряме проектування музичного ряду на поведінку КА.

На основі набору станів еволюції КА, який розвивався під впливом певного вхідного сигналу (музики), потрібно формувати інший сигнал, який мав би аналогічний вплив на КА (рис 1).

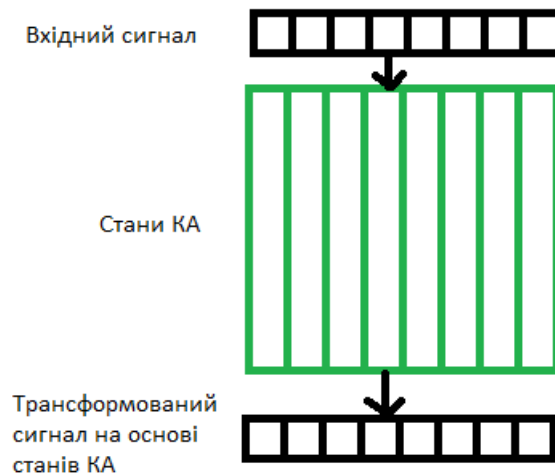


Рис.1. Зображення принципу формування станів клітинного автомату та трансформованих сигналів

Для вирішення задачі необхідно враховувати вплив усіх можливих звуків музичного ряду на КА. В нотному стані усього 12 різних півтонів. Для створення КА, в основі якого клітина має 12 вхідних сигналів, які впливають на околицю з всіх прилягаючих клітин, необхідно брати за основу клітину, у якої буде 12 способів взаємодії з клітинами в околиці.

Після перебору різних варіантів було знайдено один найбільш відповідний. В основу клітини КА було взято шестикутну зірку (рис. 2).

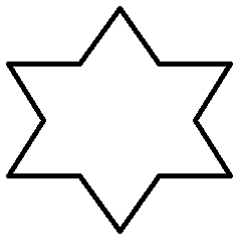


Рис. 2. Шести-кінцева зірка.

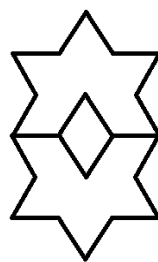


Рис. 3. Поле із двох зірок.

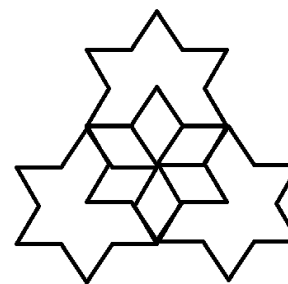


Рис. 4. Поле із 3-х зірок.

Вона має 12 ребр, по яким і буде здійснюватися взаємодія з околицею та реакція на чутливість яких і буде впливати вхідний сигнал.

В основі своїй зірка не може складуватися в суцільне поле. Тому було здійснено накладання цих зірок як вказано на рис. 3. На цьому рисунку зображено 2 зірки що є знаходяться сусідами.

Далі ми розглянемо випадок із 3-х зірок рис 4. Повний вигляд зірки і усіх її сусідів зображено на рис. 5.

Подальший розвиток поля буде мати вигляд поданий на рис. 6.

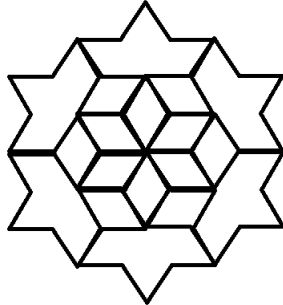


Рис. 5. Вигляд поля із семи зірок.

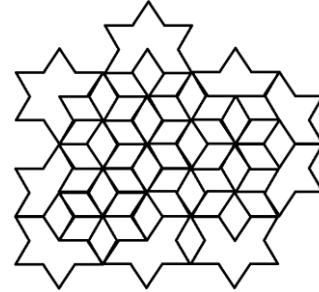


Рис. 6. - Вигляд шматка поля.

Для початку необхідно обрати спосіб унікальної ідентифікації кожної клітини поля. Поле у нас двомірне, тобто кожна клітина буде задаватися двома значеннями. Система координат обрана косокутна з кутом нахилу 60 градусів. Точка підрахунку в лівому верхньому куту як зображено на рис 7.

З цього ж рисунку ми бачимо, як зручно даний підхід працює.

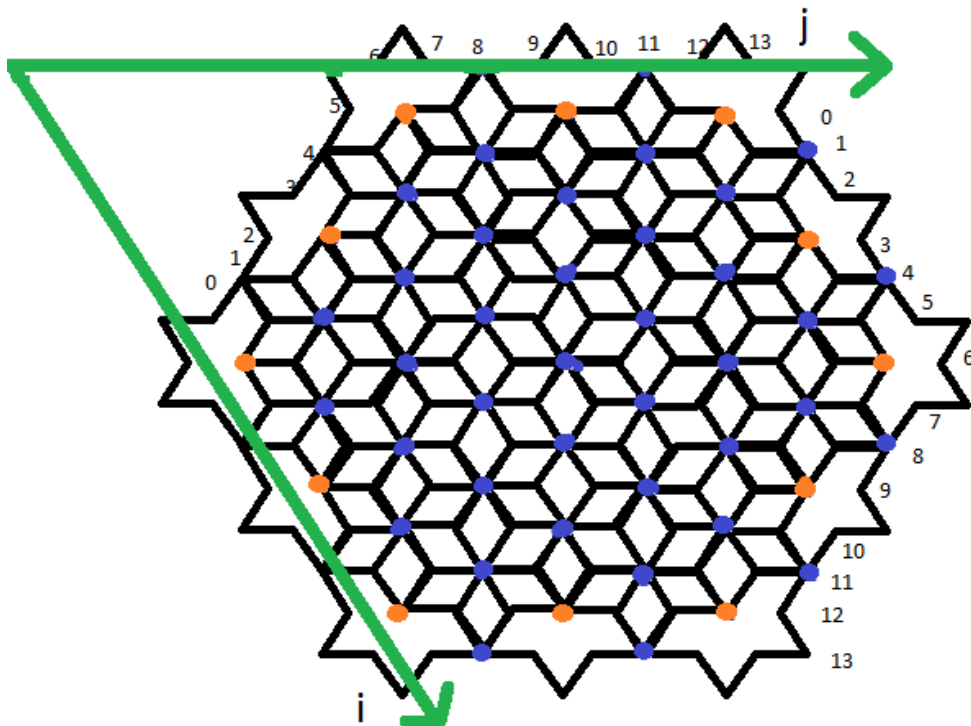


Рис. 7. Поле розмірами (3, 3, 3) з координатами

Далі задаємо три величини a , b , c , які підраховуються по наступним формулам (1), де x - це розмір поля в напрямку осі J ; y - це розмір в напрямку прямої $j=-i$; z - це розмір поля в напрямку осі i . Ці три величини в геометричному вигляді проілюстровані на рис. 8.

$$\begin{aligned} a &= (x + z - 2) * 3 + 2 \\ b &= (y + z - 2) * 3 + 2 \\ c &= (z - 1) * 3 + 1 \end{aligned} \quad (1)$$

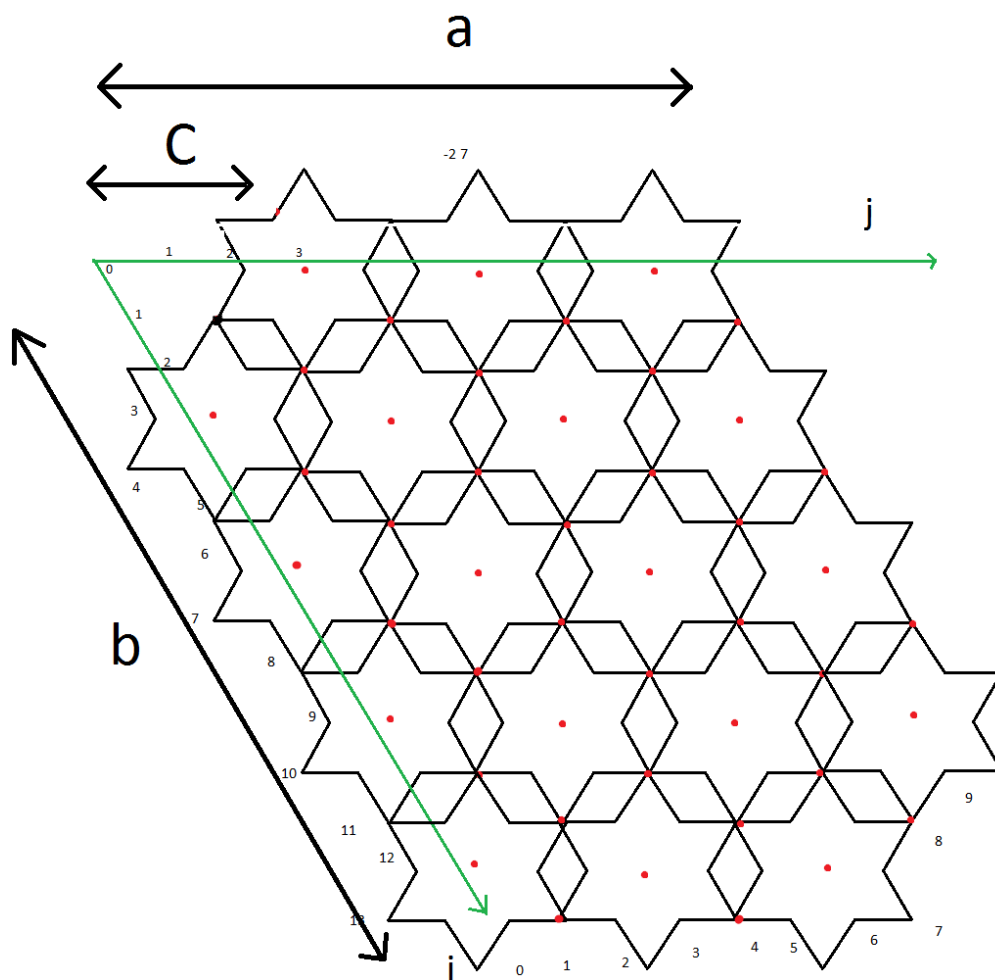


Рис.8. Поле з розмірами (2, 3, 4)

Далі розраховуємо формули по створенню тору. Це повинні бути формули, за допомогою яких буде можливим «звертатися» до клітин, які знаходяться за розміткою поля напроти клітини з іншого краю. У цілому, виходить тор закручений по трьом напрямкам.

Всі 6 формул переходів подані в таблиці 1.

Таблиця 1. Відповідності напрямку переходу до формули

Напрямок переходу по границі тору	Формула переходу	
Вгору ($i < 0$)	$j = j - c$	$i = i + b$
Вниз ($i \geq b$)	$j = j + c$	$i = i - b$
Вліво ($j < 0$)	$j = j + a$	$i = i - c$
Вправо ($j \geq a$)	$j = j - a$	$i = i + c$
Вліво-вгору ($i < c - j$)	$j = j + a - c$	$i = i + b - c$
Вправо-вниз ($j \geq a + b - c - i$)	$j = j - a + c$	$i = i - b + c$

Розглянемо базові алгоритми.

Extractor – алгоритм подання та перетворення вхідних сигналів.

Тут створюється одна команда (буква алфавіту) для КА на основі вхідного сигналу. Вхідний сигнал – це одне повідомлення події MIDI файлу на натиснення клавіші (note on – натиснення клавіші або end of file – кінець файлу), яке складається з таймінгу (часу спрацьовування ноти в ticks, які дорівнюють BPM x PPQ x millisecond) та значення одного звуку в діапазоні від 0 до 127, причому 0 це нота C (do). Команда є масив розміром 12 байтів, у якому буде записано кількість спрацьовувань кожного півтону.

Відштовхуючись від таких умов та від концептуальних поглядів на формування алфавіту, можливо зробити дві різні реалізації extractor:

1. Extractor mono (рис. 9) на основі послідовної обробки кожного звуку. Тобто якщо навіть звуки пролунали одночасно кожен з них буде викликати окремий крок життя КА.

2. Extractor poly (рис. 10), який буде слідкувати за звуками, які пролунали одночасно, та буде їх накопичувати доки не прийде звук, який прозвучав пізніше. В цей момент і буде спрацьовувати крок життя КА.

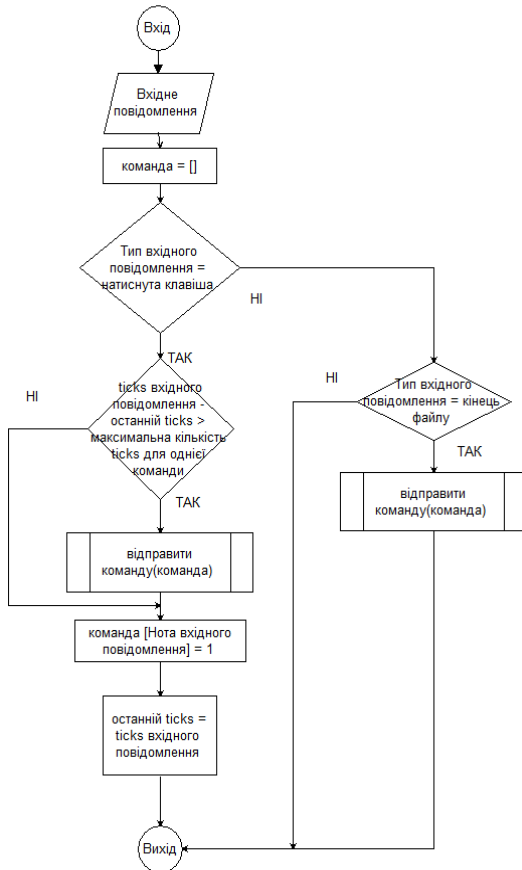


Рис. 9. Блок схема алгоритму Extractor poly

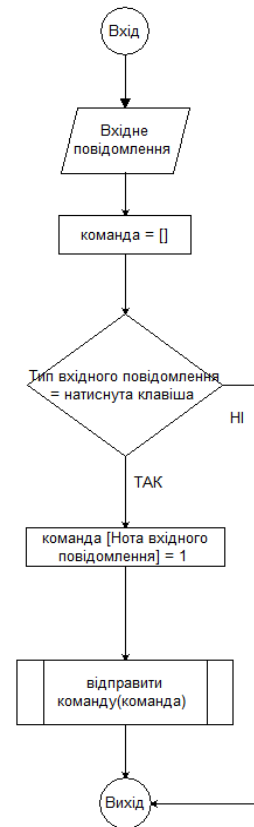


Рис. 10. Блок схема алгоритму Extractor mono

Harmonia – алгоритм впливу команди на правила КА. Цей алгоритм повинен приймати на вході масив розміром 12 байтів (команду), у якому зберігається кількість спрацьовувань кожного півтону за вхідний сигнал та створювати вплив на правила КА. У даному алгоритмі фігурує змінна стратегії, в якій знаходиться масив закономірностей впливу на правила КА. Правила КА представляють собою масив, у якому зберігається набір байтів, кожен з яких відповідає за чутливість клітин до відповідних сусідів. Алгоритм поданий на рис. 11.

Він спрацьовує кожного разу, коли приходить готова команда з Extractor алгоритму.

СА6 – алгоритм обробки кроку життя клітинного автомату.

Цей алгоритм повинен приймати на вході команду, викликати алгоритм Harmonia для обробки правил і потім здійснити один крок еволюції поля клітинного автомату. Цей рекурсивний алгоритм поданий на рис. 12.

Таким чином, операції здійснюються без використання додаткових сховищ даних та громіздких циклів.

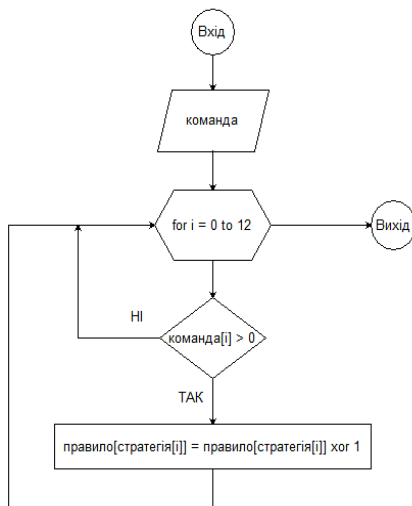


Рис. 11. Блок схема алгоритму
Harmonia



Рис. 12. Блок схема
алгоритму СА

Висновки. Використання КА є досить популярним та актуальним, оскільки може вирішити багато проблем у середовищі різних наук. Інтерпретація музичних творів за допомогою КА – новий спосіб використання теорії клітинного автомату, а також сприйняття музики як такої. Створений лінійний, однорідний, збалансований, синхронний, нерухомий, детермінований, з не детермінованим однорідним правилом та околицею фон Неймана клітинний автомат першого роду. Він може відобразити музичну гармонію та тримати у собі всі закономірності музики, як один із прийнятних ходів еволюції автомату. За клітину автомату було взято шестикутну зірку.

Результати досліджень можуть бути застосовані при створенні нових музичних композицій та при формуванні зображень на основі музики.

Існує перспектива розвитку напрямлення інтерпретації вхідних сигналів клітинними автоматами.

Література

1. *Тоффоли Т.* Машини клеточных автоматов /Тоффоли Т., Марголус Н. . - М.: Мир: 1991. - 280 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://libarch.nmu.org.ua/bitstream/handle/GenofondUA/60796/9f7dbebb31db5672055237c38536f0ae.pdf?sequence=1>
2. *Астафьев Г.Б.* Клеточные автоматы: Уч-мет. пос. Саратов/ Астафьев Г.Б., Короновский А.А., Храмов А.Е. «Колледж»,



2003. 24с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nonlin.sgu.ru/data/papers/Train/CellAutomat.pdf>
3. Лобанов А.И. Модели клеточных автоматов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://vst.ics.org.ru/uploads/crmissues/kim_2010_2_3/crm10304.pdf
4. Аладьев В. Классические однородные структуры. Клеточные автоматы - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elib.grsu.by/katalog/134963-249078.pdf>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО РЯДА В ВИЗУАЛЬНЫЙ

О. С. Волковский, М. А. Стародынов

Аннотация - в работе предложены алгоритмы клеточного автомата, с помощью которого возможна интерпретация музыки. Для решения поставленной задачи был использован двумерный, линейный, однородный, с не детерминированным однородным правилом и окраинной фон Неймана автомат первого рода. В качестве клетки автомата использовалась шестиугольная звезда. Разработаны и программно реализованы следующие алгоритмы: CA6 - обработка шага жизни клеточного автомата (КА); Extractor - интерпретация входных сигналов; Harmonia - влияние входного сигнала на правила КА.

USAGE OF CELLULAR AUTOMATA TO SOLVE THE PROBLEM TRANSFORMATION FROM MUSIC TO VISUAL SERIES

O. Volkovskyy, M. Starodynov

Summary

In this article is the results of the development of cellular automata algorithms by which the possible interpretation of the music. The basis of the solution of problem was two-dimensional, linear, and homogeneous, with no deterministic uniform rule and the outskirts Von Neumann of the first kind. As automatic cell was hexagonal star. During the work, following algorithms have been developed: CA6 - processing step of life in a cellular automaton (CA); Extractor - the interpretation of the input signals; Harmonia - the impact of the input signal to the CA rules.



УДК 515.18: 004.942

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛОКАЛЬНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ТОЧКОВОГО РЯДУ ІЗ ЗАДАНИМИ ВУЗЛОВИМИ ДОТИЧНИМИ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОЇ СХЕМИ ЗГУЩЕННЯ

Спирінцев В.В., к.т.н.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Тел. (056) 374-97-04

Мацулевич О.Є., к.т.н.,

Щербина В.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619) 42-68-62

Анотація – в роботі пропонується спосіб автоматизації процесу локальної інтерполяції точкового ряду із заданими у вузлах дотичними на основі адаптивної схеми згущення дискретно представленої кривої та програмна реалізація запропонованої методики.

Ключові слова – дискретно представлена крива (ДПК), адаптивна схема, дискретна інтерполяція, програмне забезпечення, Delphi.

Постановка проблеми. Автоматизація процесів геометричного моделювання дискретно представлених кривих, які призначені для формування перетинів складних поверхонь, на наш час потребує поєднання теоретичних досліджень в області геометричного проектування профілів поверхонь з використанням програмного забезпечення для реалізації поставленого завдання. Способи формування дискретного точкового ряду, які мають бути використані, повинні забезпечувати відсутність осциляції дискретно представленої множини точок досліджуваного профілю.

Аналіз попередніх досліджень. У роботах [1,2] запропоновані схеми (мультиплікативна та адитивна) розрахунку згущення точкового ряду та отримані результати по одночасному формуванню дискретних неосцилюючих графіків y_i та y'_i . Дані схеми гарантують відсутність осциляції і пропонують проектувальнику максимальні можливості в корекції та пошуку оптимального розв'язку.

Однак, ці схеми застосовуються тільки для однозначних ДПК і мають великі похибки, при положеннях дотичних, близьких до вертикальних. Тому подальші дослідження [3] були спрямовані на розробку адаптивної схеми локального згущення, що враховувала б зазначені вище недоліки розроблених схем.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка способу локальної інтерполяції дискретно представленої кривої, на основі адаптивної схеми локального згущення, та програмного модулю, на мови програмування Delphi, для реалізації запропонованої адаптивної схеми локального згущення.

Основна частина. Основною особливістю адаптивної схеми локального згущення є те, що процес згущення здійснюється в одному напрямку (від меншого кута до більшого), оскільки точка згущення повинна знаходитися на лінії зв'язку нижче нижньої точки перетину дотичних з заданою лінією зв'язку. Інакше можлива поява осциляції.

Розглянемо локальне згущення ділянки $(i, i+1)$ ДПК (рис. 1), де у вузлах i і $i+1$ задані дотичні y'_i і y'_{i+1} , відповідно. Розіб'ємо ділянку $(i, i+1)$, довжина якої l , на n частин, що утворюють рівномірну сітку з кроком \bar{h} , і на цій сітці побудуємо точки згущення згідно з запропонованим в роботі [3] алгоритмом.

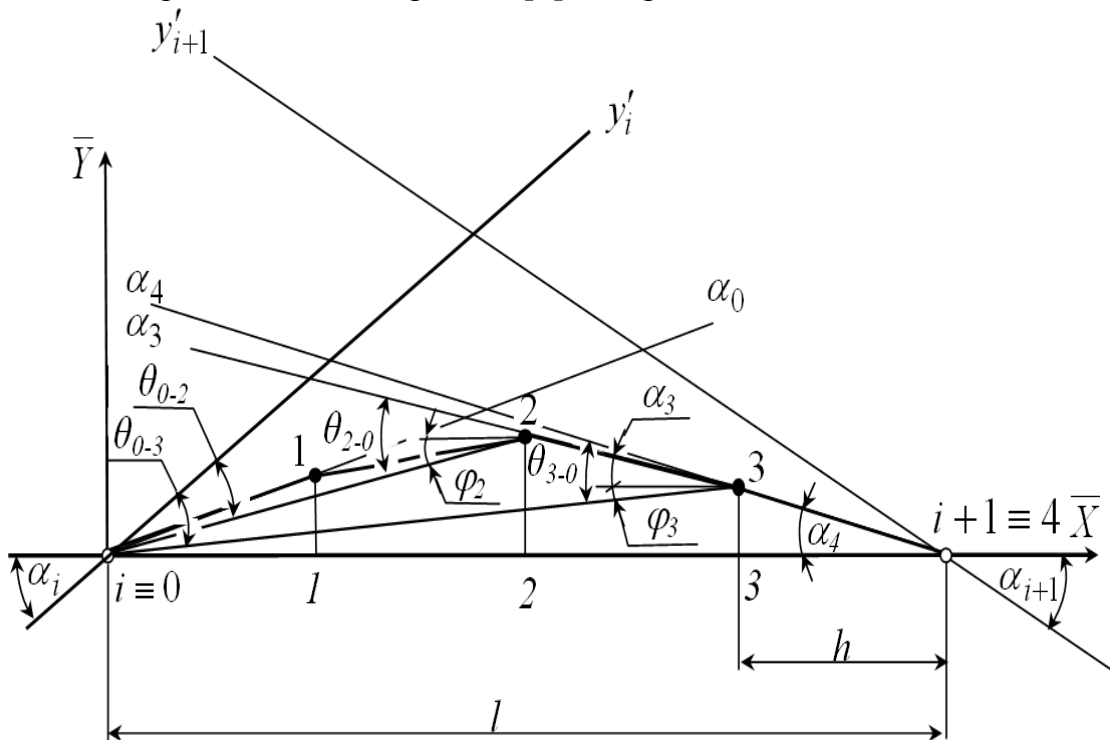


Рис.1. Схема адаптивного згущення при заданих у вузлах дотичних (схема 1)



Розглянемо алгоритм запропонованої адаптивної схеми згущення:

1) Куты α_{i+1} і α_i , утворені дотичними y'_{i+1} і y'_i у вузлах $i+1$ і i , відповідно, порівнюються з вихідною ланкою $(i, i+1)$, та визначається менший з них. Згідно з рис. 1 – це кут α_{i+1} ;

2) Зі сторони меншого кута α_{i+1} проводиться промінь під кутом α_s до вихідної ланки $(i, i+1)$

$$\alpha_s = \arctg(p_s \cdot \operatorname{tg} \alpha_{i+1}), \quad s = \overline{2; n}, \quad (1)$$

де p – коефіцієнт, який залежить від числа розбивок n вихідної ланки

$$(i, i+1), \quad p_d = 1 - (1 - \mu)^{\frac{\ln d}{\ln 2}},$$

де d – число розбиття ділянки;

3) Потім визначається ордината точки згущення за формулою:

$$\bar{y}_s = \bar{y}_{s+1} + \bar{h} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{s+1}, \quad s = \overline{2; n-1}, \quad (2)$$

4) Після цього отримана точка згущення (т.3) з'єднується з вузловою точкою (т.0) лінією зв'язку (0-3), згідно рис. 1 та визначається кут нахилу отриманої хорди з вихідною ланкою ДПК:

$$\varphi_s = \arctg\left(\frac{\bar{y}_s}{(\bar{l} - s \cdot \bar{h})}\right), \quad s = \overline{2; n}, \quad (3)$$

5) Наступним етапом є визначення кутів θ :

$$\begin{aligned} \theta_{s-i} &= \alpha_s + \varphi_s, \quad s = \overline{2; n-1}, \\ \theta_{i-s} &= \alpha_i - \varphi_s, \quad s = \overline{2; n-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

де i – індекс вузла, що відповідає більшому з кутів, утвореному дотичною в даному вузлі і вихідною ланкою.

Для рис.1 це:

$$\theta_{3-0} = \alpha_4 + \varphi_3 - \text{кут, що утворює хорда (0-3) і промінь } \alpha_4;$$

$$\theta_{0-3} = \alpha_i - \varphi_3 - \text{кут, що утворює хорда 0-3 і дотична } y'_i,.$$

б) Наприкінці порівнюються кути θ і виявляється менший з них (для вибору схеми згущення). Далі повертаються до пункту 2 алгоритму) і т.д.

Згідно з [3] було запропоновано різні схеми згущення відповідно з того в якому напрямку буде здійснюватися процес згущення (з якого боку буде розташований менший з кутів). Але суть залишається та сама – процес згущення продовжується зі сторони меншого з кутів. На рисунках 2-4 наведені ще три можливі варіанти здійснення адаптивного згущення.

На основі даного алгоритму було здійснено програмну реалізацію адаптивної схеми згущення на мові програмування Delphi.

На рисунку 5 наведено інтерфейс розробленого програмного модулю та результат його роботи (рисунок б).

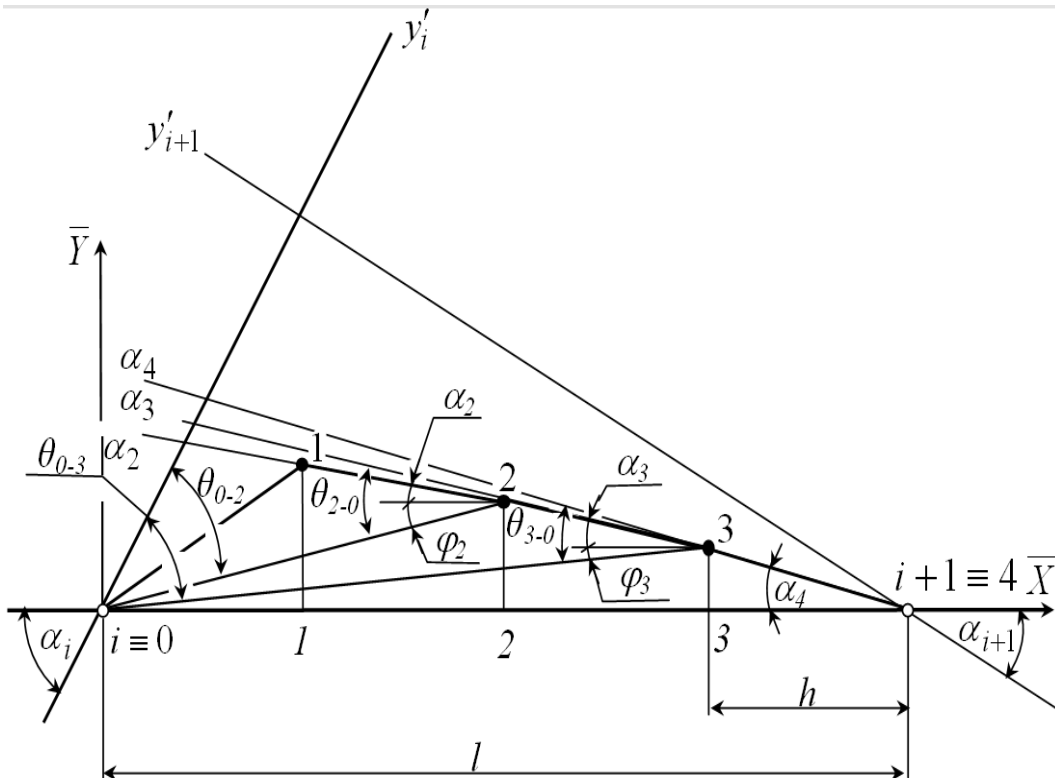


Рис. 2. Схема адаптивного згущення при заданих у вузлах дотичних (схема 2)

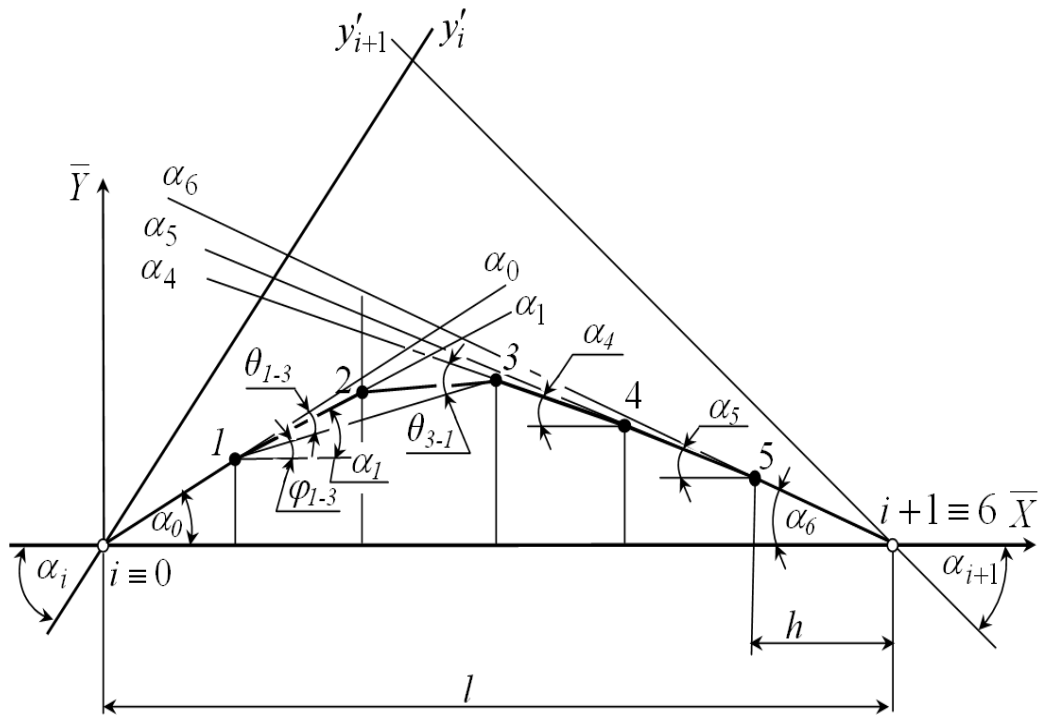


Рис.3. Схема адаптивного згущення при заданих у вузлах (схема 3)

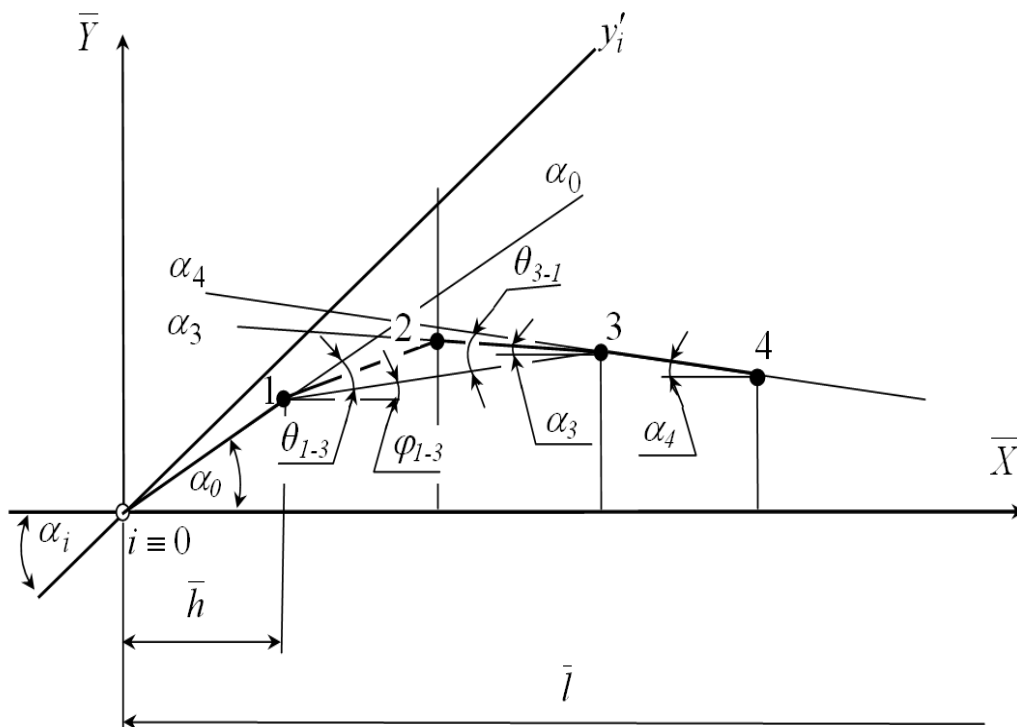


Рис. 4. Схема адаптивного згущення при заданих у вузлах дотичних (схема 4)

На основі наведених вище схем адаптивного згущення дискретно представлених кривих запропонована програмна реалізація методики геометричного моделювання перетинів складних поверхонь.

На рис.5. наведено головне вікно програмного модулю визначення координат точок профілю дискретно представленої кривої лінії профілю нормального перетину заданої поверхні, а на рис. 6 наведено результат згущення вихідного точкового ряду за запропонованою методикою.

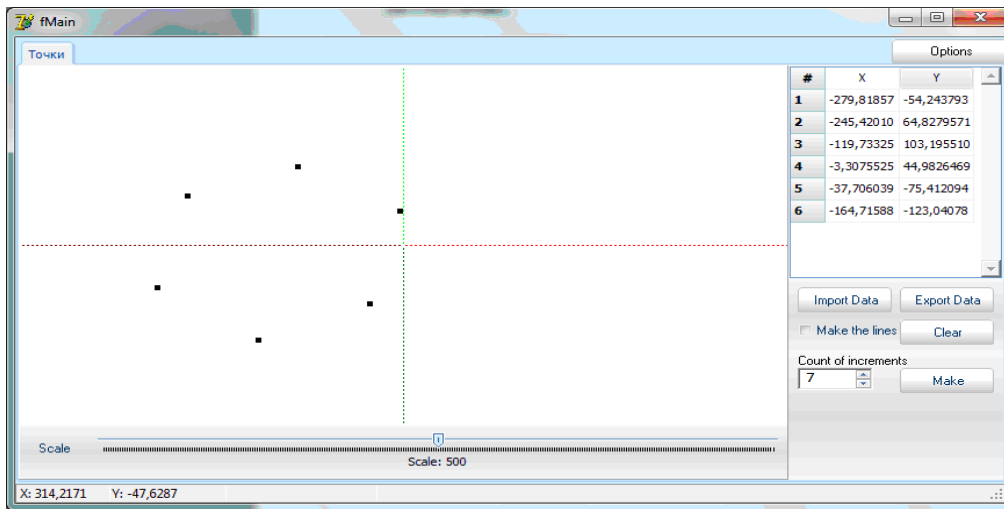


Рис.5. Головне вікно інтерфейсу розробленого програмного модуля

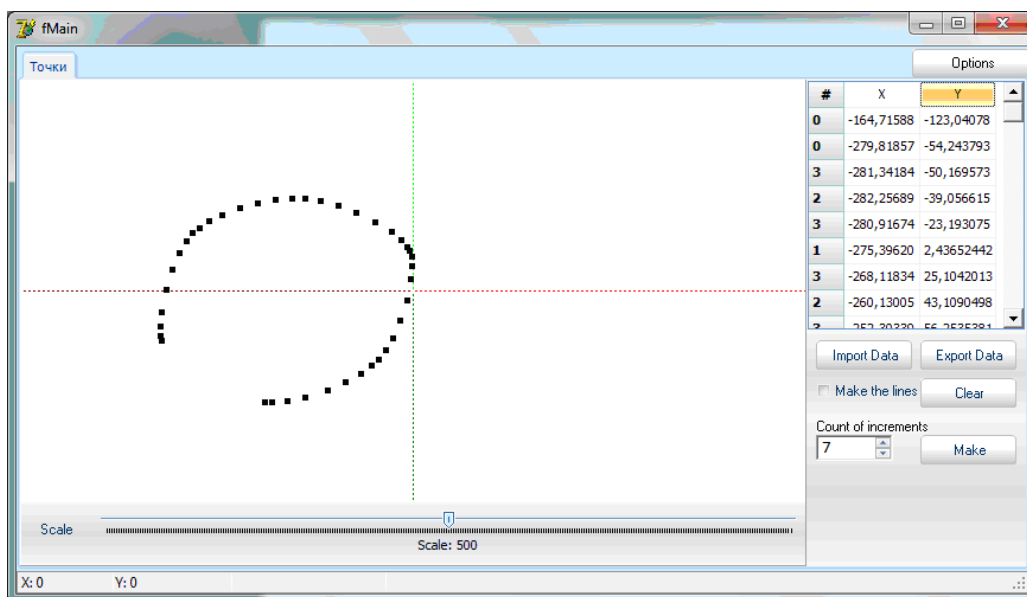

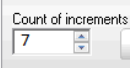





Рис. 6. Результат згущення вихідного точкового ряду



Розроблений програмний модуль діє за наступним принципом:

- в полі  вводимо координати вихідного точкового ряду;
- в полі  вводиться число, що відповідає за кількість отриманих точок згущення для кожної локальної ділянки;
- кнопка  відповідає за розрахунок точок згущення.

При бажанні можна експортувати точки () до чи після отримання результату для подальшої роботи з цими ж точками, або імпортувати (кнопка ) ті, що раніше були експортовані. Програма зберігає файли з розширенням .dxf.

Фрагмент програмного коду, за допомогою якого знаходяться точки згущення:

```
begin
  SetLength(Ai, 0);
  if (TRUE) then
    begin
      SetLength(Ai, sgData.RowCount+1);
      Ai[0].ID := 0;
      Ai[0].x := StrToFloat(sgData.Cells[1, sgData.RowCount-1]);
      Ai[0].y := StrToFloat(sgData.Cells[2, sgData.RowCount-1]);
      for i := 1 to sgData.RowCount-1 do
        begin
          Ai[i].ID := 0;
          Ai[i].x := StrToFloat(sgData.Cells[1, i]);
          Ai[i].y := StrToFloat(sgData.Cells[2, i]);
        end;
    end;
```

Якщо активувати кнопку , програма з'єднає усі точки лініями.

Висновки: запропонований в роботі спосіб автоматизації процесу локальної інтерполяції точкового ряду із заданими у вузлах дотичними на основі адаптивної схеми згущення дискретно представленої кривої дозволяє максимально скоротити терміни розрахунків координат нормальних перетинів складних поверхонь. Програмна реалізація запропонованої методики сприяє автоматизації процесу проектування функціональних поверхонь вузлів машин та механізмів сільськогосподарського призначення.

*Література*

1. *Верещага В.М.* Дискретно-параметрический метод геометрического моделирования кривых линий и поверхностей: /В.М.Верещага// Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.01.01. – Мелитополь, 1996.– 320с.
2. *Верещага В.М.* Формирование производных в узлах плоской дискретно представленной кривой / В.М. Верещага// Мелитоп. ин-т механиз. с. хоз-ва. – Мелитополь, 1994. Деп. в ГНТБ Украины 22.02.94г., №337 – Ук94.
3. *Найдиш В.М.* Адаптивна схема локального згущення точкового ряду з заданими у вузлах дотичними /В.М.Найдиш, В.В. Спиринцев// Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Дніпропетровськ: Системні технології. - 2006., Випуск 3(44).–С.49-56

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСА ЛОКАЛЬНОЇ
ИНТЕРПОЛЯЦІЇ ТОЧЕЧНОГО РЯДА С ЗАДАНИМИ
УЗЛОВИМИ КАСАТЕЛЬНИМИ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОЇ
СХЕМИ СГУЩЕННЯ**

В.В. Спиринцев, А.Е. Мацулевич, В.М. Щербина

Анотація – в роботі пропонується спосіб автоматизації процесу локальної інтерполяції точкового ряду з заданими в вузлах касательними на основі адаптивної схеми сгущення дискретно представленної кривою і програмна реалізація пропонуваної методики

**AUTOMATION OF PROCESS OF LOCAL INTERPOLATION OF
DOT LINES WITH THE SET CENTRAL TANGENTS ON THE
BASIS OF THE ADAPTIVE CIRCUIT OF A CONDENSATION**

V. Spirintsev , A. Matsulevich, V. Shcherbina

Summary

In work the way of automation of process local is offered to interpolation of dot lines with the tangents set in units on the basis of the adaptive circuit of a condensation discretely submitted curve and program realization of an offered technique.



УДК 514.18

ФОРМУВАННЯ ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОГЛЯДОВОСТІ ДОРІГ І ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Даниленко В.Я., доцент,

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Тел. (057) 707-37-24,*

Шоман О.В., д.т.н.

*Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут",
Тел. (057) 707-64-31*

Анотація – показано особливості формування рельєфних зображень просторових об'єктів. Наведено показники перетворень панорамних рельєфів. Визначено задачі коригування оглядовості доріг і транспортних засобів. Запропоновано побудову масивів панорамних рельєфів для коригування (за допомогою обернених перетворень) оглядовості засобів транспорту ще на стадії проектування. Розглянуто можливості коригування конструкцій кузовів транспортних засобів на основі нормативів оглядовості.

Ключові слова – геометричне моделювання, перетворення панорамних рельєфів, оглядовість доріг і транспортних засобів.

Постановка проблеми. Важливим етапом проектування транспортних засобів є визначення зорового сприйняття придорожного простору водіями та пасажирями. Цей етап пов'язується з коригуванням оглядовості транспортних засобів. Тому виникає потреба в побудові масиву наочних зображень кузовів транспортних засобів. Зображення можна виконувати як на поверхнях простору (на картинах), так і на шарах простору (на рельєфах). Специфіка рельєфних зображень полягає в тому, що просторові об'єкти відображуються в шар простору, – і навпаки. Така структура надає можливість виявляти геометричні параметри кузовів транспортних засобів та обумовлює необхідність формування не тільки прямих, а й обернених перетворень панорамних рельєфів.

Аналіз останніх досліджень. З точки зору співвідношення причина – наслідок всі задачі математичного моделювання умовно розподіляються на два великі класи: прямі задачі (відомі причини, необхідно знайти наслідки) і обернені (відомі наслідки, треба знайти

причини) [1]. Оборнені задачі мають деякі неприємні (з математичних позицій) особливості. По-перше, вони, як правило, нелінійні. По-друге, розв'язки оборнених задач зазвичай неєдинісні. Тому для забезпечення єдинісності часто виникає потреба у надлишковій експериментальній інформації. По-третє, оборнені задачі не завжди є коректними. В них відсутня неперервна залежність від вихідних даних (в порівнянні з прямими задачами). За таких умов на перший план при розв'язанні оборнених задач виходять способи математичної обробки вихідної інформації [2].

Формулювання цілей статті. З'ясувати характер вихідної інформації для оборнених перетворень панорамних рельєфів. Виявити особливості перетворень для кожного з типів рельєфів. Надати аналітичні показники, що визначають можливості задач коригування оглядовості транспортних засобів на основі проектних графічних матеріалів.

Основна частина. Графічні технології стають невід'ємною частиною проектування транспортних засобів і автомобільних доріг (рис. 1).

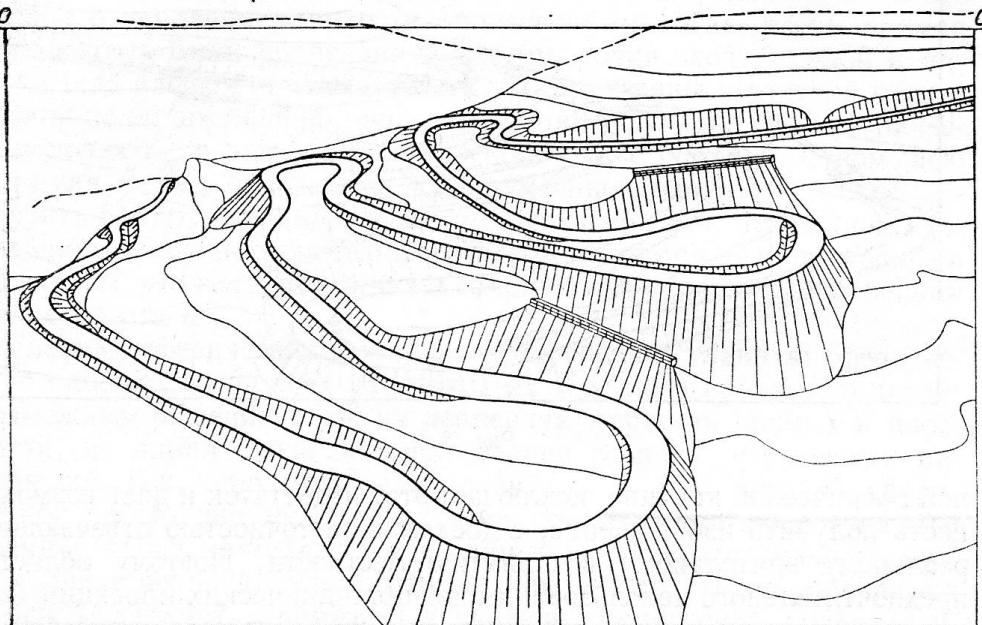


Рис. 1. Зображення автомобільної дороги

Сучасні комп'ютерні технології відкривають можливості для ефективного дослідження лінійних та нелінійних перетворень, а також для отримання, зберігання, обробки та видачі графічної інформації. З точки зору теорії інформації графічне зображення можна розглядати як кодування просторових (геометричних) властивостей об'єктів (образів). Графічні зображення можуть бути



представлені в різному вигляді за характером передачі просторових форм і способами їх графічного виконання. Встановлення того чи іншого коду – проєкційного апарата – дозволяє отримати певний вид проєкційних зображень. Одні зображення можуть являти собою просторові моделі, що зберігають геометричну схожість з об'єктами, інші виступають у ролі знакових і символічних позначень образів. Ті ж із зображень, що пов'язані з тривимірним простором, частіше за все повинні забезпечуватися відповідними алгоритмами для виконання прямих і обернених геометричних перетворень.

Панорамні рельєфи [3–5], які пов'язані з визначенням оглядовості транспортних об'єктів, потребують специфічних алгоритмів проєціювання. Тому побудова кругових рельєфних панорам спирається на можливості саме центральних відображень. Використання синтетичного та аналітичного дослідницьких шляхів дозволило визначити основні типи рельєфних панорам. Еліптичний рельєф характеризується тим, що в еліптичній інволюції пряма лінія не має спільних точок з кривою другого порядку. У випадку параболічної інволюції пряма лінія є дотичною до кривої другого порядку. Гіперболічний тип відрізняється тим, що в гіперболічній інволюції пряма лінія перетинає криву другого порядку в двох точках.

Важливим компонентом розв'язання задач оглядовості є обернені перетворення панорамних рельєфів. Вони надають інструмент для перевірки та коригування елементів системи водій (пасажир) – автомобіль – дорога – водій (пасажир). Можна виділити кілька основних варіантів перевірки оглядовості на прикладі автобусів: видимість дороги; видимість автомобіля, що йде попереду; видимість зустрічного автомобіля; видимість під час обгону, враховуючи динамічний габарит автомобіля; видимість придорожніх об'єктів.

Кожний з варіантів для своєї реалізації потребує відповідного масиву кругових рельєфів: для зображення інтер'єру автобуса – рельєфів еліптичного типу [3]; для зображення кузова автобуса – рельєфів параболічного типу [4]; для зображення екстер'єру автобуса – рельєфів гіперболічного типу [5].

Оцінка та коригування оглядовості транспортних засобів вимагають конкретних показників як прямих, так і обернених перетворень панорамних рельєфів. Прямі перетворення забезпечують одержання рельєфних зображень (рис. 2) існуючих елементів автобуса. Обернені ж перетворення надають можливість перевіряти і коригувати (за нормативами оглядовості) розташування конструктивних елементів автобуса (рис. 3) ще на стадії проектування.

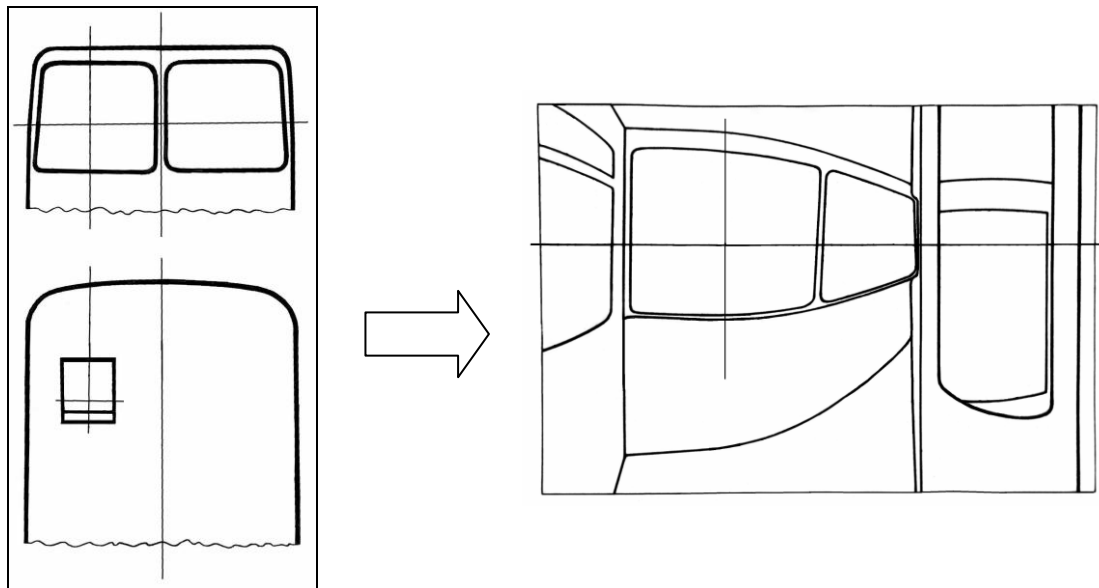


Рис. 2. Схема прямого перетворення панорамного рельєфу

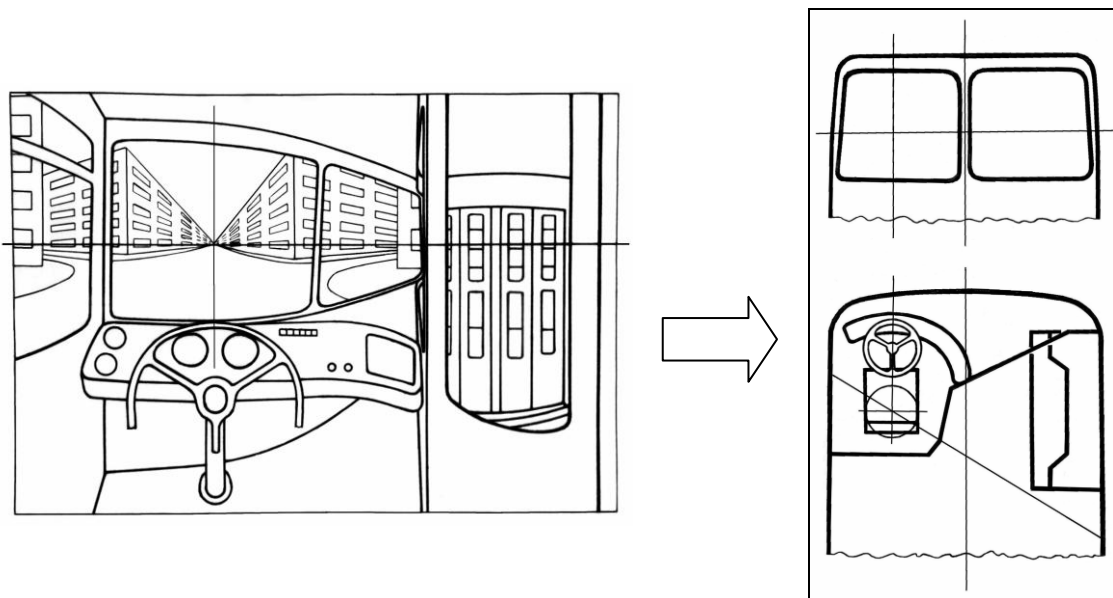


Рис. 3. Схема оберненого перетворення панорамного рельєфу

Показники прямих перетворень кругових панорамних рельєфів мають такий вигляд.

Відображення еліптичного типу Φ_e :

$$\begin{aligned}
 x' &= \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} x; & y' &= \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} y; \\
 z' &= \frac{f(\sqrt{x^2 + y^2} - c)}{(f + \sqrt{x^2 + y^2})\sqrt{x^2 + y^2}} z,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$



де f і c – параметри відображень Φ_e , причому $c < f$.

Відображення параболічного типу Φ_n :

$$\begin{aligned} x' &= \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} x; & y' &= \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} y; \\ z' &= \frac{f}{f + \sqrt{x^2 + y^2}} z, \end{aligned} \quad (2)$$

де f – параметр відображень Φ_n .

Відображення гіперболічного типу Φ_e :

$$\begin{aligned} x' &= \frac{a}{ma + \sqrt{x^2 + y^2}} x; & y' &= \frac{a}{ma + \sqrt{x^2 + y^2}} y; \\ z' &= \frac{a}{ma + \sqrt{x^2 + y^2}} z, \end{aligned} \quad (3)$$

де m і a – параметри відображень Φ_e .

Показники обернених перетворень кругових панорамних рельєфів мають наступний вигляд.

Відображення еліптичного типу Φ_e^{-1} :

$$\begin{aligned} x &= \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} x'; & y &= \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \\ z &= \frac{f(\sqrt{x'^2 + y'^2} + c)}{(f - \sqrt{x'^2 + y'^2})\sqrt{x'^2 + y'^2}} z', \end{aligned} \quad (4)$$

де f і c – параметри відображень Φ_e^{-1} , причому $c < f$.

Відображення параболічного типу Φ_n^{-1} :

$$\begin{aligned} x &= \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} x'; & y &= \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \\ z &= \frac{f}{f - \sqrt{x'^2 + y'^2}} z', \end{aligned} \quad (5)$$

де f – параметр відображень Φ_n^{-1} .

Відображення гіперболічного типу Φ_e^{-1} :



$$\begin{aligned}x &= \frac{ma}{a - \sqrt{x'^2 + y'^2}} x'; & y &= \frac{ma}{a - \sqrt{x'^2 + y'^2}} y'; \\z &= \frac{ma}{a - \sqrt{x'^2 + y'^2}} z',\end{aligned}\tag{6}$$

де m і a – параметри відображень Φ_z^{-1} .

Прямі та обернені перетворення дозволяють коригувати оглядовість транспортних засобів за допомогою кожного з типів кругових панорамних рельєфів. Формування панорамних рельєфів також може стати серйозною основою для оцінки варіантів трас автомобільних доріг за їх сприйняттям водіями та пасажирями.

Безпека і зручність пересування автомобільною дорогою пов'язані з об'ємом інформації, яку одержує водій транспортного засобу про навколишній стан і умови руху [6]. Під час сприйняття дорожніх ситуацій через зір, слух (шум коліс), мускульні реакції (тряска), вестибулярний апарат (прискорення) водій прагне встановити такий режим руху, який дозволив би йому без надмірної напруги враховувати всі зовнішні фактори, що впливають на безпеку і зручність. У кожний момент часу водій зосереджує свою увагу тільки на одному з факторів, разом з цим він сприймає в цілому ще деякі фактори. Так, уважно слідкуючи за маневрами їдучого попереду транспортного засобу, що збирається здійснити обгін або поворот, водій орієнтується одночасно у розташуванні свого транспортного засобу відносно краю проїзної частини дороги і відчуває тряску під час переїзду через нерівності на покритті. Однак основним джерелом його інформації залишається зір. Встановлено, що нервово-емоційна напруженість водія збільшувалась не в момент виникнення тряски під час наїзду на смуги крупнозернистої поверхневої обробки, а значно раніше, коли водій помічав їх перед собою за кілька десятків метрів.

Процес сприйняття водієм дорожнього руху є дуже складним і мало дослідженим. Відомо, що сприйняття людиною того чи іншого об'єкта або процесу складається з низки етапів [7] – грубого розрізнення загальних контурів і пропорцій, уточнення форми, послідовного розпізнавання окремих деталей, починаючи з крупних, і, нарешті, остаточного і повного сприйняття. Погляд переміщується на наступний об'єкт спостереження після того, як досягнуто ступінь впливу попереднього об'єкта на умови руху. Водій організує спостереження таким чином, щоб оцінити всі фактори, які визначають можливий режим руху по дорозі. При цьому одним з компонентів



допомоги водієві має стати формування наочних панорамних рельєфів – одного зі способів оцінки варіантів доріг і транспортних засобів за їх плавністю та зоровим сприйняттям.

Висновки. З розширенням галузі використання рельєфних перспектив зростають і вимоги до способів виконання нелінійних зображень в шарах простору. Нелінійні перетворення панорамних рельєфів є основою для коригування оглядовості транспортних засобів. Тому прямі та обернені перетворення панорамних рельєфів стають невід'ємним елементом оцінки зорових якостей транспортних засобів з місць водіїв та пасажирів. Виконання масиву панорамних рельєфів дозволяє коригувати (за допомогою обернених перетворень) варіанти оглядовості транспортних засобів на стадії проектування, тобто на стадії, коли ще можна внести зміни у відповідний проект. Все це спонукає проводити подальші дослідження з розробки більш ефективних способів формування прямих та обернених перетворень панорамних рельєфів.

Література

1. *Ватульян А.О.* Математические модели и обратные задачи / *А. О. Ватульян* // Соровский образовательный журнал. – 1998. – № 11. – С. 143–148.
2. *Ильинский Н.Б.* Математические методы целенаправленного конструирования инженерных объектов с нужными свойствами / *Н. Б. Ильинский* // Соровский образовательный журнал. – 1997. – № 5. – С. 122–127.
3. *Даниленко В.Я.* Визначення характеристик панорамних рельєфів еліптичного типу з позицій обзорності транспортних засобів / *В. Я. Даниленко* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 84. – С. 163–167.
4. *Даниленко В.Я.* Про формування панорамних рельєфів параболічного типу для оцінки обзорності автомобільних кузовів / *В. Я. Даниленко* // Технічна естетика і дизайн. – К.: Віпол, 2011. – Вип. 8. – С. 92–97.
5. *Даниленко В.Я.* Зв'язок панорамних рельєфів гіперболічного типу з оцінкою обзорності транспортних і дорожніх об'єктів / *В. Я. Даниленко* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.88. – С. 126–131.
6. *Лобанов Е.М.* Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / *Е. М. Лобанов.* – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.



7. *Симонин С.И.* Наглядные изображения при проектировании автомобильных дорог / *С. И. Симонин, Ю. В. Котов.* – М.: Транспорт, 1983. – 159 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПАНОРАМНЫХ РЕЛЬЕФОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЗОРНОСТИ ДОРОГ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В. Я. Даниленко, О. В. Шоман

Аннотация – показаны особенности формирования рельефных изображений пространственных объектов. Приведены показатели преобразований панорамных рельефов. Определены задачи корректировки обзорности дорог и транспортных средств. Предложено построение массивов панорамных рельефов для корректировки (с помощью обратных преобразований) обзорности средств транспорта еще на стадии проектирования. Рассмотрены возможности корректировки конструкций кузовов транспортных средств на основе нормативов обзорности.

FORMING OF PANORAMIC RELIEFS FOR RECEIPT OF DESCRIPTIONS OF VISIBILITY OF ROADS AND TRANSPORT VEHICLES

V. Danylenko, O. Shoman

Summary

The features of relief picture of spatial objects generation are shown. Indexes over of transformations of panoramic reliefs are brought. The problems of adjustment of visibility of roads and transport vehicles are certain. The construction of arrays of panoramic reliefs is offered for adjustment (by means of reverse transformations) of visibility of transport vehicles yet on the stage of planning. Possibilities of adjustment of constructions of transport vehicles baskets are considered on the basis of norms of visibility.



УДК 514.18 + 681.3.06

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Дашкевич А.О., к.т.н.,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Тел. (057) 707-64-31

Анотація - в роботі розглянуто підходи до виділення ознак при розпізнаванні образів і застосування багатошарових нейронних мереж для розв'язання таких задач. Проведено процес моделювання багатошарового перцептронну для автоматичного виділення ознак зображення і подальшої класифікації. Досліджено вплив базових параметрів на якість розпізнавання.

Ключові слова - виділення ознак, розпізнавання образів, багатошарова нейронна мережа, перцептрон, класифікація.

Постановка проблеми. Для багатьох задач розпізнавання цифрових зображень особливо важливими для якості процесу класифікації постають етапи початкової обробки зображень (зменшення шумів, збільшення різкості) та виділення ознак з підготовлених зображень. Існуючі алгоритми обробки та виділення ознак є досить витратними за кількістю обчислень, тому постає задача більш точного та/або менш витратного з точки зору комп'ютерних ресурсів, виділення ознак з графічних зображень.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній час існують декілька підходів до виділення ознак: гістограма направлених градієнтів (HOG – histogram of oriented gradients) [1]; локальні бінарні шаблони (LBP – local binary patterns) [2]; дескриптори SIFT [3] і SURF [4]; моделі, що базуються на теорії графів та ін.

Всі ці методи потребують багатьох обчислень та тонкого налаштування початкових коефіцієнтів. Водночас, в останні роки

відбувається стрімкий розвиток в галузі штучних нейронних мереж, а саме, згорткових нейронних мереж (CNN – convolution neural networks) [5], в яких процеси початкової обробки та виділення ознак є однією з складових в процесі обчислень.

В згорткових нейронних мережах (рис. 1) процес виділення ознак відбувається внаслідок наявності спеціальних згорткових шарів, і тому вони не потребують додаткових процесів підготовки зображення та виділення з нього ознак, що класифікують. Тому доцільним є детальне дослідження і покращення архітектури та алгоритмів навчання саме згорткових нейронних мереж.

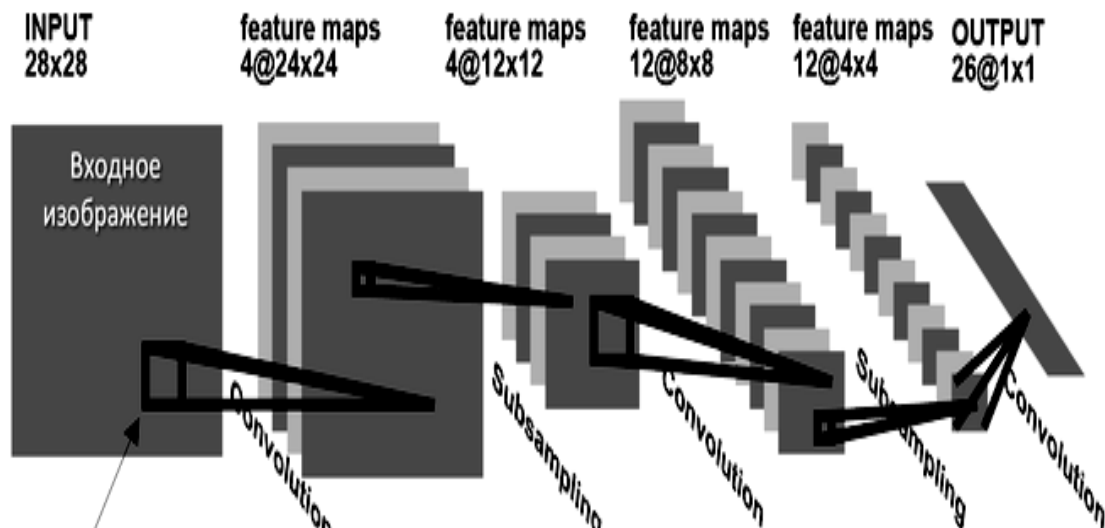


Рис. 1. Архітектура згорткової нейронної мережі

Формулювання цілей статті. Розробка архітектури нейронної мережі для виділення ознак з цифрових зображень та методології використання такої мережі.

Основна частина. Штучні нейронні мережі реалізують ідею моделювання процесі нервової системи тварин та людей, в якій елементарні обчислювальні елементи використовуються для розрахунків складної поведінки. В якості таких елементарних розрахункових блоків виступають так звані штучні нейрони (рис. 2), які розраховують зважену суму (z) вектору вхідних значень (x_i) з урахуванням деякого порогового значення (w_0), а далі до отриманого значення застосовується функція активації (σ):

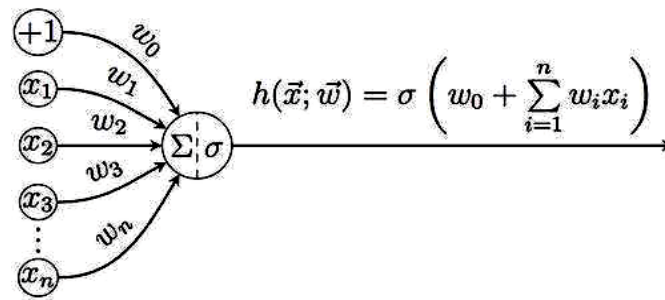


Рис. 2. Модель штучного нейрону

Найчастіше використовують такі функції активації:

$\sigma(z) = z$ – лінійна,

$\sigma(z) = \max(0, z)$ – полулінійна,

$\sigma(z) = 1/(1+\exp(-z))$ – сігмоїдальна,

$\sigma(z) = \tanh(z)$ – гіперболічний тангенс та ін.

Слід зазначити, що, для покращення якості класифікації з допомогою нейронної мережі, більш придатними є нелінійні функції активації (полулінійна, сігмоїдальна). Кожен нейрон в мережі чітко визначається своїм вектором вагових коефіцієнтів w_i і головною задачею навчання штучної нейронної мережі є підбір таких вагових коефіцієнтів усіх нейронів, щоб було досягнуто необхідну ступінь точності класифікації об'єктів на зображеннях.

Вказані елементарні штучні нейрони поєднуються між собою у нейронну мережу. Найчастіше використовують повнозв'язну архітектуру (рис.3а) та багатошарову нейронну мережу або багатошаровий перцептрон (рис.3б). В повнозв'язних мережах кожен нейрон може виступати, як вхідний і як вихідний. В багатошарових мережах нейрони поєднуються в шари, по яких вхідний сигнал передається послідовно. В багатошарових мережах можна виділити один вхідний шар, один вихідний та деяку кількість прихованих шарів (у випадку перцептрона 1-2 приховані шари, в згорткових нейронних мережах кількість прихованих шарів може бути набагато більшою). Надалі, отриману нейронну мережу навчають на деякій множині навчальних прикладів для зменшення похибки класифікації. Базовим алгоритмом навчання багатошарових мереж є алгоритм зворотнього розповсюдження похибки (backpropagation) [6] та алгоритми пакетної нормалізації (batch normalization) [7] і остаточного навчання (residual learning) [8].

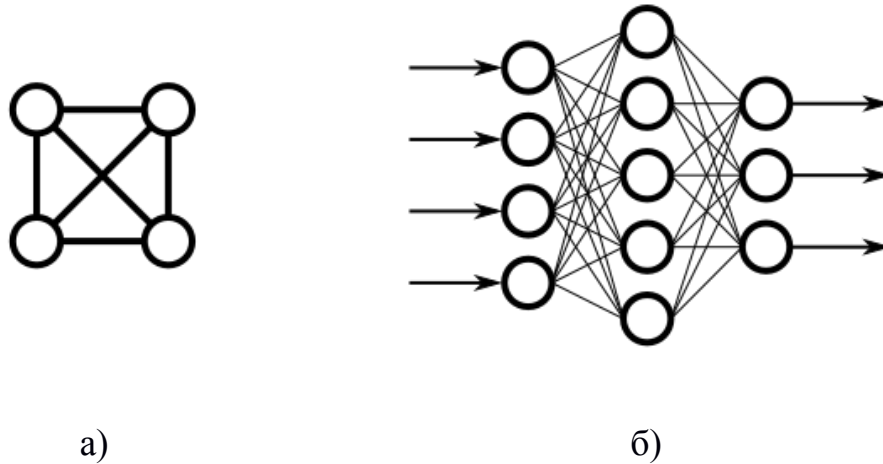


Рис. 3. Архітектури нейронних мереж

В роботі було промодельовано архітектуру штучної нейронної мережі для проведення класифікації зображень з автоматичним виділенням ознак, що базується на багатошаровому перцептроні і досліджено вплив параметрів такої мережі на якість розпізнавання рукописних цифр з набору даних MNIST (рис.4). Основними параметрами мережі, що досліджувались, були:

- *hid_layers_num* - кількість прихованих шарів мережі;
- *hidden_num* - кількість нейронів у прихованих шарах;
- *batch_num* - кількість навчальних прикладів, що оброблюються за одну ітерацію алгоритму.

Дослідження проводилось з допомогою програмної бібліотеки моделювання штучних нейронних мереж Keras для мови програмування Python. Результати впливу вказаних параметрів на якість розпізнавання зображень наведено на рис.5.



Рис. 4. Приклад зображень з набору MNIST

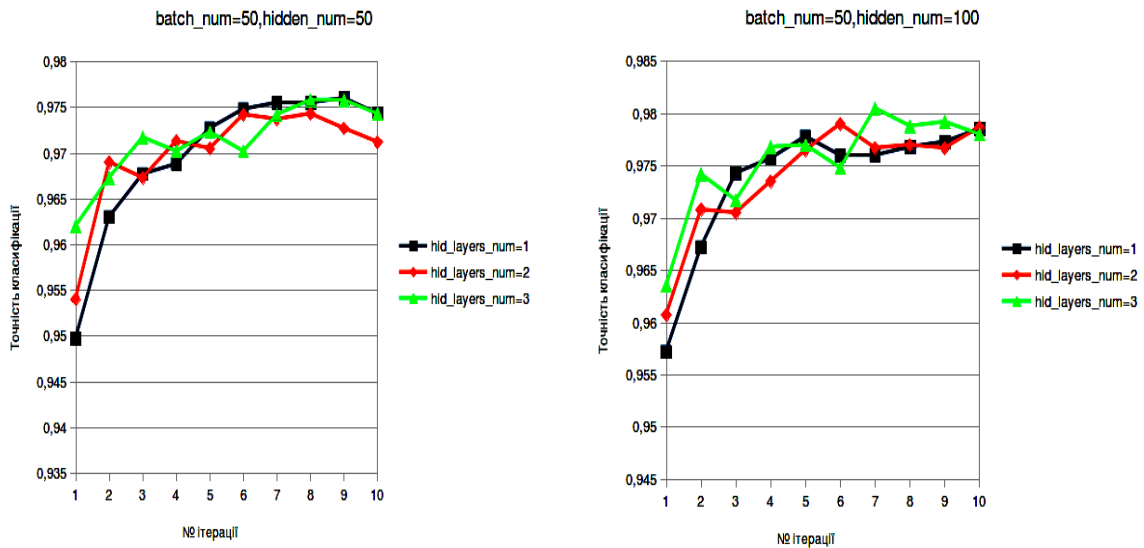


Рис. 5. Точність класифікації нейронної мережі в залежності від параметрів

Висновки. За результатами роботи було проведено процес моделювання штучної нейронної мережі з невеликою кількістю прихованих шарів з автоматичним виділенням ознак. Також було досліджено вплив базових параметрів мережі на її роботу. З результатів можна побачити, що основним параметром, що збільшує потужність нейронної мережі, є збільшення кількості прихованих шарів, адже це дозволяє зменшити кількість ітерацій навчання і скоротити обчислювальні ресурси.

Література

1. *Navneet Dalal* Histograms of Oriented Gradients for Human Detection / *Navneet Dalal, Bill Triggs.*// International Conference on Computer Vision & Pattern Recognition (CVPR '05), Jun 2005, San Diego, United States. IEEE Computer Society, 1, pp. 886–893, 2005.
2. *T. Ojala, M. Pietikäinen, and D. Harwood.*// Proceedings of the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition (ICPR 1994), vol. 1, pp. 582 — 585, 1994.
3. *David G.* Object recognition from local scale-invariant features / *David G.*// Proceedings of the International Conference on Computer Vision. 2. pp. 1150–1157, 1999.
4. *P. M. Panchal* A Comparison of SIFT and SURF / *P. M. Panchal, S. R. Panchal, S. K. Shah.*// International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering Vol. 1, Issue 2, 2013.



5. *G.E. Hinton* Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks / *G.E. Hinton and R.R. Salakhutdinov*// Science, 28 July 2006, Vol. 313. no. 5786, pp. 504 - 507.
6. *Галушкин А. И.* Синтез многослойных систем распознавания образов./ *А. И.Галушкин*// — М.: «Энергия», 1974.
7. *Sergey Ioffe* Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift / *Sergey Ioffe, Christian Szegedy*// arXiv:1502.03167 [cs]. — 2015-02-10.
8. *Kaiming He* Deep Residual Learning for Image Recognition / *Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun* // arXiv:1512.03385 [cs]. — 2015-12-10.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАЗПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

А.А. Дашкевич

Аннотация - в работе рассмотрены подходы к выделению признаков при распознавании образов и применение многослойных нейронных сетей для решения таких задач. Описан процесс моделирования многослойного перцептрона для автоматического выделения признаков изображения и дальнейшей классификации. Исследовано влияние базовых параметров на качество распознавания.

STUDY OF MULTILAYER NEURAL NETWORKS FOR AUTOMATIC FEATURE EXTRACTION IN SOLVING THE PROBLEM OF PATTERN RECOGNITION

A. Dashkevich

Summary

The paper deals with approaches to feature extraction in pattern recognition and application of multilayer neural nets for solving such problems. The modeling process of multilayer perceptron for automatic feature extraction and further classification is described. The basic parameters influence on quality of recognition is researched.



УДК 515.2 + 519.5

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

Ніцин Д.О., к.т.н.

Сидоренко О.С., к.т.н.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Тел. (057) 707-64-31

Анотація – проаналізовано динаміку розвитку залежностей від психоактивних речовин за останні роки. Розглянуто базові регресивні моделі біологічних систем. Обґрунтовано вибір моделі міжпопуляційних взаємодій, як основи для моделювання епідемії залежності від психоактивних речовин. Визначено напрямки подальших досліджень.

Ключові слова – психоактивні речовини (ПАР), геометричне моделювання, математична модель, регресійна модель, модель Лотки-Вольтерра.

Постановка проблеми. В Україні щорічно реєструється понад 40000 нових випадків захворювання на алкоголізм. Незважаючи на те, що спостерігається явна перевага хворих на алкоголізм, наркоманія за темпами зростання захворюваності, поширеності, медичних та соціальних наслідків виходить на перше місце. Наркотики стають все більш доступними, асортимент їх розширюється, а споживач молодіє, смертність від передозування наркотиків збільшується. Викликає занепокоєння стан фізичного і морального здоров'я громадян країни, нестабільність суспільства. Для того щоб домогтися уповільнення темпів поширення залежності від психоактивних речовин (ПАР), необхідно здійснювати наукову розробку ефективних територіальних програм профілактики на основі об'єднання зусиль зацікавлених державних, наукових, медичних, правоохоронних, педагогічних, спортивних установ, громадських формувань. Відомо, що будь-яка політика, спрямована на протидію подальшому поширенню стану залежності від ПАР, може бути успішною тільки у тому випадку, якщо вона ґрунтується на надійних епідеміологічних дослідженнях, науково обґрунтованих методах прогнозування та оцінки результатів проведених профілактичних заходів.



Крім того, сучасний науково обґрунтований підхід до прогнозування розвитку епідемічних процесів передбачає створення адекватних математичних моделей на основі вивчення достатнього масиву даних про динаміку зазначених процесів у минулому, а також факторів, що впливають на них. Розробка адекватних математичних моделей за вказаними епідемічним процесам, поглибить знання про механізми поширення залежності від ПАР і створить наукову основу для формування ефективної державної політики, щодо споживання наркотиків, алкоголю і тютюну, а також створить умови для створення ефективних методів контролю якості профілактичних заходів.

Аналіз попередніх досліджень та формулювання цілей статті. Аналіз існуючих методів математичного та геометричного моделювання біологічних систем для опису епідемічних процесів, пов'язаних з поширенням залежності від наркотиків і інших ПАР при прогнозуванні динаміки захворюваності на наркоманії і алкоголізмом як в Україні в цілому, так і окремих її регіонах. При аналізі методів необхідно враховувати специфіку сприйняття результатів моделювання медичними працівниками, що вимагає розширеної і адекватної візуалізації результатів моделювання.

Основна частина. Розвиток популяції хворих, або розвиток епідемії залежності від ПАР, можна розглядати як окремий випадок розвитку будь-якої популяції. З одного боку, кожен залежний від ПАР хворий протягом свого життя рекрутує певну кількість нових споживачів алкоголю або наркотиків (еквівалент розмноження), з іншого – існують обставини, які обмежують зростання чисельності такої популяції. Такими є зусилля держави, спрямовані на профілактику станів залежності, лікування хворих наркологічного профілю та його якість, загибель хворих, боротьба з незаконним обігом наркотиків і продажом алкоголю неповнолітнім, інші адміністративні та економічні фактори, що властиві даному соціуму і супроводжують процес поширення епідемії.

Для аналізу системи, що моделюється, статистичні дані про епідеміологічну ситуацію залежності від ПАР в Україні були візуалізовані у вигляді графіків. Статистичні дані були отримані зі звіту про науково-дослідну роботу «Розроблення математичних методів моделювання епідемічних процесів, пов'язаних із поширенням залежності від наркотиків та інших психоактивних речовин», шифр теми НАМН СЗ.2Ф.14 (керівник НДР: зав. відділом клінічної та соціальної наркології, доктор медичних наук О. Мінко; відповідальний виконавець: провідний науковий співробітник,

кандидат медичних наук Л.Маркозова). Для усунення шуму застосовувався метод змінного середнього з одиничною апертурою.



Рис 1. Динаміка епідемії залежності від алкоголю

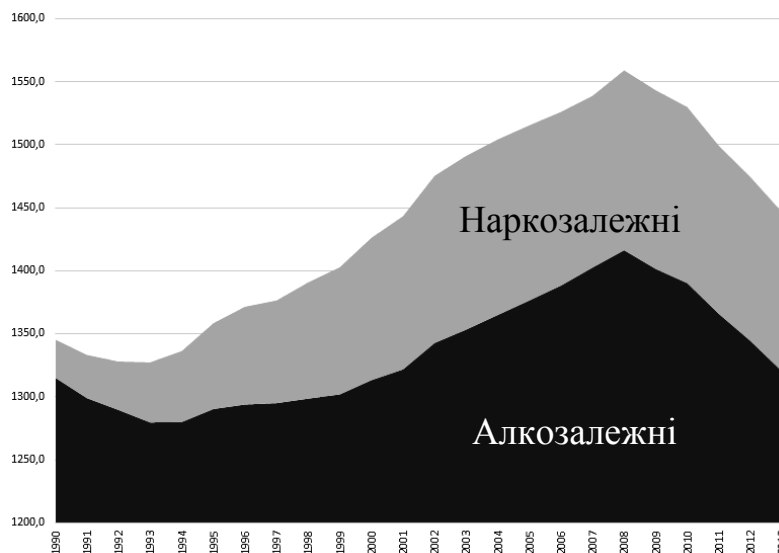


Рис. 2 Динаміка взаємодії популяцій алко - і наркозалежних

На наведених графіках даних статистики наочно показано неоднорідний розвиток популяцій залежних від ПАВ. Явно видно, що коливальний процес має максимум у 1999 році для рис.1 і у 2008 році для рис.2. Мінімум коливального процесу для рис.1 припадає на 1992



та 2010 роки. Причому, кількість хворих в ці роки значно різниться, що вказує на зміну характеру коливань до і після точки максимуму. На рис.2 спостерігається один загальний мінімум у 1993 році. Мінімум коливальної кривої після точки максимуму для рис.2 не визначений, але за характером кривих з 1994 по 2008 рік і з 2008 по 2013 рік можна припустити відмінність коливальних процесів.

Таким чином, динаміка розвитку популяцій залежних від ПАР змінюється з часом у залежності від багатьох соціальних і медичних чинників.

Вибір математичної моделі здійснювався на підставі проведеного первинного аналізу системи. У відповідності з об'єктом і цілями, математичні моделі в біології можна поділити на два великі класи.

Перший клас – регресивні моделі включають емпірично встановлені залежності (формули, диференціальні та різницеві рівняння, статистичні закони тощо), що не претендують на розкриття механізму досліджуваного процесу. Коефіцієнти в регресійних моделях зазвичай визначаються за допомогою процедур ідентифікації параметрів моделей за експериментальними даними. При цьому, найчастіше мінімізується сума квадратів відхилень теоретичної кривої від експериментальної для всіх точок вимірювань, тобто коефіцієнти моделі підбираються таким чином, щоб мінімізувати функцію:

$$F = \sum_{i=1}^N w_i [x_e^i - x_t^i(a_1, a_2, \dots, a_n)]^2, \quad (1)$$

тут i – номер спостереження в векторі даних; x_e^i – експериментальні значення змінних; x_t^i – теоретичні значення змінних; a_1, a_2, \dots – параметри, що підлягають оцінці; w_i – вага i -го спостереження; N – число спостережень.

Другий клас – імітаційні моделі конкретних складних живих систем, як правило, максимально враховують наявну інформацію про об'єкт. Імітаційні моделі застосовуються для опису об'єктів різного рівня організації живої матерії – від біомакромолекул до моделей біогеоценозів. В останньому випадку моделі повинні включати блоки, що описують як живі, так і «скісні» компоненти. Обчислена на комп'ютері картина «життя» системи дозволяє простежити, як закони проявляються у функціонуванні біологічних об'єктів.

Неповнота даних і значна кількість зовнішніх факторів біологічної системи, що досліджується, не дозволяють



використовувати імітаційні моделі. Зважаючи на це, вивченню підлягають базові регресивні моделі.

Всі біологічні системи різного рівня організації, починаючи від біомакромолекул до популяцій, є термодинамічнонерівноважними, відкритими для потоків інформації, речовини і енергії. Тому нелінійність – невід'ємна властивість базових систем математичної біології. Незважаючи на величезну різноманітність живих систем, можна виділити деякі найважливіші притаманні їм якісні властивості: зростання, самообмеження зростання, здатність до перемикання (існування в двох або декількох стаціонарних режимах), автоколивальні режими (біоритми), просторову неоднорідність, квазістохастичність. Всі ці властивості можна продемонструвати на порівняно простих нелінійних динамічних моделях, які і виступають в ролі базових моделей математичної біології.

Одне з фундаментальних припущень, що лежить в основі всіх моделей зростання – пропорційність швидкості росту популяції її чисельності. Для складних біологічних систем розмноження відбувається по більш складному закону, але в найпростішій моделі можна припустити, що швидкість розмноження популяції пропорційна її чисельності. Цей процес описує формула Мальтуса, яка лінійна відносно змінної x , що характеризує чисельність (концентрацію) особин у популяції:

$$\frac{dx}{dt} = R_x \quad (2)$$

Тут R в загальному випадку може бути функцією як самої чисельності, так і часу, або бути залежною від інших зовнішніх і внутрішніх факторів. Якщо коефіцієнт пропорційності $R = r = const$ (як це припускав Мальтус), чисельність зростатиме необмежено по експоненті:

$$x = x_0 x^{rt} x_0 = x; t = 0. \quad (3)$$

Для більшості популяцій існують обмежувальні фактори, тому з тих чи інших причин зростання популяції припиняється. Базовою моделлю, яка описує обмежений зростання, є модель Ферхюльста:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right). \quad (4)$$

Тут параметр K має назву «Ємність популяції» і виражається в одиницях чисельності (або концентрації). Він не має будь-якого простого фізичного або біологічного сенсу і носить системний характер, тобто визначається цілою низкою різних факторів, які неможливо врахувати в моделі.

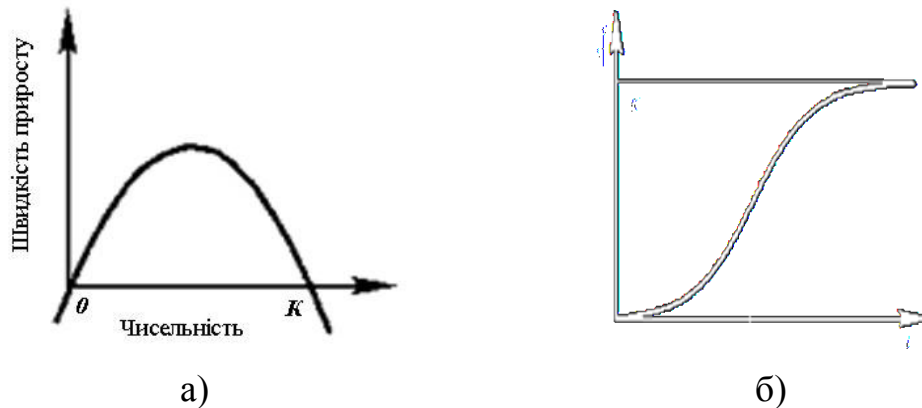


Рис. 3 Система з обмеженим зростанням:

- а) – залежність швидкості приросту від чисельності;
б) – залежність чисельності від часу

Однією з причин обмеження зростання може бути недолік живильного середовища (лімітування по субстрату на мові мікробіології). Мікробіологи давно підмітили, що в умовах обмеження по субстрату швидкість росту зростає пропорційно до концентрації субстрату, а якщо субстрату вдосталь, то виходить на постійну величину, яка визначається генетичними можливостями популяції. Вважається доведеним, що серед людей тільки частина схильна до залежності від наркотиків і алкоголю. З епідеміологічної точки зору вони є субстратом розвитку залежності від ПАР. Протягом деякого часу чисельність популяції зростає експоненціально, поки швидкість зростання не починає обмежуватися будь-якими іншими факторами. Це означає, що залежність швидкості росту R у формулі (2) від субстрату може бути описана у вигляді:

$$R(S) = \frac{\mu_0 S}{K_s + S} \quad (5)$$

тут K_s – константа, рівна концентрації субстрату, при якій швидкість росту дорівнює половині максимальної, μ_0 – максимальна швидкість росту.



Змінювати зростання популяції можуть не тільки фактори зовнішнього середовища, а й вплив іншої популяції. Прийнято виділяти три основних типи міжпопуляційних відносин: «++», «—» та «+-». При цьому знаком «плюс» позначається позитивний, сприятливий вплив однієї популяції на іншу, а знаком «мінус» – несприятливий. Відповідні типи міжпопуляційних взаємин отримали найменування:

«++» – протокооперація, мутуалізм або симбіоз;

«—» – взаємне конкурентне подавлення або конкуренція за загальний ресурс;

«+-» – відносини типу «хижак-жертва» або «паразит-господар».

Крім того, прийнято виділяти два типи відносин, при яких одна популяція, роблячи позитивний або негативний вплив на іншу, сама не відчуває з її боку ніякого впливу (відносини типу «± 0»).

Знаки «+» і «-» в цій символіці, крім загальноприйнятого метафоричного сенсу, мають конкретний математичний сенс. Якщо динаміка двох взаємодіючих популяцій описується системою диференціальних рівнянь:

$$\dot{x} = xf(x, y), \quad \dot{y} = yg(x, y), \quad (6)$$

де похідні df/dy і dg/dx мають постійний знак при всіх значеннях змінних, то поєднання знаків цих похідних визначає характер міжпопуляційних відносин відповідно до загальноприйнятої класифікації. З цієї точки зору відношення типу «± 0» є виключною, виродженою ситуацією.

У загальному вигляді взаємодія між популяціями описується системою диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = a_1 N_1 + a_{12} N_1 N_2 + a_{11} N_1^2 \\ \frac{dN_2}{dt} = a_2 N_2 + a_{21} N_1 N_2 + a_{22} N_2^2 \end{cases} \quad (7)$$

де, N_1, N_2 – шукані значення числа популяцій, а $a_i, a_{ij}, i, j = \overline{1;2}$ – параметри системи, деякі з яких можуть приймати значення 0.

За параметрами можна судити про міжпопуляційні взаємодії:

1) $a_{ij} N_i N_j$ – відповідає міжпопуляційній конкуренції.



Таким чином:

- Якщо $a_{ij} < 0$ – має місце конкуренція;
- якщо $a_{ij} > 0$ – симбіоз;
- якщо a_{12} і a_{21} мають протилежні знаки – має місце модель хижак-жертва;

2) $a_{ii}N_i^2$ – показник внутрішньовидової конкуренції. Даний доданок має сенс тільки при $a_{ii} < 0$;

3) $a_i N_i$ – відповідає показнику вільного розмноження популяції (сила популяції):

- якщо, $a_i > 0$ – популяція схильна до росту;
- якщо, $a_i < 0$ – популяція схильна до вимирання.

При різних значеннях коефіцієнтів будуть виходити різні графіки функції, якими можна інтерполювати експериментальні дані. Також цікаво те, що оцінюючи отримані коефіцієнти, можна зробити висновок про взаємодію популяцій.

Після оцінки задачі моделювання був зроблений висновок про відсутність внутрішньовидової конкуренції. Таким чином, приймається $a_{ii} = 0$ і отримуємо:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = a_1 N_1 + a_{12} N_1 N_2 \\ \frac{dN_2}{dt} = a_2 N_2 + a_{21} N_1 N_2 \end{cases} \quad (8)$$

Дана система рівнянь при коефіцієнтах a_{12} і a_{21} протилежних знаків є моделлю Лотки-Вольтерра (хижак-жертва). В основу моделі покладено такі ідеалізовані уявлення про характер внутрішньовидових і міжвидових відносин в системі хижак-жертва:

- 1) під час відсутності хижака популяція жертва розмножується відповідно до принципу Мальтуса – експоненціально;
- 2) популяція хижака під час відсутності жертви експоненціально вимирає;
- 3) сумарна кількість жертв, які споживається населенням хижака в одиницю часу, лінійно залежить і від щільності популяції жертви, і від щільності популяції хижака;
- 4) спожита хижакком біомаса жертви з постійним коефіцієнтом переробляється в біомасу хижака;
- 5) будь-які додаткові фактори, що впливають на динаміку популяцій, відсутні.



Чисельність жертв буде збільшуватися тим повільніше, чим більше існує хижаків, а чисельність хижаків – тим швидше, чим більше чисельні жертви. Таким чином, коефіцієнти приросту відповідно дорівнюють:

$$\varepsilon_1 - \gamma_1 N_1, \quad -\varepsilon_2 - \gamma_2 N_1$$

де N_1 і N_2 – чисельність популяцій жертви і хижака; ε_1 – швидкість розмноження жертви в відсутності хижака; ε_2 – природна смертність хижака, γ_1 і γ_2 – коефіцієнти, відповідні потреби в їжі для кожного з двох видів.

Зроблені припущення призводять до системи диференціальних рівнянь для опису чисельності популяцій в моделі хижак – жертва:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(\varepsilon_1 - \gamma_1 N_2) \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(\varepsilon_2 - \gamma_2 N_1) \end{cases} \quad (9)$$

Розглянута модель міжпопуляційної взаємодії є достатньо гнучкою для моделювання складних епідеміологічних процесів. Адекватно підібрані коефіцієнти a_{ij} відображають взаємодію між розглянутими популяціями: залежні – здорові, алкоголіки – наркомани. При правильному емпіричному визначенні коефіцієнтів можна зробити висновки про характер міжпопуляційних відносин, тобто агресивності кожної із взаємодіючих популяцій окремо. Отримана інформація є основою для короткочасного і пролонгованого прогнозу. Коефіцієнти a_i несуть в собі інформацію про стійкість досліджуваних популяцій до зовнішнього середовища. В системі, що моделюється, це відображає різні соціальні, юридичні, ідеологічні, фінансові та інші чинники.

Варто додати, що базова модель міжпопуляційних взаємодій може бути модифікована під властивості тієї чи іншої системи. Таким чином, ця модель є варіантом вибору для вирішення задачі моделювання поширеності залежності від ПАР.

Висновки. Розглянуто задачу геометричного моделювання розвитку епідемії в залежності від психоактивних речовин і проведено первинний аналіз системи. Розглянуто основні регресивні моделі розвитку популяцій. Показано, що базова модель міжпопуляційної взаємодії може бути покладена в основу вирішення поставленої задачі. Напрямок подальших досліджень є модифікація обраної моделі і розробка методу визначення коефіцієнтів диференціальних рівнянь.

*Література*

1. *Базыкин А. Д.* Нелинейная динамика взаимодействующих популяций/ *Базыкин А. Д.*//.-М.: Институт компьютерных исследований, 2003-367с.
2. *Марри Дж.* Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях / *Марри Дж.* //.-М.:Мир,1983-397с.
3. Modelling drug use: methods to quantify and understand hidden processes//.- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction,2001-245с.
4. *Неймарк Ю.И.* Математические модели в естествознании и технике / *Неймарк Ю.И.*//.-Н. Новгород: Издательство Нижегородского университета, 2004-281с.

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ**

Д.А. Ницын, Е.С. Сидоренко

Аннотация – проанализирована динамика развития зависимостей от психоактивных веществ за последние годы. Рассмотрены базовые регрессионные модели биологических систем. Обоснован выбор модели межпопуляционных взаимодействий, как основы для моделирования эпидемии зависимости от психоактивных веществ. Определено направление дальнейших исследований.

**SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF THE METHOD OF
GEOMETRICAL MODELLING OF DEVELOPMENT OF
DEPENDENCES**

D. Nitsyn, O. Sydorenko

Summary

The dynamics of development of dependency on psychoactive substances in recent years. We consider the basic regression models of biological systems. The choice of a model of inter-population interactions as a basis for modeling the epidemic of substance abuse. The direction of future research.



УДК 514.181.6 + 514.182

ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ОРТОГОНАЛЬНИХ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ

Журило А. Г., к.т.н.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Тел (057) 707-64-31

Анотація - у статті розглянуті властивості ортогональних аксонометричних проекцій. Показано закономірність існування прямокутних і косокутних аксонометричних проекцій. Наведено принципи визначення площини аксонометричних проекцій на практиці.

Ключові слова: ортогональні аксонометричні проекції, ДСТУ, прямокутні і косокутні аксонометричні проекції.

Постановка проблеми. Незважаючи на широкий розвиток комп'ютерної техніки та застосування її для виконання креслеників, появи вже декількох поколінь програм КОМПАС, AUTOCAD та їхніх аналогів, аксонометричні проекції широко використовуються у машинобудуванні та архітектурі. Для їх опанування потрібно знати основні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання щодо точних графічних побудов має велику історичну давнину, беручи свій початок ще в роботах Архімеда, Евкліда та інших вчених. З вичерпною повнотою і строгою науковою обґрунтованістю теорія точних метричних побудов була розроблена математиком Гаспаром Монжем, який у 1795 – 1799 рр. опублікував результати своєї двадцятирічної роботи під назвою «Нарисна геометрія» [1].

Серед імен, з якими пов'язаний розвиток наукової праці в області аксонометричних проекцій, можна згадати видатних вітчизняних вчених: Н. М. Бескіна, О. О. Вольберга, Н. О. Глаголева, Є. А. Глазунова, А. І. Добрякова, Д. І. Каргіна, І. І. Котова, М. О. Риніна, С. О. Смирнова, М. Ф. Четверухіна, М. М. Юдицького [10-12].

У даний час теорія аксонометрії розроблена докладно і висвітлена в численних працях з нарисної геометрії. Питання ж практики побудови аксонометричних зображень висвітлені в літературі недостатньо. У практиці побудови аксонометричних



зображень часто виникають значні труднощі, обумовлені не тільки недостатньою підготовкою виконавця, але і складністю окремих задач, що вимагають спеціального роз'яснення [4-6, 8,9].

Існуючий стан справ ускладнюється ще й тому, що за останні 20..30 років практично не публікувалося робіт із практики побудови аксонометричних зображень та її основних законів. Ті ж роботи, що були опубліковані раніше, у більшості випадків розглядають аксонометричні проєкції, не передбачені ГОСТ 2.317 – 69 або ДСТУ ISO 5456-3:2006 [2, 3].

Формулювання цілей статті. Метою статті є визначення основних властивостей та площини ортогональних аксонометричних проєкцій на практиці [7, 10].

Наведені в статті дані дозволяють найбільш точно і чітко визначити принципи утворення аксонометричних осей і масштабів, знизити витрати праці і часу на виконання кресленика.

Основна частина. Для визначення ортогональної аксонометричної системи можна задати або аксонометричні осі цієї системи, або аксонометричні масштаби, але не можна довільним образом задавати одночасно аксонометричні осі і масштаби. Це було можливо зробити в загальній рівнобіжній аксонометрії (теорема Польке), але вже неможливо в аксонометрії ортогональній.

Отже, три вектори, що виходять з однієї точки і є аксонометричними масштабами в ортогональній аксонометрії, не будуть незалежними. Між ними повинно бути деяке співвідношення. Виникає питання про те, якому співвідношенню повинні задовольняти згадані три вектори, якщо вони є аксонометричними масштабами прямокутної аксонометрії.

Теорема, що дає відповідь на це питання, часто називається «основною теоремою ортогональної аксонометрії». Вона була сформульована без доведення вперше Карлом Гаусом у його курсі лекцій, прочитаних взимку 1839/40 рр у Гетингенському університеті.

Теорема Гауса. *Якщо через L, M, N позначимо комплексні числа відповідним радіусам - векторам l, m, n , то умова $L^2 + M^2 + N^2 = 0$ є необхідною і достатньою для того, щоб згадані три радіуси – вектори служили ортогональною аксонометричною системою.*

Доведемо теорему [12], з урахуванням положень, наведених у роботах [2, 3].

Необхідність умови. Припустимо, що фігура $O'LMN$ (рис. 1) дійсно є ортогональною аксонометричною системою координат. Це означає, що згадана фігура є ортогональною проєкцією натуральної прямокутної декартової системи осей координат у просторі.

Зрозуміло, що в цьому випадку необхідно, щоб для комплексних чисел L, M та N виконувалася умова $L^2 + M^2 + N^2 = 0$.

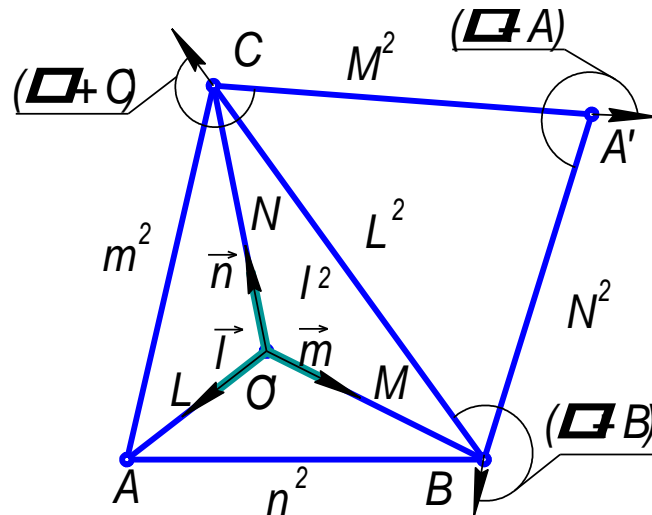


Рис. 1. Побудова ортогональної аксонометричної системи координат

Графічно це означає, що ламана лінія, яка зображує суму радіусів – векторів квадратів комплексних чисел L^2 , M^2 , N^2 , повинна утворити трикутник. Тому що фігура $O'LMN$ є, за припущенням, ортогональною аксонометричною системою, то існує деякий «трикутник спотворень», бісектрисами якого є осі $O'L$, $O'M$ та $O'N$.

Припустимо, що ΔABC є «трикутником спотворень» для даної системи. У такому випадку відомо, що сторони «трикутника спотворень» пропорційні квадратам аксонометричних масштабів l^2 , m^2 , n^2 . Зокрема, можемо вважати, що довжини сторін ΔABC відповідно дорівнюють числам l^2 , m^2 та n^2 . Розглянемо, як зв'язані між собою кути, утворені аксонометричними осями (або, інакше, радіусами – векторами відповідних комплексних чисел) з кутами «трикутника спотворень» ABC .

Кут між радіусами – векторами комплексних чисел L і M може бути виражений у такий спосіб: $\angle(L, M) = \pi - \frac{\hat{A}}{2} - \frac{\hat{A}}{2}$, де $A = \angle\hat{A}\hat{A}\hat{N}$; $B = \angle\hat{A}\hat{A}\hat{N}$.

$$\text{Але } \frac{\hat{A}}{2} + \frac{\hat{A}}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\hat{N}}{2}, \quad \angle(L, M) = \frac{\pi}{2} + \frac{C}{2}.$$

Якщо комплексні числа L та M подамо у показниковій формі, тобто

$L = l \cdot e^{i\varphi_1}$, $M = m \cdot e^{i\varphi_2}$, то для квадратів комплексних чисел одержимо

$$L^2 = l^2 \cdot e^{i2\varphi_1}, \quad M^2 = m^2 \cdot e^{i2\varphi_2}.$$

Отже, при зведенні у квадрат комплексних чисел їхні амплітуди подвоюються. Тому, якщо кут, утворений радіусами – векторами двох

даних комплексних чисел L і M позначимо через $\delta = \varphi_2 - \varphi_1$, то після зведення цих чисел у квадрат, кут, утворений їхніми радіусами - векторами, стане дорівнювати:

$$2\delta = 2(\varphi_2 - \varphi_1) = 2\varphi_2 - 2\varphi_1,$$

звідки робимо висновок, що після зведення у квадрат комплексних чисел, кут, утворений їхніми радіусами – векторами, подвоївся. Тому можемо написати:

$$\angle(L^2, M^2) = 2\angle(L, M) = 2\left(\frac{\pi}{2} + \frac{C}{2}\right) = \pi + C.$$

$$\text{Аналогічно } \angle(M^2, N^2) = \pi + A, \quad \angle(N^2, L^2) = \pi + B.$$

Побудуємо тепер трикутник $A'BC$, симетричний «трикутнику спотворень» ABC щодо сторони BC . Так як довжина відрізка BC дорівнює L^2 , тобто збігається з модулем комплексного числа L^2 , то можемо вважати, що вектор комплексного числа L^2 зображується відрізком BC . Вектор комплексного числа M^2 утворить з ним кут $(\pi + C)$. Отже, він зображується відрізком CA' . Справді, як видно з рисунка, вектор CA' утворить з вектором BC кут $(\pi + C)$.

Крім того, $|CA'| = M^2$. Нарешті, вектор комплексного числа N^2 утворить кут $(\pi + A)$ з вектором комплексного числа M^2 . Тому він зображується відрізком $A'B$, довжина якого дорівнює N^2 .

Таким чином, ламана лінія, що зображує суми векторів, які складаються, чисел L^2, M^2, N^2 , утворить трикутник $BC - CA' - A'B$, тобто ламана лінія є замкнутою.

Отже, $L^2 + M^2 + N^2 = 0$. Таким чином, теорема доведена.

Достатність умови. Припустимо тепер, що є три радіуси - вектори: l, m, n , для яких відповідні комплексні числа позначені буквами L, M, N (рис. 2).

Нехай для згаданих комплексних чисел виконується умова $L^2 + M^2 + N^2 = 0$

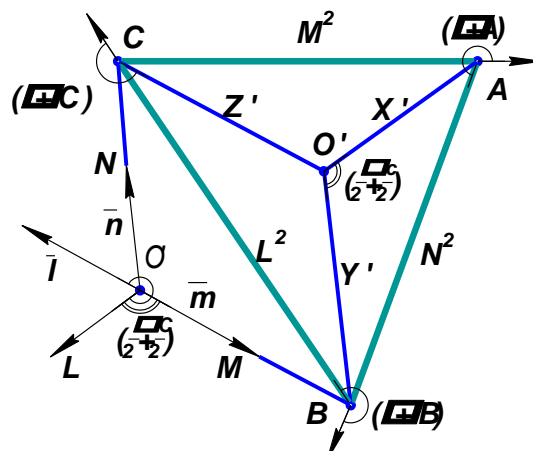


Рис. 2. Побудова радіусів - векторів l, m, n як аксонометричних масштабів



Доведемо, що в такому випадку три радіуси - вектори l , m , n можна розглядати як аксонометричні масштаби по осях деякої прямокутної аксонометричної системи.

Побудуємо векторну ламану, що зображує суму радіусів – векторів квадратів комплексних чисел L^2 , M^2 , N^2 . Ця ламана лінія повинна бути замкнутою, тому що, за припущенням, $L^2 + M^2 + N^2 = 0$.

Отже, згадана ламана являє собою трикутник, що позначено буквами ABC . Оскільки довжини сторін цього трикутника ABC виражаються квадратами довжин радіусів - векторів l^2 , m^2 , n^2 , то можна розглядати трикутник ABC як «трикутник спотворень» для аксонометричної системи, масштабами якої є відрізки, відповідно рівні за довжиною l , m , n . Щоб побудувати осі цієї аксонометричної системи, треба провести бісектриси «трикутника спотворень». Позначимо бісектриси буквами X' , Y' , Z' , а точку їх перетину — буквою O' .

Залишається тепер довести, що кути, утворені бісектрисами, відповідно дорівнюють кутам, утвореним даними радіусами – векторами l , m , n . Будемо позначати для стислості, як і раніше, кути трикутника спотворень тими ж буквами, що і його вершини. Тоді, як видно з кресленника, маємо для кута аксонометричних осей (X' , Y') наступний вираз:

$$\angle(X', Y') = \pi - \frac{A}{2} - \frac{B}{2} = \pi - \left(\frac{\pi}{2} - \frac{C}{2}\right) = \frac{\pi}{2} + \frac{C}{2}.$$

Аналогічні вирази можна одержати для кутів, утворених іншими аксонометричними осями.

З іншого боку, якщо вектори комплексних чисел L^2 і M^2 утворять кут, який позначимо буквою δ [$\angle(L^2, M^2) = \delta$], то кут векторів комплексних чисел L і M буде виражатися у вигляді:

$$\angle(L, M) = \frac{\delta}{2} + k \cdot \pi.$$

З кресленника видно, що $\angle(L^2, M^2) = \pi + C$. Таким чином, знайдемо квадратні корені з комплексних чисел і одержимо: $\angle(L, M) = \frac{\pi}{2} + \frac{C}{2} + k \cdot \pi$.

Аналогічні вираження можна визначити і для інших кутів між векторами даних комплексних чисел.

Отже, кути, утворені радіусами – векторами l , m , n , дорівнюють кутам між відповідними осями аксонометричної системи або відрізняються від них на ціле число π . Останнє означає, що на осях X' , Y' , Z' аксонометричні масштаби l , m , n можуть бути відкладені від початку координат O' у двох протилежних напрямках. Однак щоразу при цьому одержимо ортогональну аксонометричну систему. Таким чином, доводиться достатність умови.

Узагальнюючи наведені теоретичні питання, відзначимо, що класично у курсах інженерної графіки та нарисної геометрії



розглядається метод паралельного аксонометричного проєціювання. Сутність цього методу полягає в тому, що тіло, яке проєціюють, відносять до деякої довільної системи координат (X, Y, Z) і потім проєціюють паралельними променями на площину разом із координатною системою. Цю площину називають *площиною аксонометричних проєкцій* або *площиною картин*, проєкції ортогональних осей координат X', Y', Z' — *аксонометричними осями*.

ГОСТ 2.317 – 69 передбачає застосування *прямокутних* і *косокутних* аксонометричних проєкцій. (Якщо промені, що проєціюють, спрямовані до площини картини під кутом $\varphi = 90^\circ$, проєкція є *прямокутною*, а якщо кут $\varphi \neq 90^\circ$, то проєкція є *косокутною*).

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Доведено, що ламана лінія, що зображує суми векторів, є замкнутою.

Три радіуси - вектори l, m, n можна розглядати як аксонометричні масштаби по осях деякої прямокутної аксонометричної системи.

Їхнє положення визначає прямокутні і косокутні аксонометричні проєкції.

Наочні аксонометричні зображення можуть варіюватися в дуже широких межах: від ілюзорного зображення до схематичного креслення. Але властивості загальної рівнобіжної аксонометрії суттєво відрізняються від ортогональної аксонометрії.

Література

1. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии: учебник / В. О. Гордон, М. А. Семенцов - Огиевский. – М.: Наука, 1976. – 432 с.
2. ЕСКД. ГОСТ 2.317-69 Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции. М.: Издательство стандартов, 1969. – 8 с.
3. ДСТУ ISO 5456-3:2006. Кресленики технічні. Методи проєціювання. Частина 3. Аксонометричні проєкції. К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.
4. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции цилиндра / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ». — 2007. – № 11. – С. 78 – 81.
5. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции конуса / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ». — 2005. – № 57. – С. 65 – 68.
6. Журило А. Г. Побудова деяких геометричних тіл у диметрії / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ». — 2008. – № 43. – С. 128 – 131.
7. Журило А. Г. Теоретичні та практичні основи аксонометрії [Текст] / А. Г. Журило. Навч. посібник. Х.: НТУ «ХПИ». — 2010. - 196 с.



8. Журило А. Г. Основна теорема аксонометрії – теорема Польке-Шварца та її практичне використання / А. Г. Журило, Є. М. Сивак, І. Ю. Адашевська // Комп'ютерно - інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. — 2015. - №19. - С. 198-202. Видавництво Луцького національного технічного університету.
9. Журило А. Г. Построение аксонометрических изображений без вторичных проекций / А. Г. Журило, Е. М. Сивак, И. Ю. Адашевская // Сборник трудов XI Международной заочной конференции «Развитие науки в XXI веке» Харьков. — 2016. Ч. 1. Стр. 95-101.
10. Журило А. Г. Деякі питання щодо умовностей і спрощень при побудові аксонометричних проєкцій / А. Г. Журило, Є. М. Сивак, І. Ю. Адашевська // Комп'ютерно - інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. — 2016. - № 22. - С. 13-17. Видавництво Луцького національного технічного університету.
11. Каменев В. И. Аксонометрические проекции: Альбом чертежей / В. И. Каменев. — Москва–Свердловск: Гос. изд - во машиностроит. лит., 1946. – 72 с.
12. Ланюк А. В. Аксонометрические проекции: учебник / А. В. Ланюк. — М.: Гос. изд - во лит - ры по строительству и архитектуре, 1956. – 176 с.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ОРТОГОНАЛЬНЫХ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

А.Г. Журило

Аннотация - рассмотрены свойства аксонометрических проекций. Показана закономерность существования прямоугольных и косоугольных аксонометрических проекций. Приведены принципы определения плоскости аксонометрических проекций на практике.

SOME PROPERTIES OF ORTHOGONAL AXONOMETRIC PROJECTION

A. Zhurilo

Summary

The article considers the properties of axonometric projections. Shows the pattern of existence of rectangular and oblique-angled axonometric projections. The following guidelines define the plane of the axonometric projection in practice.



УДК 004.932.72'1

АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БУДИНКІВ НА СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Гнатушенко В.В., д.т.н.,
Обиденний Є.О., аспірант*,
Шедловська Я.І., аспірант*

*Дніпропетровський національний університет
імені Олеся Гончара
Тел. (056) 765-42-32*

Анотація — в роботі запропонований алгоритм ідентифікації будинків на супутникових знімках високої просторової роздільної здатності. Ідея алгоритму полягає у ідентифікації будинків, використовуючи таку їх властивість як розмір. Для знаходження окремих елементів зображення було проведено фільтрацію та гістограмну обробку зображень. В результаті було знайдено контури, що відповідають будинкам.

Ключові слова — супутникові знімки, ідентифікація об'єктів, градієнтний фільтр, метод зв'язних компонент,

Постановка проблеми. В останні десять та більше років все більшу роль відіграють матеріали космічної зйомки, одержані в результаті проведення дистанційного зондування Землі. Зростаюча потреба аналізу зображень з високою просторовою роздільною здатністю немислима без використання сучасних інформаційних технологій. Завдання збільшення обсягу вилучення корисної інформації з сукупності первинних матеріалів викликає необхідність створення спеціальних програмних засобів, здатних ефективно обробляти великі обсяги комплексних різнорідних і багаторівневих даних. В межах міської забудови, обробка інформації є досить складним процесом, що обумовлено великою різноманітністю об'єктів різної природи, таких як будинки, мости, дерева, тіні від висотних об'єктів. Знаходження будівель на аерознімках і супутникових знімках [1] є ключовим питанням в декількох областях дистанційного



зондування зокрема, в картографії, управлінні ГІС - даними і їх оновленням, моніторингу динаміки забудови. Зважаючи на швидкий розвиток міст та їх величезні території, проводити контроль з землі практично неможливо. Виникає потреба створення програмних засобів автоматичної обробки супутникових знімків з метою ідентифікації будинків.

Аналіз останніх досліджень. Більшість методів комп'ютерного зору обмежені конкретними властивостями зображення і змістом сцени. Вони очікують, що дахи будівель мають унікальні кольори, які можуть відрізнити їх від фону, або присутні тіні будівель і можуть бути вилучені за допомогою кольору фільтрації [2]. Інші підходи припускають, що типи будівель в заданому наборі зображень складаються з плоских поверхонь з паралельними сторонами [3] і можуть бути ефективно охарактеризовані парою шаблонів [4]. Також використовується підхід пов'язаний з обробкою даних, отриманих за допомогою спеціальних методів, таких як LiDAR. Алгоритми, засновані на такому підході [5] дають високий відсоток виявлення об'єктів і низьку ймовірність помилкового спрацьовування, проте в багатьох випадках подібні спеціальні дані недоступні. Наступний підхід заснований на використанні структурної, контекстної і спектральної інформації про зображення [6]. В даному підході передбачається використання тільки одного зображення для виявлення будівель. Для досягнення результатів використовуються алгоритм виявлення контурів, в основному застосовуються різні модифікації фільтрів. Також використовується для більшого збільшення точності аналіз кольоровості і яскравості окремих елементів. У деяких підходах також пропонується знаходити і проводити аналіз тіней. Такі підходи можуть давати високу точність.

Формулювання цілей статті. Мета нашої роботи – створення ефективного алгоритму для ідентифікації будинків на супутникових знімках високої просторової роздільної здатності.

Основна частина. Нами було запропоновано алгоритм ідентифікації будинків на супутникових знімках високої просторової роздільної здатності. У роботі були використані знімки з супутникових знімків WorldView-2 та WorldView-3 з просторовою роздільною здатністю 1,84 м та 1,24 м у мультиспектральних каналах та 46 см та 31 см у панхроматичному каналі відповідно. Найбільш відомими методами ідентифікації об'єктів на знімках є методи



контрольованої та неконтрольованої класифікації. Використовуючи ці методи можна дослідити лише властивості окремих пікселів, їх яскравість, колір та спектральні дані. Ідея даного дослідження полягає у ідентифікації будинків, використовуючи таку їх властивість як розмір. Таким чином ми аналізуємо не лише окремі пікселі зображення, а також групи пікселів, які імовірно відповідають спорудам. Розмір є дуже важливою властивістю будинків, тому що, дуже часто на знімках міської території, малі об'єкти можуть бути інтерпретовані як будинки, наприклад транспортні засоби та ділянки доріг. Щоб уникнути невірної інтерпретації, ми обчислюємо розмір ділянок зображення, які можливо відповідають спорудам, та відкидаємо ті, чий розмір менший заданого порогу.

Опишемо детально кроки нашого алгоритму:

1. За початкове зображення було взято червоний канал супутникового знімка. Червоний канал було обрано тому, що на червону ділянку спектру приходиться максимум поглинання сонячного випромінення хлорофілом зелених рослин [7]. Це призводить до меншого віддзеркалення випромінення, тому рослини у червоному каналі виглядають темнішими за інші об'єкти і не будуть заважати у подальшій роботі.

2. Другим кроком алгоритму є застосування градієнтного фільтру Робертса для знаходження границь об'єктів на зображенні. Границі будівель будуть складатися з пікселів високої яскравості, тоді як, границі тіней та темних об'єктів – з пікселів низької яскравості.

3. Отримане на другому кроці зображення оброблюємо за допомогою фільтру низьких частот, щоб позбутися шумів та мілких деталей. Потім засобами гістограмної обробки підвищуємо контрастність знімка, завдяки чому залишаються лише найбільш яскраві границі.

4. Переводимо отримане на передньому кроці зображення у бінарний формат. Методом зв'язних компонент знаходимо окремі крамі елементи зображення (контури).

5. Розраховуємо розмір кожного отриманого контуру. Відкидаємо контури, які мають розмір менший ніж заданий поріг. На оброблених зразках ці контури відповідають малим об'єктам, які за спектральними характеристиками схожі на криши будинків.

Висновки. Було розроблено алгоритм ідентифікації будинків на супутникових знімках. Для цього було проведено контурний аналіз зображення, з подальшою гістограмною обробкою та знаходженням зв'язних компонент для виділення окремих елементів. Було обчислено розмір областей, що за припущенням відповідали будинкам. Враховуючи розмір отриманих елементів зображення, робим висновок, відповідають вони будинкам чи ні. В подальшому планується удосконалення нашого алгоритму та створення автоматизованої системи обробки супутникових знімків, що дозволить ефективно оброблювати великі обсяги даних. Планується розробка методів аналізу інших спектральних та просторових властивостей елементів зображення.



Рис.1. Зразки вхідних зображень

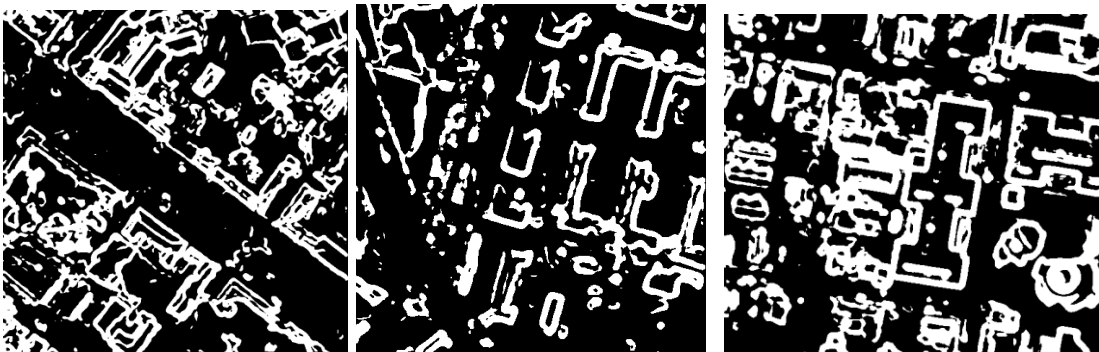


Рис.2. Результат знаходження контурів та гістограмної обробки

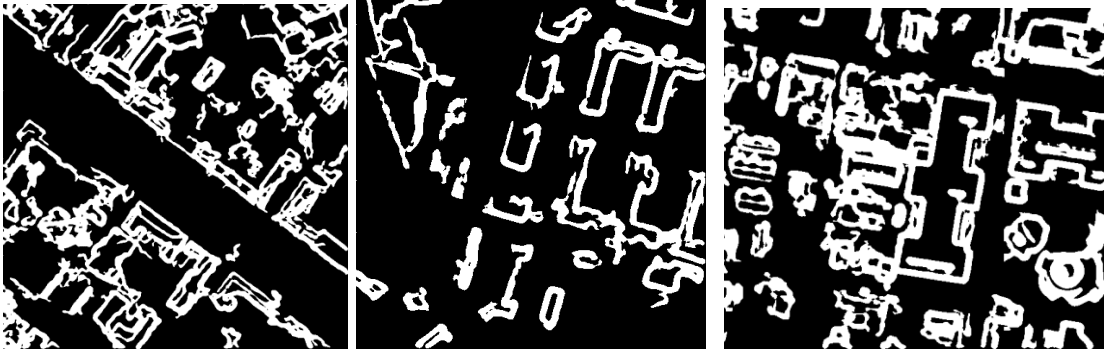


Рис. 3. Контури будинків, що залишилися після поділу за розміром

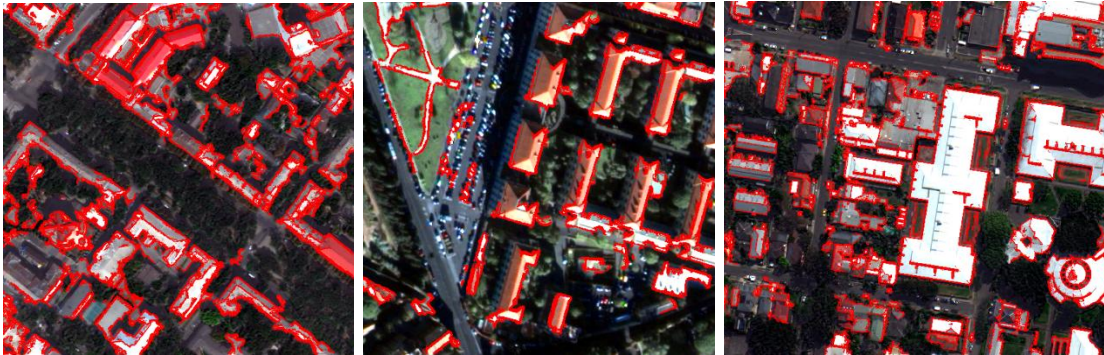


Рис. 4. Результат ідентифікації будинків

Література

1. *Lafarge F.* Structural approach for building reconstruction from a single DSM / F. Lafarge, X. Descombes, J. Zerubia, M. Pierrot // Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans, 2010. – Vol. 32.- Issue – 1. – P. 135–147.
2. *Sirmacek B.* Building detection from aerial imagery using invariant color features and shadow information / B. Sirmacek, C. Unsalan // ISICIS '08. 23rd International Symposium, 2008, Istanbul, Turkey:Proceedings. – Istanbul, 2008.
3. *Katartzis A.* A stochastic framework for the identification of building rooftops using a single remote sensing image / A. Katartzis, H. Sahli // IEEE Trans. GRS, 2008. – Vol. 46. – Issue 1. – P. 259–271.
4. *Sirmacek B.* Urban-area and building detection using SIFT keypoints and graph theory / B. Sirmacek, C. Unsalan // IEEE Trans. GRS, April 2009. – Vol. 47 – No 4. – P. 1156–1167.



5. *Sohn G.* Data fusion of highresolution satellite imagery and LIDAR data for automatic building extraction / G. Sohn, I. Dowman // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2007. – Vol. 62. – No. 1. – P. 43–63.
6. *Singhal S.* Automatic Detection of Buildings from Aerial Images Using Color Invariant Features and Canny Edge Detection / S. Singhal, S. Radhika // International Journal of Engineering Trends and Technology, 2014. – Vol. 11. – Issue 8. – P. 393–396.
7. *Черепанов А.С.* Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика, 2009. – № 3 – С. 28–32.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В.В. Гнатушенко, Е.О. Обиденний, Я.И. Шедловская

Аннотация – в работе предложен алгоритм идентификации зданий на спутниковых снимках высокого пространственного разрешения. Идея алгоритма заключается в идентификации зданий на основе такой их характеристики, как размер. Для нахождения отдельных элементов изображения выполнена фильтрация и гистограммная обработка изображений. В результате, на снимках, были найдены контуры, которые соответствуют зданиям.

BUILDING IDENTIFICATION ON SATELLITE IMAGES

V. Hnatushenko, I. Obydennyi, Y. Shedlovska

Summary

We propose a new algorithm for building identification for very high resolution satellite images. The main idea of algorithm is building identification by such feature as building size. For this purpose the image filtration and histogram stretching were performed. As a result the borders of buildings location were obtained.



УДК 004.655.3

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ НЕОДНОЗНАЧНИХ ДПК НА ОСНОВІ СЕРЕДИННИХ ПЕРПЕНДИКУЛЯРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОСНОВНОЇ ТОТОЖНОСТІ

Щербина В.М., к.т.н.

Єсін Д. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. 8(0619) 42-68-62

Анотація – в роботі розглядається програмна реалізація автоматизації побудови складних геометричних функціональних поверхонь з використанням алгоритму інтерполяції дискретно представлених кривих (ДПК) на основі методу середніх перпендикулярів при використанні основної тотожності на основі кутів суміжності.

Ключові слова – дискретно представлена крива, основна тотожність, кут суміжності, супроводжуюча ламана лінія, функціональна поверхня.

Постановка проблеми. Проектування складних геометричних поверхонь пов'язано з математичними, графоаналітичними та іншими методами які потребують велику кількість обчислень. Для вирішення цієї проблеми в даній роботі запропоновано методику, яка дає можливість швидко і якісно побудувати вказану функціональну поверхню та локально корегувати параметри ДПК, а також автоматизувати проектування поверхонь різної складності.

Аналіз останніх досліджень. При моделюванні складних функціональних геометричних поверхонь використовуються різні методи. Відзначимо метод Лаймінга [2], попередньо призначений для формування поперечних перерізів фюзеляжу літака у вигляді обводу з дуг КДП (криві другого порядку) (рис 1), зі стикованих по 1-му порядку гладкості.

Одним з переваг методу Лаймінга є простота формування рівнянь дуг КДП. Другою перевагою є можливість формування поверхонь переходу, шляхом безперервної деформації їхніх поперечних перерізів. На рис. 2., взятому з [2], показана схема переходу від круглого

перетину до квадратного за допомогою параметра λ , що є по суті функцією «змішування» [3], широко застосовуваної в узагальненому виді в більше складних функціях формування осередків Кунса. Рівняння сімейства кривих переходу (поперечних перерізів), представлених на рис. 2 має вигляд:

$$(1-\lambda)(x^2 + y^2 - 1) + \lambda(x-1)(y-1) = 0, \quad \lambda \in [0;1] \quad (1)$$

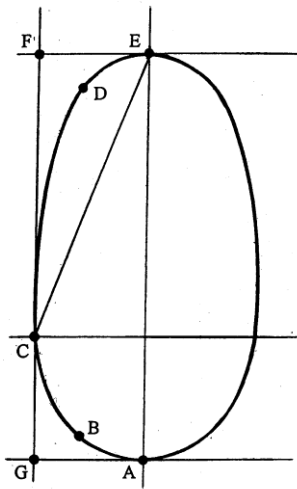


Рис.1. Проектування перетину по п'яти точкам по методу Лаймінга

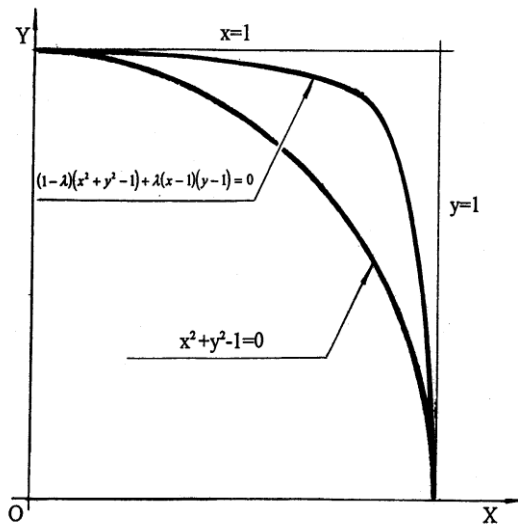


Рис.2. Побудова кривих переходу від кругового до квадратного поперечному перерізу по методу Лаймінга.

Зокрема, Осиповим В.А. був запропонований метод спеціального контуру (МСК) і були розроблені кілька модифікацій. Суть методу полягає в наступному. Одиничний (епюрний) квадрат [1] (рис.3.a) у МСК описується в системі координат OYZ рівнянням:

$$(z^2 - 1)(y^2 - 1) = 0. \quad (2)$$

Для опису контурів, представлених на рис.3 вводиться параметр m , з обліком якого рівняння (2.) має вигляд.

$$y = \pm \sqrt{\frac{1-z^2}{1-mz^2}} \quad \text{або} \quad z = \pm \sqrt{\frac{1-y^2}{1-my^2}} \quad (3)$$

Значення $m=1$ відповідає епюрному квадрату (рис. 3.а), $m=0$ – окружність (рис.3 б), $m=-3$ – контур на рис. 3.г. Опуклим контурам відповідають значення $-3 \leq m \leq 1$. Якщо контур несиметричний щодо горизонтальної осі, то для верхньої ділянки підбирається $m=m_B$, для нижнього – $m=m_H$, $m_B \neq m_H$. При розробці МСК урахувалися наступні вимоги: простота аналітичного завдання; можливість проектування досить складних контурів, що задовольняють аеродинамічним і компонованим вимогам [1]. Остання вимога враховується введенням додаткових функцій від параметра m і констант у рівняння (3).

Підбиваючи підсумок, слід зазначити, що розглянуті методи в основному орієнтовані на «вільне проектування». При цьому головна увага приділяється формі перетинів. Майже не враховуються випадки попереднього завдання безлічі довільних точок перетинів.

Очевидно, що у випадку довільного завдання точкової множини в поперечних перерізах розглянуті методи можуть застосовуватися, як варіант кускового моделювання.

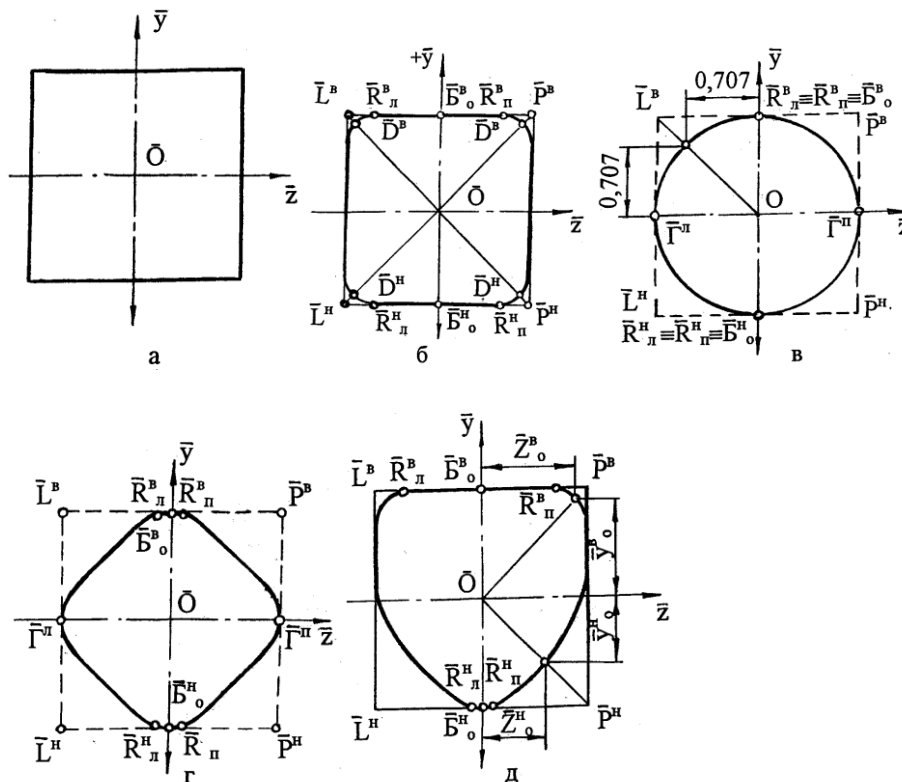


Рис. 3. Опис контурів в залежності від параметра m по МСК

Початковими даними для моделювання кривої є упорядкований точковий ряд (ДПК). Крім вихідного ряду, в визначник ДПК входять її геометричні характеристики, які необхідно забезпечити в процесі моделювання. У результаті аналізу початкового точкового ряду

визначаються ділянки, на основі яких можна сформувати криву, уздовж якої значення радіусів кривизни монотонно зростають (зменшуються). Кожна монотонна крива моделюється по ділянках, обмежених сусідніми точками.

Формування цілей статті. Основною метою досліджень, результати яких представлено в даній статті, є програмна реалізація моделювання поверхонь різної складності на основі методу інтерполяції ДПК на підставі серединних перпендикулярів з можливістю локальної зміни початкових даних, що впливають на результат моделювання.

Основна частина. Прийmemo схему згущення відповідно до рис. 4, де точки згущення будуються на серединних перпендикулярах до відповідних ланок СЛЛ вихідної ДПК. Бачимо, що, $\varepsilon_{i-1}^1 = \frac{1}{2}\gamma_{i-0,5}^1$, а

$$\varepsilon_i^1 = \frac{1}{2}\gamma_{i+0,5}^1.$$

Тоді співвідношення $\operatorname{tg}\alpha_i^1 + \operatorname{tg}\alpha_{i+0,5}^1 = 2\operatorname{tg}\alpha_i^0$, $i = \overline{0; n-1}$ приймає вид основної тотожності згущення на підставі кутів суміжності:

$$\gamma_{i-0,5}^1 + 2\gamma_i^1 + \gamma_{i+0,5}^1 = 2\gamma_i^0, \quad i = \overline{1; n-1} \quad (4)$$

Система (4) має $(n-1)$ рівнянь з $(2n-1)$ невідомими. Отже, для отримання єдиного рішення необхідно задати n умов.

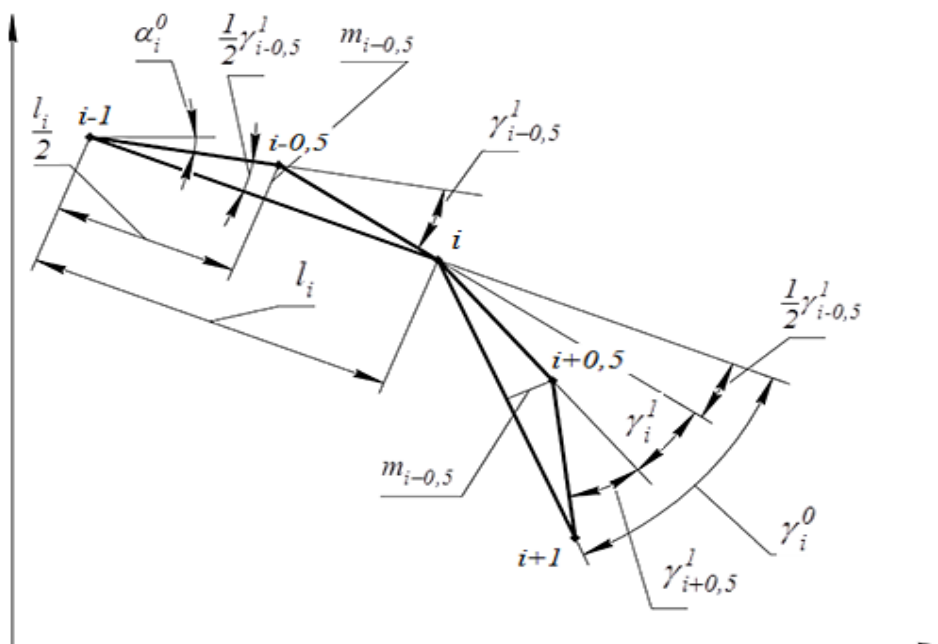


Рис. 4. Згущення ДПК точками, розташованими на основі серединних перпендикулярів

Основний алгоритм згущення ДПК на основі серединних перпендикулярів полягає в наступному (Рис.5.):

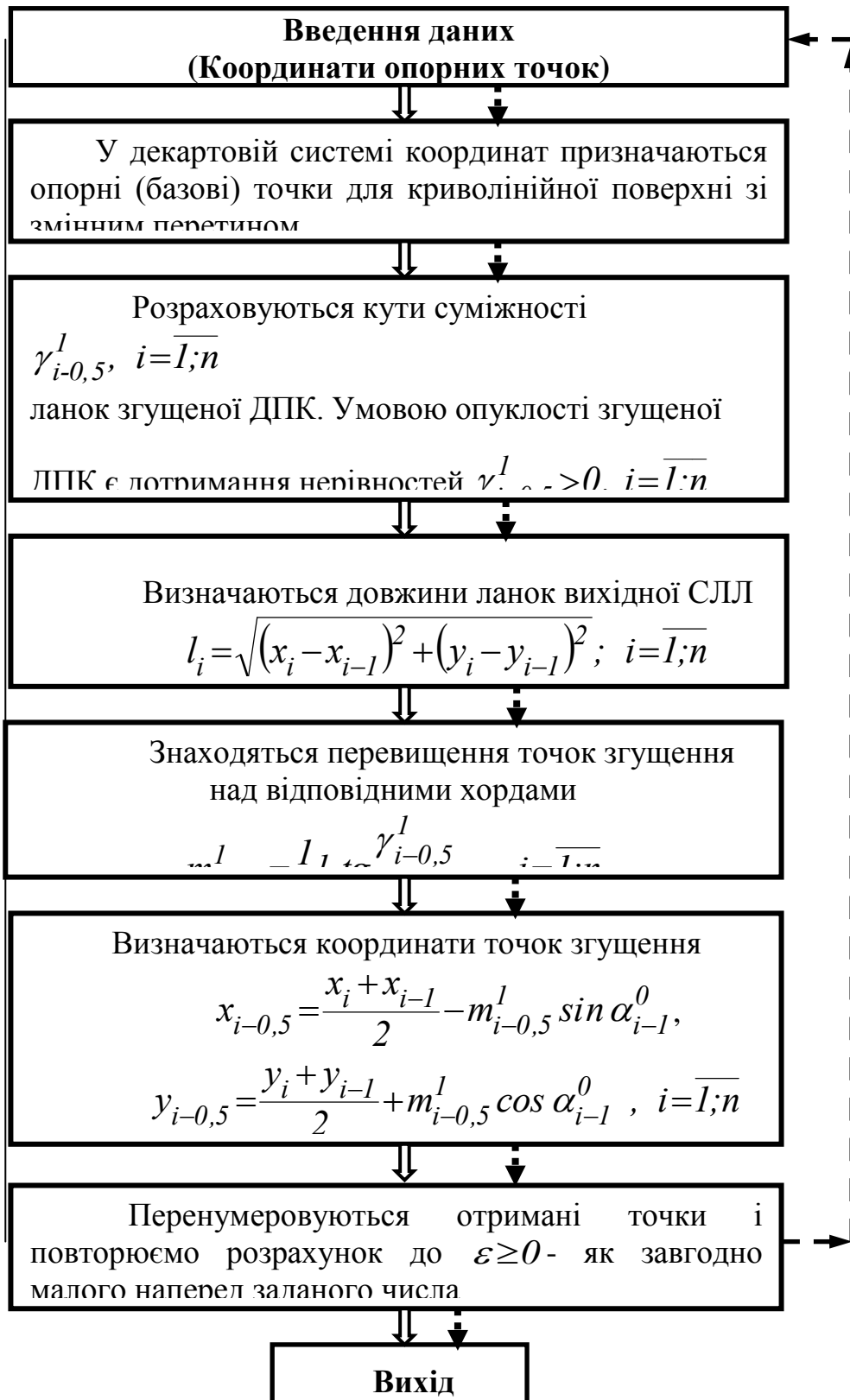


Рис. 5. Алгоритм згущення ДПК на основі серединних перпендикулярів



Переваги запропонованої схеми згущення неоднозначних ДПК полягають в наступному:

- В максимальному ступені використовуються геометричні параметри вихідної ДПК, оскільки в розрахунках беруть участь довжини ланок l_i , їх положення щодо осей координат (кути α_i) і взаємне розташування (кути γ_i);

- на параметри згущення і взаємне розташування точок не накладається ніяких додаткових обмежень, крім умови опуклості точок вихідної ДПК;

- розрахунки спираються на основну тотожність згущення (4), що мають дуже просту форму і великі можливості в накладенні додаткових умов;

- широка варіація початкових умов при однаковому дотриманні умов опуклості згущеної ДПК;

- схема легко реалізується простими геометричними побудовами;

- процес згущення можна провести локально з урахуванням кривизни вихідної ДПК, тобто на ділянках з більшою кривизною можна виконати більше кроків згущення в порівнянні з ділянками з меншою кривизною. При цьому, критерієм закінчення згущення на даній ділянці є досягнення для перевищення $m_{i-0.5}^{(k)}$ (на k -му кроці

згущення) значення $|m_{i-0.5}^{(k)}| \leq \varepsilon$, де $\varepsilon \geq 0$ - як завгодно мале наперед заданий число. Після досягнення цієї умови точки згущеної ДПК з'єднуються відрізками СЛЛ, яка і вважається остаточною формою інтерполюючої кривої. Для побудови довільної точки цієї кривої при $x = \bar{x}$ поступаємо наступним чином:

- визначаємо інтервал $x_p < \bar{x} < x_{p+1}$, в який вкладається задане значення $x = \bar{x}$

- розраховуємо значення ординати \bar{y} точки згущення з умови її приналежності до ланки $[p, p + 1]$ СЛЛ згущеної ДПК

$$\bar{y} = \frac{y_{p+1} - y_p}{x_{p+1} - x_p} (\bar{x} - x_p) + y_p$$



Аналогічно розраховується абсциса \bar{x} шуканої точки, якщо задана її ордината $y = \bar{y}$.

Розглянемо докладніше розрахунок кутів суміжності згущеної ДПК на підставі накладення додаткових співвідношень між кутами суміжності в тотожності. Можна запропонувати різні варіанти накладення додаткових умов на співвідношення кутів суміжності в тотожність (4).

Найпростіші з них є наступні:

– вибір γ_{min}^I мінімального із всіх можливих для того, щоб всі кути суміжності ланок в точках згущення прийняти рівним знайденому γ_{min}^I .

При цьому

$$\gamma_{min}^I = \frac{1}{2} \gamma_{min}^0, \text{ де } \gamma_{min}^0 = \min(\gamma_i^0), \gamma_i^0 > 0 \quad (5)$$

– вибір γ_{cp}^I із умови

$$\gamma_{i-0,5cp}^I = \frac{1}{2} \min(\gamma_{i-1}^0, \gamma_i^0), \quad i = \overline{2; n-1} \quad (6)$$

так що кут суміжності в точках згущення приймається рівним половині меншого з кутів суміжності ланок СЛЛ вихідної ДПК в сусідніх вузлах, що примикають до точки згущення.

Очевидно, що при такій організації обчислювального процесу жодне з рівнянь системи (4) не буде порушено, оскільки верхньою межею значення кута суміжності в вузловій точці, коли ще не можлива осциляція, є $\gamma_i^I = 0$. Тоді $\gamma_{i-0,5}^I$ або $\gamma_{i+0,5}^I$ виявиться рівним γ_i^0 , що неможливо ні в (5), ні в (6). Отже, всі значення кутів суміжності СЛЛ згущеної ДПК будуть ненегативними, що гарантує відсутність її осциляції при побудові згущення як тим, так і іншим способом.

Для програмної реалізації запропонованого методу нами було застосовано мову програмування C# та КОМПАС-3D. Зв'язок C# з КОМПАС-3D реалізується за допомогою використання sdk бібліотек [7].

Для початку роботи з програмою необхідно задати початкові точки для подальшого обчислення, використовуючи поля вводу «X», «Y» і кнопку «Додати точку», після чого дані буде завантажено з файлу. Якщо дані уведено з помилкою, є можливість виправити або видалити їх використовуючи кнопки «Змінити виділену точку» і «Видалити

точку» відповідно. Після того, як всі точки додано, необхідно задати кількість кроків згущення у відповідному полі і натиснути на кнопку «Провести згущення» (рис. 6 – 12).

На рис.6. представлено головне вікно програми, яке розділене на 4 області.

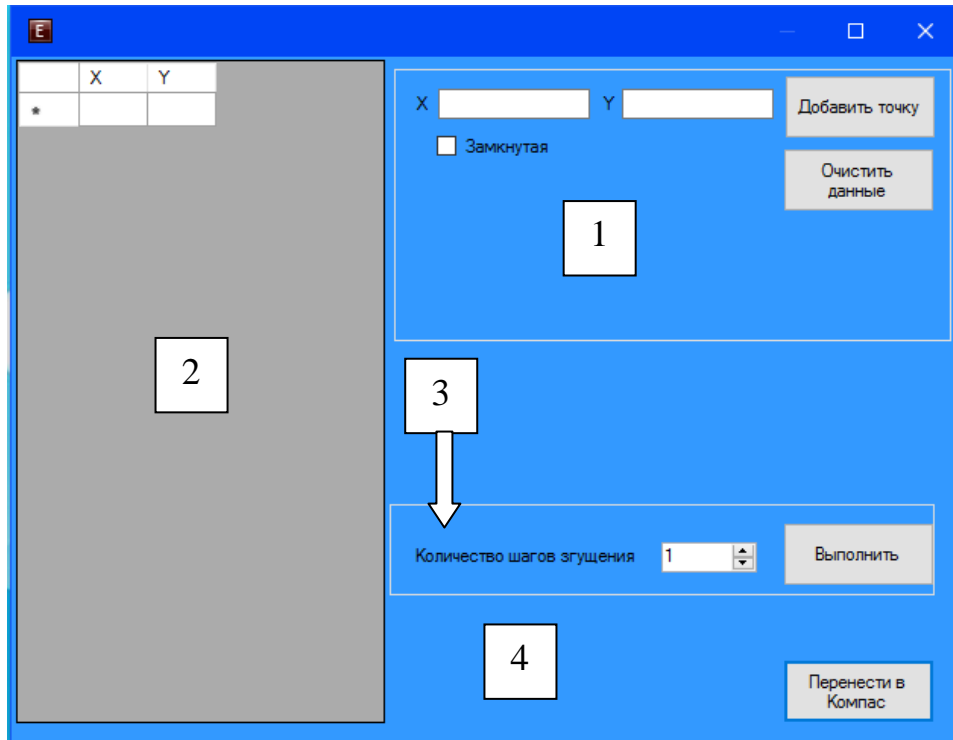


Рис. 6. – Головне вікно програми

На рис.7. представлено область 1 (див. рис.6.) для введення зазначень основних точок ДПК. В цій області, ми можемо задати, основні координати точок, по осі X,Y, та, також, очистити поле додавання точок, від даних, ще в нас є функція «Замкнута» ми вказуємо її якщо ламана з'єднується.

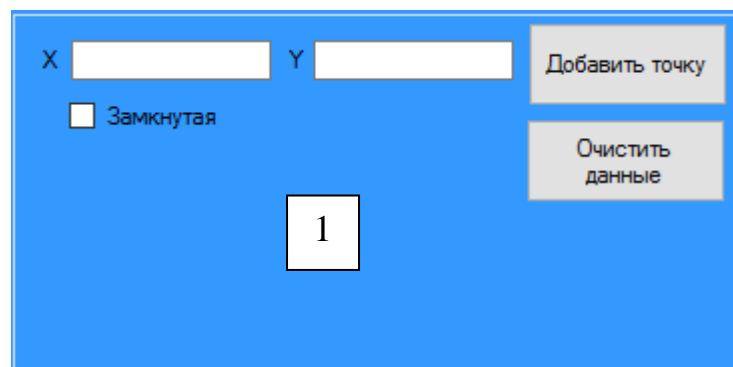


Рис. 7. Поле (1) для введення координат основних точок ДПК

На рис.8. представлено поле (2) для виведення результатів розрахунків. В цьому полі, ми виводимо точки X,Y, і бачимо результати згущення, можливо вносити поправки.

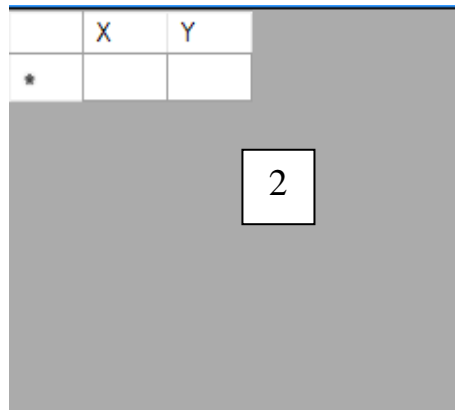


Рис.8. Поле (2) для виведення розрахункових даних

В полі (3) (рис.9.) зазначається кількість шагів згущення моделюваної ДПК. В разі незадовільного результату пропонується програма дозволяє корегувати кількість шагів згущення.

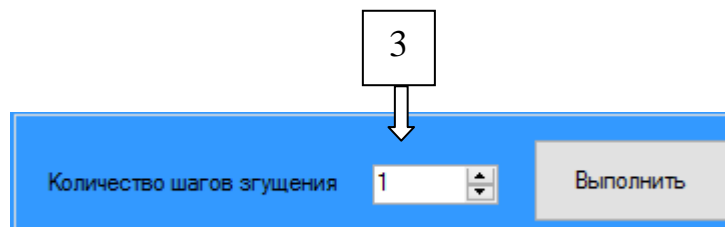


Рис.9. Поле (3) для зазначення кількості шагів згущення

Після отримання результату, який задовольняє початковим вимогам, які висувалися до геометричної форми ДПК, переносимо його в САД систему КОМПАС 3D (рис.10) для отримання контуру заданої форми для 3D моделювання заданої поверхні.

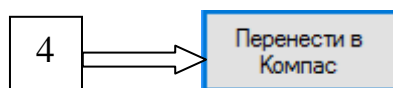


Рис.10. Поле (4) для перенесення отриманих значень координат точок моделюємої ДПК в САД систему КОМПАС 3D

На рис.11 представлено головне вікно програми розрахунку тестової ДПК. Для якої введені координати початкових точок,

визначений тип дискретно поданої кривої (розімкнена чи замкнена) та зазначено кількість шагів згущення.

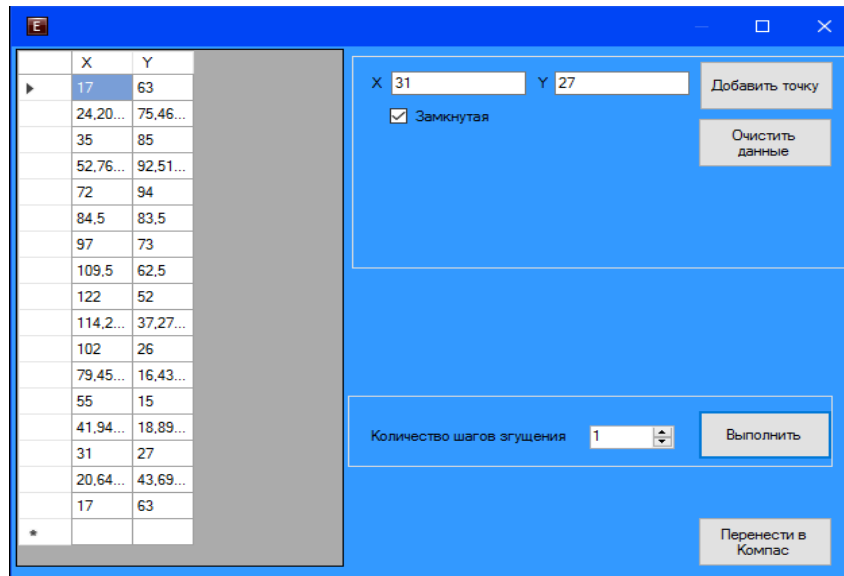


Рис.11. Виконаний розрахунок тестової ДПК

Для візуального представлення даних та подальшого комп'ютерного моделювання складних геометричних поверхонь отримані координати точок ДПК переносимо в КОМПАС-3D, використовуючи поле (4) головного вікна пропонованого програмного забезпечення (рис.12.).

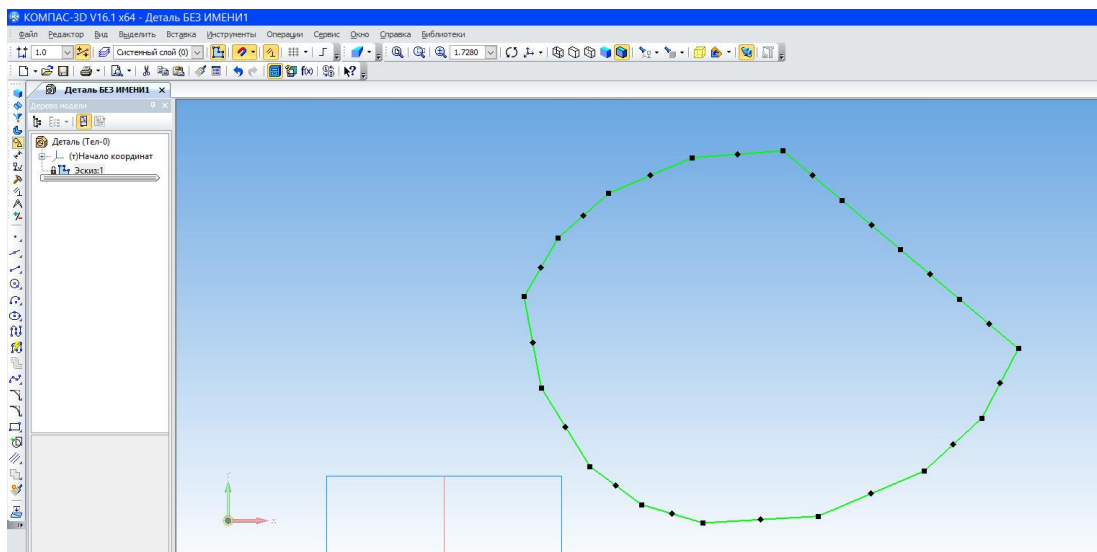


Рис.12. Виконаний розрахунок тестової ДПК



Після отримання в САД системі КОМПАС 3D розрахункового профілю ДПК (рис.12) запропонований програмний модуль дозволяє проводити корегування («вручну») положення точок, які осцилюють або не задовольняють поставленим вимогам до характеристик проектованої дискретно представленої кривої. При цьому автоматично корегуються значення точок згущення, проводиться перерахунок координат точок ДПК та дослідження скорегованої ДПК на відсутність осциляції.

Висновки. Завданням роботи була розробка програмної реалізації моделювання равлика турбокомпресора. Для реалізації поставленої мети розглянуто метод згущення ДПК на основі серединних перпендикулярів. У результаті була виконана програмна реалізація запропонованого нами метода, яка дає змогу візуально контролювати процес комп'ютерної побудови каналової поверхні в автоматичному режимі.

Література

1. *Осипов В.А.* Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей /В.А.Осипов// - М.: Машиностроение, 1979.- 248с.
2. *Фокс А.* Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве /А.Фокс, М.Прагт // Пер. с англ.- М.: Мир, 1982.- 304с.
3. *Найдыш В.М.* Актуальные проблемы геометрического моделирования /В.М.Найдыш //Сб.трудов III Международной научно-практической конференции. «Современные проблемы геометрического моделирования» 3-5 сентября 1996,- Мелітополь: ТДАТА, 1996.- ч.1 - С.3-4.
4. *Везденев Ю.Г.* Поверхности перехода от прямолинейного контура к криволинейному /Ю.Г.Везденев, Н.Г.Гавриш // Прикл. геом. и инж. графика. - К., 1981. - Вып. 32. - С.118-120.
5. *Щербина В.М.* особливості визначення початкових умов при згущенні спіралеподібних дискретно поданих кривих / В.М.Щербина // Прикл. геом. та інж. графіка. Праці ТДАТА.– Вип. 4, –Т15– Мелітополь: ТДАТА, 2002. – С.97–105.
6. *Щербина В.М.* Різницеві схеми дискретної інтерполяції спіралевидних ДПК / В.М.Щербина // Прикл. геом. та інж. графіка. Праці ТДАТА.–Вип. 4, –Т11– Мелітополь: ТДАТА, 2000. – С.99–103.



7. *Болдирева О.С.* Програмне забезпечення моделювання функціональних поверхонь турбокомпресорів двигунів внутрішнього згоряння / О.С.Болдирева, В.М.Щербина Збірник наукових праць магістрантів та студентів «Інформаційні технології проектування». – Мелітополь: ТДАТУ, 2013.– С.10-14

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ
РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕОДНОЗНАЧНЫХ
ДПК НА ОСНОВЕ СЕРЕДИННЫХ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСНОВНОГО ТОЖДЕСТВА**

Щербина В.М., Есин Д. В.

Аннотация – в работе рассматривается программная реализация автоматизации построения сложных геометрических функциональных поверхностей с использованием алгоритма интерполяции дискретно представленных кривых (ДПК) на основании метода срединных перпендикуляров при использовании основного тождества на основе углов смежности.

**AUTOMATION OF PROCESS OF MODELLING OF COMPLEX
GEOMETRICAL SURFACES AT THE DECISION OF PROBLEMS
OF DESIGNING AMBIGUOUS DSC ON THE BASIS OF MEDIAL
PERPENDICULARS WITH USE OF THE BASIC IDENTITY**

V.Sherbina M., D.Yesin

Summary

In work is considered program realization of automation of construction complex geometrical functional surfaces with use of algorithm of interpolation of discretely submitted curves (DSC) on the basis of a method of medial perpendiculars at use of the basic identity on the basis of corners of a contiguity.