

Міністерство освіти і науки України  
Українська асоціація з прикладної геометрії  
Мелітопольський державний педагогічний університет  
імені Богдана Хмельницького  
Мелітопольська школа прикладної геометрії



**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ  
МОДЕЛЮВАННЯ**  
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Випуск 9**

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2017 р.

УДК [51+514+721+004.92]–047.58(062.552)  
ББК 22.1я5  
С 91

Свідомство про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: Серія КВ № 21030-10830Р від 29.09.2014 р.  
Збірник наукових праць включено до Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України № 241 від 09.03.2016)

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет  
Вченою радою МДПУ імені Б. Хмельницького,  
протокол № 16 від 22 травня 2017 р.

Редакційна колегія: Найдиш А.В. (гол. редактор),  
Верещага В.М. (заступник гол. редактора), Спірінцев Д.В.  
(відповідальний секретар), Холодняк Ю.В. (технічний редактор),  
Бадаєв Ю.І., Балюба І.Г., Ванін В.В., Єремєєв В.С.,  
Ковальов С.М., Ковальов Ю.М., Корчинський В.М.,  
Куценко Л.М., Мартин Є.В., Михайленко В.Є., Пилипака С.Ф.,  
Підгорний О.Л., Плоский В.О., Подкоритов А.М., Сазонов К.О.,  
Сергейчук О.В., Тулученко Г.Я.

С 91 Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ  
ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдиш. –  
Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017.–  
Вип. 9. – 181 с.

Збірник містить статті за результатами досліджень з теорії та практики моделювання, розглядаються актуальні наукові та прикладні проблеми геометричного моделювання, методика постановки та проведення наукових та дослідницьких експериментів, результати наукових досліджень, питання підготовки фахівців та науковців.

Випуск призначений для науковців, викладачів, аспірантів і студентів.

УДК [51+514+721+004.92]–047.58(062.552)  
ББК 22.1я5  
© МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017.

ISBN 978-617-7346-68-4

УДК 514.18

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЮ ПРОЕКТІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Адоньєв Є.О., к.т.н.  
*Запорізький національний університет (Україна)*  
Верещага В.М., д.т.н.  
*Мелітопольська школа прикладної геометрії,  
Мелітопольський державний педагогічний університет ім.  
Б. Хмельницького (Україна)*

*У статті запропоновані основні підходи до застосування композиційного методу геометричного моделювання для оцінки та оптимального відбору проектів з енергозбереження у навчальних закладах. Метод передбачає формалізацію вихідних факторів методами точкового БН-числення, зокрема, побудовою параболічних поверхонь відгуку (Б-поверхонь).*

*Ключові слова: точкове БН-числення, композиційний метод моделювання, Б-поверхня, вихідні фактори, формалізація, енергозбереження.*

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах, однією з найбільш серйозних економічних проблем вищих навчальних закладів України є надмірні витрати на комунальні платежі. Крім високих тарифів, основною причиною цієї ситуації є невідповідність основних фондів (навчальних корпусів, адміністративних та господарських будівель, гуртожитків, тощо) діючим будівельним нормам та стандартам з енергоефективності будівель [6, 9]. Наприклад, у системах опалення навчальних закладів, технічний потенціал енергозбереження становить 80 %, якщо виходити з оцінок потенціалу, зроблених на основі показників енергоефективності нових будівель бюджетних фонду, які споруджуються з використанням нових норм щодо теплової ізоляції в Україні [10]. Вказана проблема вирішується шляхом комплексного впровадження різноманітних енергозберігаючих технологій, обладнання, матеріалів та організаційних заходів. Ця робота, зазвичай, проводиться в умовах недостатнього фінансування, тому визначення та обґрунтування саме оптимального портфелю енергозберігаючих проектів є надзвичайно актуальним.

УДК 514.18

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

Соболь О.М., д.т.н.

Національний університет цивільного захисту України  
(м. Харків, Україна)

*В роботі наведено модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях. Для формалізації обмежень моделі розроблено метод геометричного моделювання перерізів поверхні дотику даних об'єктів.*

*Ключові слова: модель, метод геометричного моделювання, поверхня дотику, неорієнтований об'єкт.*

**Постановка проблеми.** У багатьох сферах діяльності людини виникають задачі, що пов'язані із оптимізаційним перетворенням геометричної інформації. Саме до таких відносяться задачі оптимального розміщення геометричних об'єктів у заданих областях, прикладами яких є задачі оптимального розкрою різноманітних матеріалів. Якщо не існує технологічних обмежень на орієнтацію об'єктів відносно матеріалу, то представлення їх за допомогою неорієнтованих об'єктів, які можуть здійснювати поворот відносно власної системи координат, дозволить збільшити коефіцієнт заповнення, тобто більш економно використовувати матеріал. При цьому виникає актуальна науково-практична проблема, яка потребує розв'язання, а саме, проблема розробки теоретичних основ моделювання розміщення неорієнтованих об'єктів з нелінійними границями у заданих областях у відповідному просторі. Однією із задач, розв'язання якої сприятиме вирішенню даної проблеми, є задача оптимального розміщення неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Постановка задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями наведена в роботі [1]. В роботі [2] розглянуто питання завдання геометричної інформації у задачах оптимального розміщення плоских об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях та її особливості наведено у [3].

**Формулювання цілей статті.** В даній роботі необхідно розробити метод геометричного моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями з метою формалізації обмежень в задачах оптимального розміщення.

**Основна частина.** Відповідно до [3], модель оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями може бути представлена так:

$$\min_W l(x_1, y_1, \theta_1, \dots, x_N, y_N, \theta_N), \quad (1)$$

де  $W$ :

$$\Phi(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j) \geq 0, \quad i=1, \dots, N-1, \quad j=i+1, \dots, N; \quad (2)$$

$$\Phi_{cS_0}(x_i, y_i, \theta_i, 0, 0, 0) \geq 0, \quad i=1, \dots, N. \quad (3)$$

В даній моделі вираз (1) являє собою цільову функцію задачі, тобто необхідно знайти мінімум довжини зайнятої частини заданої орієнтованої області розміщення  $S_0(0,0,0)$ ; вираз (2) – умову взаємного неперетину плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями; вираз (3) – умову належності об'єктів розміщення заданої області, причому  $cS_0(0,0,0)$  – доповнення  $S_0(0,0,0)$  до простору  $R^2$ . Очевидно, що всі обмеження представлено за допомогою  $\Phi$ -функцій, які характеризують перетин ( $\Phi(u_1, u_2) < 0$ ), неперетин ( $\Phi(u_1, u_2) > 0$ ) і дотик ( $\Phi(u_1, u_2) = 0$ ) відповідних геометричних об'єктів.

Особливості моделі оптимального розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях є такими:

- цільова функція задачі (1) є неаналітичною;
- обмеження моделі (2) є, у загальному випадку, кусочно-нелінійними, а обмеження (3) – кусочно-лінійними;
- загальна кількість обмежень (2), (3) дорівнює  $C_N^2 + N$ ;
- область припустимих розв'язків задачі визначається обмеженнями (2), (3) у багатовимірному просторі  $R^{3N+1}$  і є обмеженою та незв'язною.

Для формалізації обмежень (2) вищенаведеної моделі було розроблено метод геометричного моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Загальна структура зазначеного методу є такою.

Розглянемо побудову перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями



$S_i(x_i, y_i, \theta_i)$  та  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ . Для цього параметри розміщення  $S_i(0, 0, 0)$  фіксуються, а інший об'єкт залишається рухомим.

Здійснюється завдання параметра дискретизації  $n_d$  кута повороту  $\theta_j$  власної системи координат рухомого об'єкта. Значення параметра дискретизації визначає кількість перерізів поверхні дотику двох заданих об'єктів. Для кожного  $\theta_{j,d+1} = d \cdot \frac{2\pi}{n_d}$ ,  $d = 0, \dots, n_d - 1$ ,  $n_d > 0$ , відбувається побудова перерізу поверхні дотику об'єктів  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$  та  $S_i(0, 0, 0)$ , причому кожен переріз являє собою замкнений контур, що збирається з відповідних фрагментів (при побудові фрагментів контуру враховуються можливі точки екстремуму всередині сторін об'єктів).

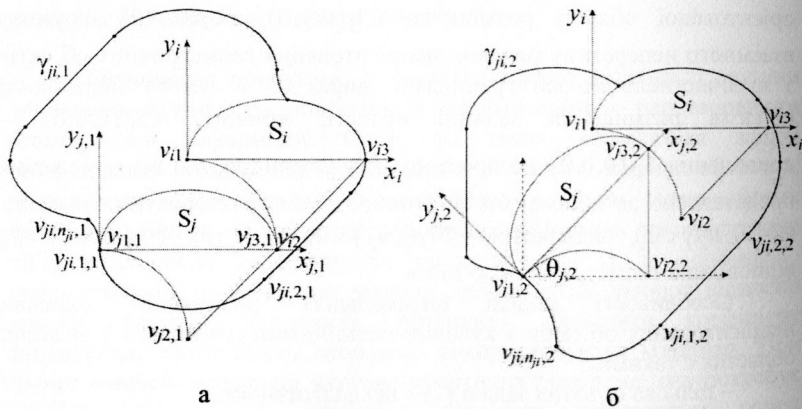


Рис. 1. Побудова перерізів поверхні дотику об'єктів розміщення

На рис. 1 наведено приклад побудови перерізів  $\gamma_{ji,1}$  та  $\gamma_{ji,2}$  поверхні дотику неорієнтованих об'єктів  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$  та  $S_i(0, 0, 0)$  для відповідних значень кутів повороту  $\theta_{j,1}$  і  $\theta_{j,2}$  локальної системи координат рухомого об'єкта  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ . Аналогічно здійснюється побудова інших перерізів для кутів повороту  $\theta_{j,d+1}$ ,  $d = 0, \dots, n_d - 1$ , локальної системи координат рухомого об'єкта.

Остаточо здійснюється 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. Так, на рис. 2 наведено множину перерізів поверхні дотику об'єктів  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$  та  $S_i(0, 0, 0)$  при  $n_d = 8$ .

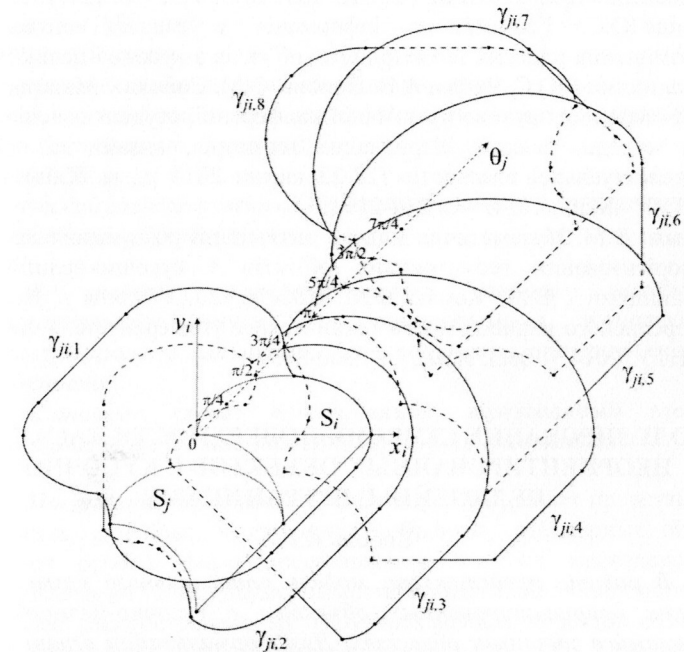


Рис. 2. Множина перерізів  $\gamma_{ji,d+1}$ ,  $d = 0, \dots, n_d - 1$ , поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями для  $n_d = 8$

Дана множина перерізів являє собою геометричну інтерпретацію обмежень (2) оптимізаційної моделі. У подальшому необхідно здійснити формалізацію обмежень виду (3) та розробити методи оптимального розміщення неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях.

**Висновки.** В даній роботі розроблено метод геометричного моделювання перерізів поверхні дотику двох плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку методів оптимального розміщення вказаних об'єктів у заданих областях.



*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 Херсонского национального технического университета. – Херсон: ХНТУ, 2014. – Вып. 3(50). – С. 300-305.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЧЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ КАСАНИЯ НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ С КУСОЧНО-НЕЛИНЕЙНЫМИ ГРАНИЦАМИ

Соболев А.Н.

*В работе представлена модель оптимального размещения плоских неориентированных объектов с кусочно-нелинейными границами в заданных областях. Для формализации ограничений модели разработан метод геометрического моделирования сечений поверхности касания данных объектов.*

*Ключевые слова: модель, метод геометрического моделирования, поверхность касания, неориентированный объект.*

### MODELING THE CONTACT SURFACE SECTIONS FOR NON-ORIENTED OBJECTS WITH SECTIONAL NONLINEAR BORDERS

Sobol O.

*In this paper the model of optimum placement of flat non-oriented objects with sectional nonlinear borders was given. The method of geometric modeling the contact surface sections for these objects was developed. This is necessary to formalize the restrictions of the model.*

*Keywords: model, method of geometric modeling, contact surface, non-oriented object.*

УДК 514.182.7:519.65:004.9

### НАХОЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ТРЕУГОЛЬНИКОВ ТРИАНГУЛЯЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНТЕРПОЛИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Спиринцев Д.В., к.т.н.\*,

Найдыш А.В., д.т.н.

*Мелитопольская школа прикладной геометрии,*

*Мелитопольский государственный педагогический университет*

*им. Б. Хмельницкого (Украина),*

Караев А.И.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

*(г. Мелитополь, Украина)*

*В работе рассматривается вопрос нахождения дополнительных точек для треугольников триангуляции, использующихся в дальнейшем для получения интерполяционной поверхности.*

*Ключевые слова: триангуляция, треугольный элемент, дополнительные точки, интерполирующая поверхность.*

*Постановка проблемы.* В отличие от цифровых представлений точечных, линейных и двумерных объектов, трехмерные объекты требуют особых форм представления, т.к. их местоположение описывается не только двумерными, но и высотными координатами. К наиболее распространенному типу трехмерных объектов относится топографический рельеф земной поверхности [2]. При помощи трехмерных объектов могут быть также смоделированы карты плотности населения, атмосферного давления, влажности и т.п. Однако, трехмерные модели традиционно связывают с цифровыми моделями рельефа (digital elevation model - DEM). Цифровые модели рельефа позволяют по конечному набору выборочных точек определять возвышение, крутизну склона, направление ската в произвольной точке на местности [3]. Возможно выявление особенностей местности – бассейнов рек, дренажных сетей, пиков, впадин и т.п. Такие модели широко применяются во многих процедурах ГИС-анализа: при выборе места строительства зданий и коммуникаций, в анализе дренажных сетей, в анализе видимости, при выборе маршрута движения по пересеченной местности. Особенно широко цифровые модели рельефа применяются в гидрологии.

*Анализ последних исследований и публикаций. В*

\* Научный консультант – д.т.н., профессор Найдыш А.В.

## ЗМІСТ

№ п.п	ПІБ, назва статті	Ст.
1.	<i>Адоньєв Є.О., Верещага В.М.</i> Концептуальні засади використання композиційного методу геометричного моделювання при формуванні оптимального портфелю проектів з енергозбереження в навчальних закладах.....	3
2.	<i>Архіпов О.В.</i> Створення параметричних рядів деталей при проектуванні в автомобілебудуванні.....	11
3.	<i>Білицька Н.В., Гетьман О.Г.</i> Моделювання складних кривих за точковим каркасом при оцінюванні відхилень за нормаллю.....	16
4.	<i>Даниленко В.Я., Шоман О.В.</i> Моделювання просторових діапазонів освітленості з допомогою панорамних рельєфів..	21
5.	<i>Залевська О.В., Котолупов О.В., Serdyukova N.</i> Розробка програмного забезпечення для моделювання трьохвимірних клітинних апаратів.....	26
6.	<i>Захарова Т.М., Захарова І.О.</i> Засоби моделювання середовища Компас-Графік у системі графічної підготовки.....	31
7.	<i>Захарчук Н.Г., Коперсак В.Н., Ладозубец Т.С., Финогенов А.Д.</i> Уменьшение вычислительной сложности при расчете индекса случайной согласованности .....	38
8.	<i>Зданевич В.А., Кундрат Т.М., Літніцький С.І., Пугачов Є.В.</i> Трасування світлового променя у вертикальних призматичних шахтах з горизонтальними основами.....	43
9.	<i>Ковалев Ю.Н., Шмелева Т.Ф.</i> Оптимизация среды обитания: психологический аспект.....	48
10.	<i>Коваль Г.М.</i> геометричне моделювання сегмента плоскої кубічної кривої в середовищі AUTOCAD.....	58
11.	<i>Козак Ю. В.</i> Геометричне моделювання відбиттів від торсових поверхонь.....	63
12.	<i>Колосніченко О.В., Винничук М.С., Герасименко О.Д., Пашкевич К.Л.</i> Удосконалення сучасних композиційно-проектних технологій дизайну одягу.....	69

13.	<i>Комяк В.М., Долгодуш М.Н., Данилин А.Н.</i> Алгоритмы моделирования индивидуально-поточного движения людей и их сравнение.....	75
14.	<i>Конопацький Є.В., Чернишева О.О., Рубцов М.О.</i> Визначення площі сегменту топографічної поверхні.....	80
15.	<i>Куценко Л.М., Адашевська І.Ю.</i> Моделювання взаємних положень ланок маятника за умови відсутності гравітації..	85
16.	<i>Літвінов А.І.</i> Узагальнення геометричного моделювання торсових поверхонь з двома напрямними кривими апаратом БН-числення.....	90
17.	<i>Мартинов В.Л.</i> Оптимізація розташування енергогенеруючих вікон за термомодернізації будівель .....	95
18.	<i>Найдыш А.В., Бездінний А.А.</i> Тангенциальное отображение кривой на стороны симплекса .....	100
19.	<i>Ницын А.Ю.</i> Кривые Пеано в конструировании орнаментов.....	103
20.	<i>Пилипака С.Ф., Грищенко І.Ю., Несвідоміна О.В.</i> Перетворення конуса в цикліду Дюпена із збереженням ізометричних координат.....	109
21.	<i>Пилипака С.Ф., Муквич М.М.</i> Утворення мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних ліній, які лежать на поверхні уявного конуса.....	114
22.	<i>Подкоритов А.М., Ісмаїлова Н.П., Маковкіна Т.С.</i> Моделювання мікрогідроциклона з урахуванням квазігвинтової поверхні .....	119
23.	<i>Сергейчук О.В.</i> Розрахунок показника біосферної сумісності будівельних матеріалів та виробів.....	124
24.	<i>Сидоренко Ю.В., Дудник В.Ю.</i> Удосконалення моделі регулювання водостоку водосховищ за допомогою деформаційного моделювання.....	130
25.	<i>Соболь О.М.</i> Моделювання перерізів поверхні дотику неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями.....	136
26.	<i>Спиринцев Д.В., Найдыш А.В., Караев А.И.</i> Нахождение дополнительных точек для треугольников триангуляции при построении интерполирующей поверхности.....	141