

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ CREDO ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Белятинський А.О.  
Національний авіаційний університет, Київ

**Вступ.** Широке застосування серед організацій, які займаються проектуванням транспортних споруд, в останній час знайшов програмний комплекс CREDO (виробництва компанії Кредо-Діалог, Мінськ). Програмний комплекс CREDO представляє собою систему, що складається з декількох блоків. До них відносяться: CREDO\_DAT – система камеральної обробки інженерно-геодезичних робіт; CREDO\_GEO – система створення об'ємної геологічної моделі місцевості; CAD\_CREDO – система проектування автомобільних доріг і оцінки якості проектних рішень; CREDO\_MIX – система створення цифрової моделі місцевості і геометричного проектування.

**Постановка задачі.** При автоматизованому проектуванні транспортних споруд в якості топографічних даних району проектування використовується цифрова модель місцевості (ЦММ). Вихідними даними для побудови ЦММ є результати наземної площинної зйомки, виконаної електронними приладами і обробленої в системі CREDO\_DAT. Складність і повнота цифрової моделі, створеної таким чином, залежить від обсягу інформації, яка вводиться і призначена для ЦММ. Система CREDO\_MIX дозволяє створити ЦММ з багаторівневими структурами, які дозволяють робити підрахунок об'єктів практично дуже великої складності.

**Розв'язання задачі.** Для учбової мети було розроблено цифрову модель місцевості, яка складається з двох шарів. Перший шар містить інформацію про висотне положення точок місцевості і є цифровою моделлю рельєфу (ЦМР). Другий шар описує ситуацію на місцевості і є цифровою моделлю ситуації (ЦМС). Побудована ЦММ моделює земну поверхню площею 76,2 км<sup>2</sup>. В ній присутні річки, яри, лісові масиви і населені пункти. За основу ЦММ прийнято регулярну сітку з розміром сторони квадрату рівною 200 м, яка доповнена характерними точками рельєфу (вершинами горбів, лінійними точками понижень) і структурними лініями, що моделюють вододіли, тальвеги і долини річок. Розроблена цифрова модель дозволяє розглянути велику кількість варі-

анів траси, мостових переходів тощо. При цьому довжина траси по повітряній лінії може досягати 10 км. Тоді сплайн (рис. 1) в положенні рівноваги приймає форму, що мінімізує його потенціальну енергію. В теорії балок установлюється, що ця енергія пропорційна інтегралу по довжині дуги від квадрату кривини сплайну:

$$\int_a^b S''(x)^2 dx \quad (1)$$

при умовах  $S(x) = y_i$ .

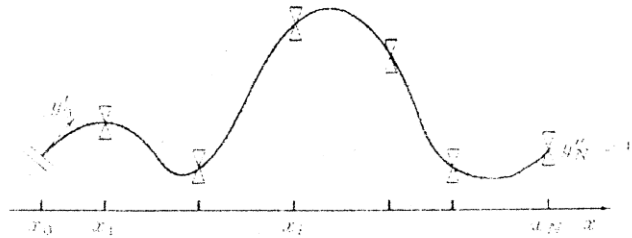


Рис. 1. Сплайн для автоматизованого проектування в середовищі CAD\_CREDO

Крім цього, для визначеності повинні бути задані крайові умови у вигляді дотичних в кінцевих точках або вільні крайові умови, коли обертальні моменти дорівнюють нулю. Визначення відповідної кривої  $S = S(x)$  з умови мінімальності цього інтегралу є варіаційною задачею, що не має елементарного розв'язку. Проте, якщо прийнято, що  $|S(x)| \ll 1$  вздовж всієї довжини сплайну, то отримуємо більш просту задачу мінімізації

$$\int_a^b S''(x)^2 dx \quad (2)$$

Теорія сплайнів, яка знайшла поширення в минулому сторіччі, пройшла в останні роки етап бурного розвитку.

В наш час сплайни, поряд з класичними многочленами, визнано стандартними функціями математичного аналізу. Їх широке застосування в проектних технологіях пов'язано з тим, що сплайни мають добрі математичні властивості і, в той же час, надзвичайно прості і зручні для побудови обчислювальних алгоритмів.

Із всієї різноманітності сплайнів при автоматизованому проектуванні доцільно розглядати в першу чергу алгебраїчні сплайни першого, другого та третього ступенів – інтерполяційні і згладжувальні.

Сплайни першого ступеня (ламані) достатньо прості для розуміння і, в той же час, відображають основні властивості сплайн-функцій. З математичної точки зору сплайн першого ступеня – кусково-безперервна функція, на кожному відрізку описується рівнянням вигляду:

$$y = a_i + b_i x \quad (3)$$

Як видно з формули (3) на елементарному інтервалі вигляд рівняння не відрізняється від загальноприйнятого виразу прямої. В цілому рівняння ламаної (сплайна першого ступеня) в матричній формі можна записати так:

$$S_i(x) = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_n \end{bmatrix} + \text{diag} \begin{bmatrix} \theta_0 \\ \theta_1 \\ \dots \\ \theta_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_{0-1} \\ x_{1-2} \\ \dots \\ x_{(n-1)-n} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Ця система лінійних рівнянь не вимагає спільного розв'язання і розкладається на розв'язання кожного рівняння окремо. Інтегральний сплайн першого рівня – це ламана, яка проходить через точки  $(x, y)$ . Для сукупності  $x_i$  ( $i = 0, 1, \dots, n$ ) в інтервалі  $[a, \theta]$  при цьому повинна виконуватися умова  $x_i < x_{i+1}$ . Використовуючи поліном Лагранжа, був побудований сплайн для інтервалу від  $i$  до  $i+1$ :

$$S_i(x) = y_i \frac{x_{i+1}-x}{x_{i+1}-x_i} + y_{i+1} \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i} \quad (5)$$

Позначення рівняння (5) можна записати:

$$S_i(x) = y_i + \frac{y_{i+1}-y_i}{x_{i+1}-x_i} (x-x_i) \quad (6)$$

Якщо прийняти

$$a_i = y_i, \quad \theta_i = \frac{y_{i+1}-y_i}{x_{i+1}-x_i}, \quad x = x - x_i,$$

тоді форма рівнянь (3) і (6) збігається. Для побудови алгоритму складання процедури і обчислення сплайну при автоматизованому проектуванні необхідно запам'ятувати лише  $2n + 2$  числа.

Проектування поздовжнього профілю за принципом «гнучкої лінійки» з застосуванням квадратичних сплайнів (сплайнів другого ступеня) більш технологічно тому, що на відміну від випадку тангенціального трасування обчислення єдиної інтерполювальної лінії за заданими висотними позначками виконувалося за один прийом, і проблем погодження суміжних заокруглень не виникало.

Проектування варіантів траси виконувалося на ЦММ методами координатної геометрії системи CREDO\_MIX. Проектування транспортних споруд, мостів, шляхопроводів тощо вирішувалося в технологічній лінії CREDO завдяки можливості просторового моделювання в системі CREDO\_MIX детального проектування ділянок дороги в системі CAD\_CREDO.

Проектувальник визначає схему мостового переходу, моделює планове положення його елементів, дослідовно створюючи їх або використовуючи бібліотеку типових проектних рішень. Детальне проектування поздовжнього і поперечних профілей мостового переходу здійснюється в системі CAD\_CREDO, після чого в системі CREDO\_MIX здійснюється ув'язка проектних рішень. Об'єднання цифрової моделі проекту і визначення меж земляного полотна.

Гідравлічний розрахунок мостових переходів, штучних споруд виконується за існуючими методиками й в системі CREDO за допомогою задачі «Труба», яка звільняє проектувальника від трудно-

містких однонапітних розрахунків зливових стоків, дощових паводків та повеней від танення снігу, визначає водоперепускную здатність існуючих труб і малих мостів і дозволяє добрати за гідравлічними показниками типові розміри нової споруди.

За допомогою задачі «Гідро» в системі CREDO виконуються гідравлічні розрахунки і проектування водовідвідних улаштувань: водовідвідних каналів, напірних каналів, кюветів, багатоступінчастих перепадів, швидкоотоків і водобійних колодязів.

Конструювання основних елементів моста або шляхопровода з залізобетонними прольотними будовами за типовими проектами з різним видом опор і типом пальових основ здійснюється в задачі «Міст». В результаті роботи системи створюються креслення загального вигляду моста, опор, прольотної будови, тощо, а також різні специфікації і відомості.

**Висновки.** Автоматизоване проектування транспортних споруд дозволяє в короткі терміни проаналізувати і вибрати найбільш оптимальні їх варіанти. Взаємодія різних систем програмного комплексу CREDO при обробці матеріалів вишукувань, проектуванні забезпечує наскрізну технологію обробки інформації, яка з успіхом впроваджується не тільки в одній організації, але й забезпечує обмін електронними даними між організаціями, підвищуючи продуктивність праці і якість виданих матеріалів.

### Література

1. Блятинський О.А., Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автомобільних доріг: Підручник у 2 ч. – К.: Вища школа, 1997. – ч. 1. – 518 с.
2. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. т.5 Описание системы CAD\_CREDO Проектирование автомобильных дорог. – Минск, 2000. – 130 с.
3. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. т.4 Описание системы CREDO\_PRO Геометрическое проектирование. – Минск, 2004. – 105 с.
4. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. т.1 Описание системы CREDO\_DAT Инженерно-геодезические и землеустроительные работы. – Минск, 2004. – 130 с.
5. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. т.7 Описание системы CREDO\_MIX Цифровая модель проекта. – Минск, 2004. – 146 с.

УДК 624.131

## ОЦІНКА СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ІСНУЮЧОГО ФУНДАМЕНТУ ТА ПАЛЬ ПРИ ЙОГО ПІДСИЛЕННІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЬНОГО ВИПРОБУВАННЯ

*Блащук Н.В., Масевська І.В.*  
*Вінницький національний технічний університет*

Одним з поширених способів підсилення існуючих фундаментів мілкого закладання є спосіб пересаджування їх на палі. При цьому для включення паль у роботу, старий фундамент вводиться у склад ростверку нового пальового фундаменту або безпосередньо ним служить (наприклад, при використанні буроін'єкційних паль).

При проектуванні паль підсилення важливо знати, яку частку загального навантаження будуть сприймати палі, а яку – конструкція старого фундаменту, що відіграє роль ростверку.

© Блащук Н.В., Масевська І.В., 2006.