Serhiy USTENKO, **Vladyslav PRADEDOV**
Mykolaiv

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE AUTOMATION OF THE ACCOUNT OF CURRENT PROGRESS OF STUDENTS

The work is dedicated to the development of software as a service-oriented application software «Electronic Journal» to automate the current progress of students. The objects of the account will be attendance, evaluation of disciplines on certain types of control (with a mark of receipt date) and indicators of readiness of students to pass the session. The e-journal will have access only to the teacher and can be filled only during class, the teacher encourages those present to celebrate and stand assessment in a timely manner, otherwise the sessions will be considered as missing and will not be counted workload.

Key words: software development, automation of accounting and analysis, the current progress of students, service-oriented applications, the service, the client.

Сергей УСТЕНКО, **Владислав ПРАДЕДОВ**
г. Николаев

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Работа посвящена разработке программного обеспечения в виде сервис-ориентированного программного приложения «Электронный журнал» для автоматизации учета текущей успеваемости студентов. Объектами учета будут посещения занятий, оценки по дисциплинам по определенным видам контроля (с отметкой даты получения) и показатели готовности студентов к сдаче сессии. К электронному журналу будет иметь доступ только преподаватель и его можно будет заполнить только во время проведения занятий, что будет побуждать преподавателя отмечать присутствующих и выставлять оценки своевременно, поскольку в противном случае занятие будет считаться пропущенным и ему не будет засчитано учебную нагрузку.

Ключевые слова: разработка программного обеспечения, автоматизация учета и анализа, текущая успеваемость студентов, сервис-ориентированное приложение, служба, клиент.

Стаття надійшла до редколегії 07.03.2016

УДК 514.8

Сергій УСТЕНКО, ***Олександр СИНЯВІН***
м. Миколаїв
ustenko.s.a@gmail.com, alexander-sinyavin@yandex.ua

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКОЇ КРИВОЇ ІЗ ПАРАБОЛІЧНОЮ КРИВИНОЮ ПРИ ЗАДАНОМУ ЇЇ ВІДХИЛЕНІ ВІД ЛІНІЙНОГО РОЗПОДІЛУ

Робота присвячена розробці нового підходу до побудови плоскої кривої лінії із параболічною кривиною, для якої задається відхилення кривини від лінійного розподілу кривини. Така задача виникає у випадках коли потрібно впливати на характер розподілу кривини ділянки плоскої кривої лінії, не змінюючи при цьому значення кривини в її граничних точках. Дослідження графіку параболічного розподілу кривини з урахуванням його відхилення від лінійного розподілу дозволило визначити залежності для обчислення невідомих коефіцієнтів параболічного та лінійного розподілів кривини. Запропонований підхід реалізовано у вигляді програмного додатку об'єктно-орієнтованою мовою програмування Object Pascal.

Ключові слова: плоска крива, кривина, розподіл кривини, геометричне моделювання, параболічний розподіл, лінійний розподіл, відхилення.

Дослідження з геометричного моделювання плоских кривих відбуваються в таких галузях: архітектурно-будівельній, раціональному розміщенні об'єктів, металообробці, сільгоспмашинобудуванні, пожежній техніці та технологіях, літакобудуванні, створенні турбін і компресорів тощо.

Існують різні підходи до геометричного моделювання плоских кривих ліній. Один з них, оснований на понятті інтегральної моделі кривої і запропонований в роботі [4], отримав подальший розвиток у роботах вчених та їх учнів Миколаївського осередку Української асоціації з прикладної геометрії, які займаються, зокрема, питаннями геометричного моделювання кривих ліній і поверхонь стосовно лопаткових апаратів турбін і компресорів газотурбінних двигунів. Ці об'єкти мають особливості, обумовлені специфічними умовами роботи, і тому потребують розробки спеціальних підходів до утворення плоских перерізів і на їх основі поверхонь, які обмежують течію робочої речовини, тому в такому випадку важливими характеристиками, що подаються до обводів, є неперервність кривини і скруту (для просторових обводів).

В узагальненому вигляді питання геометричного моделювання просторових і плоских криволінійних обводів висвітлене в роботі [8]. Плоским криволінійним обводам, а також питанням їх моделювання із застосуванням графіків розподілу кривини присвячені також публікації [1–4, 6, 7].

Деякі підходи до формування інтегральних кривих за заданим законом розподілу кривини подані в роботі [1], де пропонується комп'ютерний спосіб моделювання плоских обводів на основі колових сплайнів.

В роботах вчених Миколаївської наукової школи та їх учнів розглядається підхід до геометричного моделювання плоских кривих ліній із застосуванням заданого розподілу кривини [2, 3, 6, 7], при цьому в якості граничних умов для побудови використовуються такі (або їх комбінація): координати початкової, проміжної та кінцевої точок криволінійного обводу, кути нахилу дотичних до плоскої кривої лінії в цих точках або в деяких з них, кривина в заданих точках.

Розподіл кривини задається в загальному вигляді, наприклад в роботі [2] розглядається лінійний, в [3] – параболічний, а в [7] – кубічний. В жодній з розглянутих робіт не пропонується дослідити ділянки плоских кривих ліній при зміні характеру розподілу кривини.

Метою роботи є розробка нового підходу до побудови плоскої кривої лінії із параболічною кривиною, для якої задається відхилення кривини від лінійного розподілу кривини. Така задача виникає у випадках коли потрібно впливати на характер розподілу кривини ділянки плоскої кривої лінії, не змінюючи при цьому значення кривини в її граничних точках.

Розглянемо ділянку плоскої кривої лінії, показану на рис. 1 [5], де: S – довжина дуги ділянки; ds – диференціал дуги; $\varphi(0)$ – кут нахилу дотичної в початковій точці; $\varphi(S)$ – кут нахилу дотичної в кінцевій точці кривої.

Цій кривій відповідає деякий графік розподілу її кривини $K(s)$, побудований в залежності від довжини дуги обводу (рис. 2).

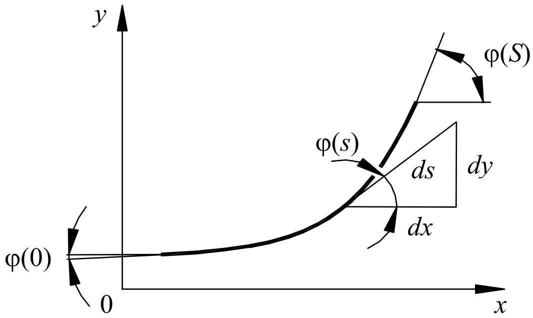

Рис. 1. Ділянка плоскої кривої

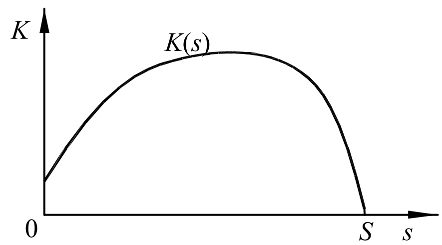

Рис. 2. Графік розподілу кривини

Якщо графік розподілу кривини відомий, то побудувати криву, що йому відповідає, можна без особливих проблем. Дійсно, диференціал дуги ds за відомим значенням кута нахилу дотичної до осі x дорівнює:

$$ds = d\varphi / K(s).$$

Інтегруванням з цього виразу можна знайти кут нахилу дотичної до кривої в довільній її точці:

$$\varphi(s) = \varphi(0) + \int_0^s K(s)\,ds.$$

Розглянемо випадок [2], коли кривина кривої вздовж дуги обводу s змінюється за лінійним законом (рис. 3).

Оскільки кривина кривої лінійно змінюється від K_1 до K_2, то запишемо зміну кривини у вигляді рівняння прямої у загальному вигляді:

$$As + BK_1\left(s\right) + C = 0,$$

де $A = \frac{K_2 - K_1}{S}$, $B = -1$, $C = K_1$, $K_1\left(s\right)$ – залежність кривини від довжини дуги.

Для лінійного закону зміни кривини вздовж кривої обводу формула для обчислення кута нахилу дотичної матиме такий вигляд:

$$\varphi_1\left(s\right) = \varphi_1\left(0\right) + s\left(\frac{As}{2} + C\right).$$

Розглянемо ділянку плоскої кривої [3], яка генерується за умови, що задано графік параболічного розподілу кривини кривої (рис. 4).

Опишемо криву, показану на рисунку, параболою другого степеня:

$$K_2(s) = as^2 + bs + c,$$

де $K_2(s)$ – параболічна залежність кривини від довжини дуги, $c = K_1$, а інші коефіцієнти знаходяться в залежності $aS + b = \frac{K_2 - K_1}{S}$.

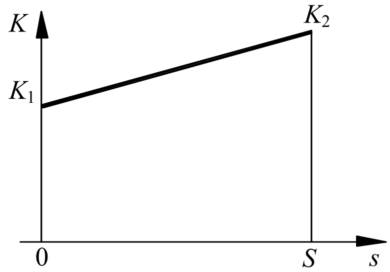

Рис. 3. Графік лінійної залежності кривини від довжини дуги

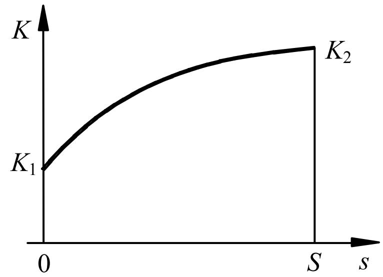

Рис. 4. Графік параболічного розподілу кривини

Кут нахилу дотичної до кривої буде обчислюватись за такою формулою:

$$\varphi_2\left(s\right) = \varphi_2\left(0\right) + s\left(s\left(\frac{as}{3} + \frac{b}{2}\right) + c\right).$$

Для визначення всіх коефіцієнтів параболічного розподілу кривини розглянемо його відхилення від лінійного розподілу (рис. 5).

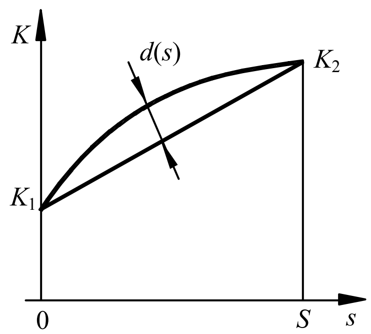

Рис. 5. Відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного

Відстань між параболою та прямою лінією в залежності від довжини дуги (з аналітичної геометрії) буде визначатися наступним чином:

$$d\left(s\right) = \frac{\left|As + BK_2\left(s\right) + C\right|}{\sqrt{A^2 + B^2}}. \tag{1}$$

Відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного будемо задавати максимальною відстанню. Для її знаходження знайдемо першу похідну виразу (1):

$$d'\left(s\right) = \pm\frac{A + B\left(2as + b\right)}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

і прирівняємо її до нуля:

$$A + B\left(2as + b\right) = 0.$$

Виразимо значення довжини дуги при якому похідна дорівнює 0 і позначимо параметр $s_{\max}$:

$$s_{\max} = -\frac{\dfrac{A}{B} + b}{2a}. \qquad (2)$$

Підставимо вираз (2) до (1) і після перетворень знайдемо максимальне відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного:

$$d_{\max} = \frac{aS^2}{4}.$$

Звідси невідомий коефіцієнт a параболічного розподілу кривини буде дорівнювати:

$$a = \frac{4d_{\max}}{S^2}.$$

Тоді

$$b = \frac{K_2 - K_1 - 4d_{\max}}{S}.$$

Таким чином, отримано вирази для отримання невідомих коефіцієнтів параболічного розподілу кривини з урахуванням його відхилення від лінійного розподілу.

На рис. 6 показані розподіли кривини для різних значень максимальних відхилень параболічного розподілу кривини від лінійного розподілу. При цьому на рис. 6, *а* показані розподіли кривини при $d_{\max}$ = –0,3; –0,4; –0,5, а на рис. 6, б – при $d_{\max}$ = 0,3; 0,4; 0,5. На рисунках порядок перерахування кривини відповідає порядку наведеному в описах до рисунків.

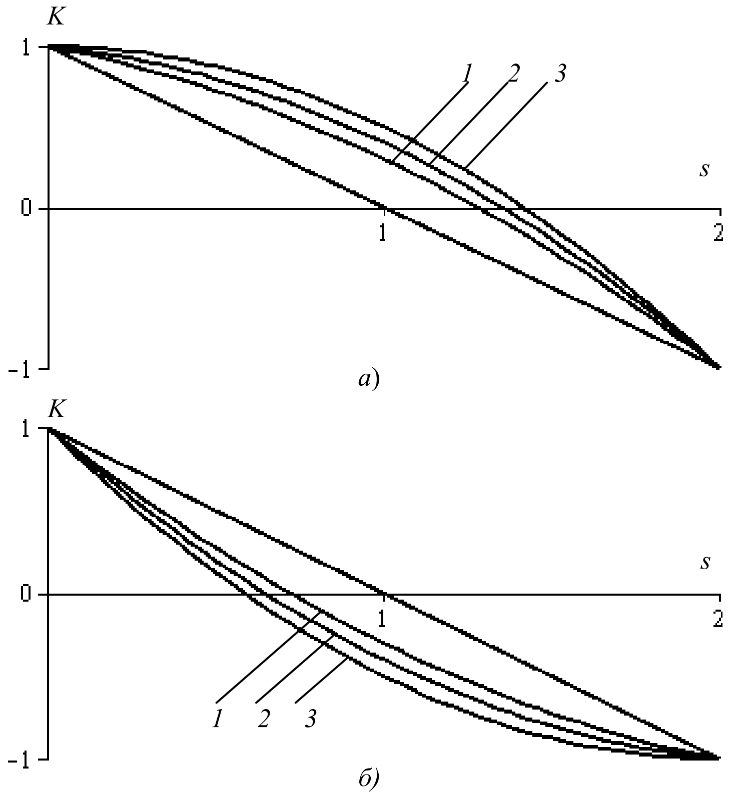

Рис. 6. Розподіли кривини в залежності від максимального відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного

Знайдемо рівняння кривої, яка утворюється на базі заданого розподілу кривини. З рис. 1 випливає, що

$$dx = ds\cos\varphi(s);\ dy = ds\sin\varphi(s).$$

Інтегруванням цих виразів отримаємо параметричне рівняння кривої, в якому за параметр прийнято довжину дуги:

$$x(s) = x(0) + \int_0^s \cos\varphi(s)\,ds; \quad y(s) = y(0) + \int_0^s \sin\varphi(s)\,ds,$$

де $x(0)$, $y(0)$ – координати початкової точки кривої.

Ці рівняння є рівняннями клотоїди, а інтеграли обчислюються числовим методом, наприклад, методом Сімпсона.

Параметричне рівняння ділянки криволінійного обводу, отриманого за допомогою лінійного закону зміни кривини, матиме такий вигляд:

$$x_1(s) = x_1(0) + \int_0^s \cos\left(\varphi_1(0) + s\left(\frac{As}{2} + C\right)\right)ds;$$

$$y_1(s) = y_1(0) + \int_0^s \sin\left(\varphi_1(0) + s\left(\frac{As}{2} + C\right)\right)ds,$$

а за допомогою параболічного розподілу кривини – такий:

$$x_2(s) = x_2(0) + \int_0^s \cos\left(\varphi_2(0) + s\left(s\left(\frac{as}{3} + \frac{b}{2}\right) + c\right)\right)ds;$$

$$y_2(s) = y_2(0) + \int_0^s \sin\left(\varphi_2(0) + s\left(s\left(\frac{as}{3} + \frac{b}{2}\right) + c\right)\right)ds.$$

Для аналітичного подання обводу застосуємо параболічний розподіл кривини із заданим відхиленням від лінійного розподілу $d_{\max}$, невідомими початковим K_1 і кінцевим K_2 значенням кривини та довжини дуги кривої S.

Запишемо параметричні рівняння кривої і підставимо до них координати початкової і кінцевої точок, довжину дуги та вирази для визначення коефіцієнтів параболічного розподілу кривини. Після перетворень будемо мати наступну систему, яка складається з двох рівнянь:

$$x_1 = x_0 + \int_0^S \cos\left(\varphi_0 + s\left\{\frac{s}{S}\left[2d_{\max}\left(\frac{2s}{3S} - 1\right) + \frac{K_2 - K_1}{2}\right] + K_1\right\}\right)ds;$$

$$y_1 = y_0 + \int_0^S \sin\left(\varphi_0 + s\left\{\frac{s}{S}\left[2d_{\max}\left(\frac{2s}{3S} - 1\right) + \frac{K_2 - K_1}{2}\right] + K_1\right\}\right)ds.$$

У цій системі рівнянь три невідомі величини. Для її числового розв'язання запишемо рівняння визначення кута нахилу дотичної до кривої в кінцевій точці і підставимо в нього вирази для визначення коефіцієнтів параболічного розподілу. Після ряду перетворень отримаємо формулу для визначення кривини в кінцевій точці кривої:

$$K_2 = 2\left(\frac{\Delta\varphi}{S} + \frac{2}{3}d_{\max}\right) - K_1.$$

Дану формулу підставимо до системи параметричних рівнянь кривої, отриману раніше, і після перетворень будемо мати:

$$x_1 = x_0 + \int_0^S \cos\left(\varphi_0 + \frac{s^2}{S}\left[\frac{\Delta\varphi}{S} - K_1 - \frac{4}{3}d_{\max}\left(1 - \frac{s}{S}\right)\right] + K_1 s\right)ds;$$

$$y_1 = y_0 + \int_0^S \sin\left(\varphi_0 + \frac{s^2}{S}\left[\frac{\Delta\varphi}{S} - K_1 - \frac{4}{3}d_{\max}\left(1 - \frac{s}{S}\right)\right] + K_1 s\right)ds.$$

Отриману систему рівнянь можна розв’язати тільки числовим методом, наприклад, методом Ньютона. Але для цього потрібно визначити похідні рівнянь по невідомих параметрах S і K_1:

$$\frac{\partial f_1}{\partial K_1} = -\frac{1}{S}\int_0^S s(S-s)\sin\Phi(s)\,ds;$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial K_1} = \frac{1}{S}\int_0^S s(S-s)\cos\Phi(s)\,ds;$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial S} = \frac{1}{S}\int_0^S \left[\cos\Phi(s) - \left(S\frac{\partial\Phi}{\partial S} + s\frac{\partial\Phi}{\partial s}\right)\sin\Phi(s)\right]ds;$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial S} = \frac{1}{S}\int_0^S \left[\sin\Phi(s) + \left(S\frac{\partial\Phi}{\partial S} + s\frac{\partial\Phi}{\partial s}\right)\cos\Phi(s)\right]ds,$$

де

$$\Phi(s) = \varphi_0 + \frac{s^2}{S}\left[\frac{\Delta\varphi}{S} - K_1 - \frac{4}{3}d_{\max}\left(1 - \frac{s}{S}\right)\right] + K_1 s;$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial S} = \frac{s^2}{S^2}\left[-\frac{2\Delta\varphi}{S} + K_1 + \frac{4}{3}d_{\max}\left(1 - \frac{2s}{S}\right)\right]$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial s} = \frac{2s}{S}\left[\frac{\Delta\varphi}{S} - K_1 - 2d_{\max}\left(\frac{2}{3} + \frac{s}{S}\right)\right] + K_1.$$

Для практичної реалізації запропонованої методики побудови криволінійного обводу заданої кривини, розроблено програмне забезпечення мовою об’єктно-орієнтованого програмування Object Pascal в середовищі візуального проектування Delphi.

На рис. 7 показані криві лінії, які моделювалися при змінному значенні максимального відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного розподілу.

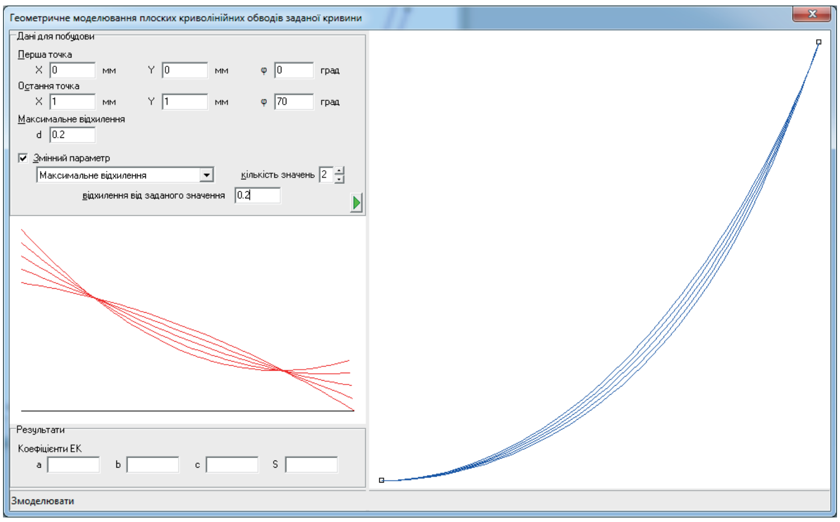

Рис. 7. Криві отримані для різних значень максимального відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного розподілу

У результаті геометричного моделювання плоскої кривої із параболічною кривиною при заданому її відхилені від лінійного розподілу отримано систему параметричних інтегральних рівнянь, що описує дану криву і забезпечує її проходження через дві точки з заданими в них кутами нахилу дотичних. Подальші дослідження будуть спрямовані в напрямі знаходження оптимального значення максимального відхилення параболічного розподілу кривини від лінійного відхилення.

Список використаних джерел

1. Бадаєв С. Ю. Криволінійний обвід за заданим законом кривини на основі колового сплайну / С. Ю. Бадаєв // Прикладна геометрія та інженерна графіка. — К. : КНУБА, 2002. — Вип. 71. — С. 172—177.
2. Борисенко В. Д. Геометричне моделювання плоских кривих із застосуванням лінійного елемента кривини / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, В. Є. Спіцин // Прикладна геометрія та інженерна графіка. — К. : КНУБА, 2006. — Вип. 76. — С. 43—49.
3. Борисенко В. Д. Геометричне моделювання плоских криволінійних обводів за заданим параболічним законом розподілу їх кривини / В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, В. С. Комар // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип. 4 Прикладна геометрія та інженерна графіка. — Мелітополь : ТДАТУ, 2007. — Том 35. — С. 26—31.
4. Михайленко В. Є. Дискретне моделювання на базі інтегральної моделі кривої / В. Є. Михайленко, В. Г. Лі // Прикладна геометрія та інженерна графіка. — К. : КНУБА, 1999. — Вип. 66. — С. 3—8.
5. Устенко С. А. Геометрична теорія моделювання криволінійних форм лопаткових апаратів турбомашин з оптимізацією їх параметрів: дис. … доктора техн. наук: 05.01.01 / Устенко Сергій Анатолійович. — К. : 2013. — 349 с.
6. Устенко С. А. Геометричне моделювання плоских кривих з заданою кривиною в граничних точках / С. А. Устенко // Вестник Херсонского национального технического университета. Вып. 3(50). — Херсон : ХНТУ, 2014. — С. 619—623.
7. Устенко С. А. Дослідження кривих ліній, заданих кубічним розподілом кривини / С. А. Устенко, С. В. Діданов, О. Ю. Агарков // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. — Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТ, 2014. — № 2 (50). — С. 164—172.
8. Фокс А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве / А. Фокс, М. Пратт. — М. : Мир, 1982. — 304 с.

Serhiy USTENKO, **Oleksandr SYNIAVIN**
Mykolaiv

GEOMETRIC MODELLING PLANE CURVES WITH A PARABOLIC CURVATURE UNDER SET ITS DEVIATION FROM THE LINEAR DISTRIBUTION

The work is dedicated to the development of a new approach to the construction of a plane curve line with a parabolic curvature for which curvature is defined by the deviation from the linear distribution of curvature. This problem arises in cases when it is necessary to influence the curvature distribution of the character portion of the flat curve, without changing the value of the curvature in its limit points. Analysis graphics of the parabolic curvature distribution because of its deviation from the linear distribution possible to determine the dependence for calculating the unknown coefficients of the linear parabolic and the curvature distributions. This approach is implemented as a software application on the object-oriented programming language Object Pascal.

Key words: plane curve, curvature, curvature distribution, geometric modelling, parabolic distribution, linear distribution, the deviation.

Сергей УСТЕНКО, **Александр СИНЯВИН**
г. Николаев

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОЙ КРИВОЙ С ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ КРИВИЗНОЙ ПРИ ЗАДАННОМ ЕЕ ОТКЛОНЕНИИ ОТ ЛИНЕЙНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Работа посвящена разработке нового подхода к построению плоской кривой линии с параболической кривизной, для которой задается отклонение кривизны от линейного распределения кривизны. Такая задача возникает в случаях, когда нужно воздействовать на характер распределения кривизны участка плоской кривой линии, не меняя при этом значение кривизны в ее предельных точках. Исследование графика параболического распределения кривизны с учетом его отклонения от линейного распределения позволило определить зависимости для вычисления неизвестных коэффициентов параболического и линейного распределений кривизны. Предложенный подход реализован в виде программного приложения на объектно-ориентированном языке программирования Object Pascal.

Ключевые слова: плоская кривая, кривизна, распределение кривизны, геометрическое моделирование, параболическое распределение, линейное распределение, отклонение.

Стаття надійшла до редколегії 06.03.2016