

УДК 004.9; 514.2

## **РОЗРОБКА БІБЛІОТЕКИ ФУНКЦІЙ ТА САПР НА ОСНОВІ CAD-СИСТЕМИ POWERSHAPE**

Гавриленко Є.А.<sup>1</sup>, к.т.н.,

*e-mail: yevhen.havrylenko@tsatu.edu.ua*

Холодник Ю.В.<sup>1</sup>, к.т.н.,

*e-mail: yuliya.kholodnyak@tsatu.edu.ua*

Гоєнко Д.С.<sup>1</sup>, студент,

*e-mail: 1.d.a.n.i.l.g.o.1@gmail.com*

Чернобильський Д.Ю.<sup>1</sup>, студент.

*e-mail: denis.urevich4@gmail.com*

<sup>1</sup>*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

### ***Актуальність досліджень та постановка проблеми.***

У наш час велику роль відіграють інформаційні технології як засіб для автоматизації праці. Основна увага зосереджена на створенні програмних комплексів, що дозволяють в автоматичному чи напівавтоматичному режимі проводити проектування виготовлених деталей, вузлів, машин. Дані комплекси використовують різні CAD / CAM / CAE системи для візуалізації проєктованого виробу, побудови програми обробки даного виробу і т.д. Таким чином, одним з основних актуальних завдань при написанні таких комплексів є реалізація інтеграції з різними CAD / CAM / CAE системами, зокрема з програмними продуктами фірми Delcam.

Метою даної роботи є розробка бібліотеки функцій, що дозволяють легко інтегруватися з PowerSHAPE і розширюють можливість побудови кривих і поверхонь, які визначаються аналітичними залежностями.

### ***Основні матеріали дослідження.***

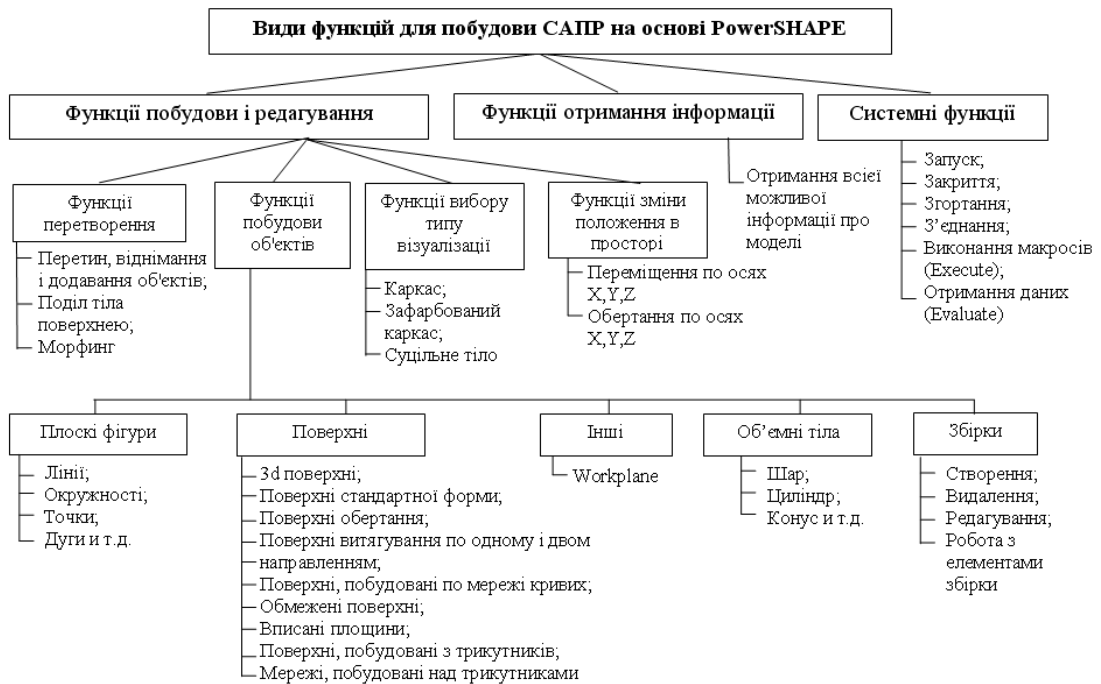
Всі функції можна розділити на три основні групи: функції побудови і редагування візуальних елементів, функції отримання різної інформації, системні функції роботи з CAD-системою.

Функції побудови і редагування використовують для побудови нових елементів і перетворення вже побудованих. Функції побудови нових елементів дозволяють будувати елементи наступних видів: плоскі фігури, поверхні, об'ємні тіла і збірки. Кожен набір функцій повинен надавати можливість створювати різні елементи візуальної моделі відповідно до свого типу. Функції редагування використовуються для зміни форми і параметрів вже створених елементів, їх можна розділити на два основних типи: функції редагування безпосередньо візуальних моделей і функції, що управляють способом відображення візуальних моделей.

Класифікація функцій, необхідних для повнофункціонального використання CAD-системи PowerSHAPE приведена на рисунку 1.

При створенні моделі виробу в CAD-системі дуже часто з'являється необхідність будувати криві або поверхні, які мають математичний опис. Наприклад, профіль зуба зубчастого колеса, як правило, має евольвентну форму. Перевага таких поверхонь (кривих) в тому, що вони можуть бути розраховані і задані аналітично у вигляді рівності або систем рівнянь.

В даний час конструктор повинен вручну розрахувати необхідну кількість точок, побудувати ці точки в CAD-системі і потім по ним побудувати необхідну поверхню (криву). Побудова таких кривих і поверхонь є рутинною роботою і вимагає автоматизації.



**Рис.1. Класифікація функцій, необхідних для інтеграції з PowerSHAPE при побудові САПР**

Для побудови кривої в просторі реалізована функція «CreateCurve», яка приймає як параметр масив тривимірних точок і по ньому будує в PowerSHAPE криву. Координати точок можуть бути розраховані або взяті з файлу. Приклад виклику даної функції:

```

psPoint3D[] points;
points = new psPoint3D[5];  points[0] = new psPoint3D(0,
0, 0);
points[1] = new psPoint3D(5, 3, 1); ...
...
CreateCurve(points);
    
```

Дану функцію зручно використовувати при побудові складних контурів деталей, які описані математичними залежностями або по точках, отриманими експериментальним шляхом.

Функція побудови кривої «CreateCurve» була використана для побудови різних аналітичних кривих другого порядку.

Для побудови поверхонь складної форми реалізована функція «CreateSurface». Вона приймає масив точок в якості параметра і будує по ньому поверхню в PowerSHAPE. Приклад виклику даної функції:

```

psPoint3D[] points;
points = new psPoint3D[5];          points[0] = new
psPoint3D(0, 0, 0);
points[1] = new psPoint3D(5, 3, 1);  ...
...
CreateSurface(points);
    
```

Дану функцію зручно використовувати для побудови складної поверхні моделі по точкам, обчисленим програмно. Особливо якщо поверхня описана математичними залежностями.

Аналогічним чином працює перевантажена функція, яка приймає як параметр двовимірний масив точок. Саме ця функція використана в даній роботі для реалізації функцій, які будують аналітичні поверхні другого порядку. Приклади використання даних функцій наведені на рисунку 2.

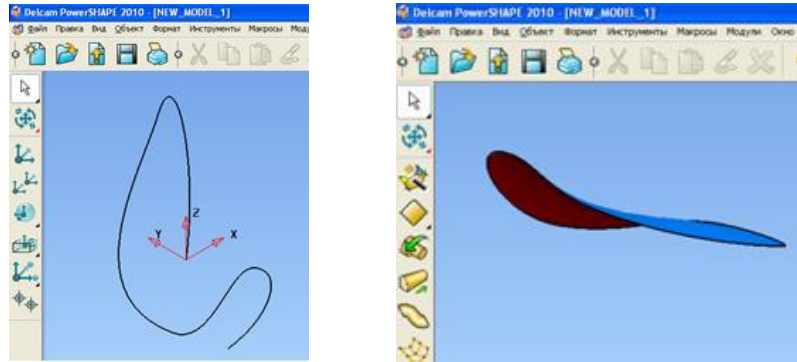


Рис. 2. Робота функцій побудови кривої та поверхності в просторі

В рамках досліджень був розроблений модуль, що дозволяє будувати деякі поверхні і криві другого порядку.

Методи побудови кривих:

- 1 Create Involute(double r, int fin, int fik, int dfi) – побудова евольвенти;
- 2 Create Epicycloid(double r, double k, int fin, int fik, int dfi) – побудова епіциклоїди;
- 3 Create Cardioid(double r, int fin, int fik, int dfi) – побудова кардіоїди;
- 4 Create Nefroida(double r, int fin, int fik, int dfi) – побудова нефроїди;
- 5 Create Trochoid(double r, double h, int fin, int fik, int dfi) – побудова трохоїда, де  $r$  – радіус,  $fin$  – початковий кут,  $fik$  – кінцевий кут,  $dfi$  – шаг зміни кута,  $k$  – параметр,  $h$  – відстань від центру кола до точки.

На рисунку 3 наведені результати роботи функцій побудови евольвенти, епіциклоїда і кардіоїди. На рисунку 4 наведено результати побудова нефроїди і трохоїда. Дані функції можуть бути використані, наприклад, при розрахунку траєкторій, розробці дизайну.

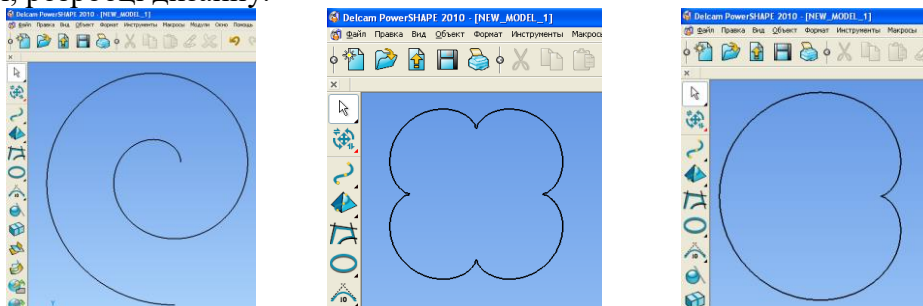


Рис. 3. Евольвента, епіциклоїда і кардіоїда, побудовані в PowerSHAPE за допомогою розроблених функцій

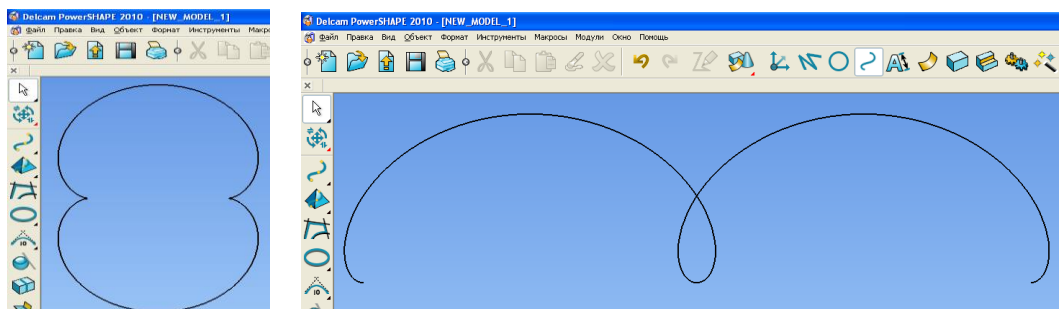


Рис. 4. Побудовані нефроїда і трохоїда

Методи побудови поверхонь:

- 1 Create Elliptic Paraboloid (double a, double b, double xn, double xk, double dx, double yn, double yk, double dy) - метод будує еліптичний параболоїд;

2 Create Sheeted Hyperboloid (double a, double b, double c, double zn, double zk, double dz, int fin, int fik, int dfi) - метод будує однопорожнинний гіперболоїд;

3 Create Helicoid (double l, double h, int center, double zn, double zk, double dz) - метод будує гелікоїд;

4 Create Two Sheets Hyperboloid (double a, double b, double c, double zn, double zk, double dz, int fin, int fik, int dfi) – метод будує двополосний гіперболоїд,

где a, b и c – базові геометричні параметри по осях x, y, z, xp - початкове значення x, xk - кінцеве значення x, dx - шаг по осі x, yp – початкове значення y, yk - кінцеве значення y, dy - шаг по осі y, zp – початкове значення z, zk - кінцеве значення z, dz - шаг по осі z, fin – початковий кут, fik – кінцевий кут, dfi – шаг зміни кута, l – довжина утворюючої прямої, h – висота підйому, center – відсоток зміщення центра обертання.

На рисунку 5 наведено результати роботи функцій побудови еліптичного параболоїда і однополосного гіперболоїда. На рисунку 6 наведено результати роботи функцій побудови гелікоїда і двополосного гіперболоїда.

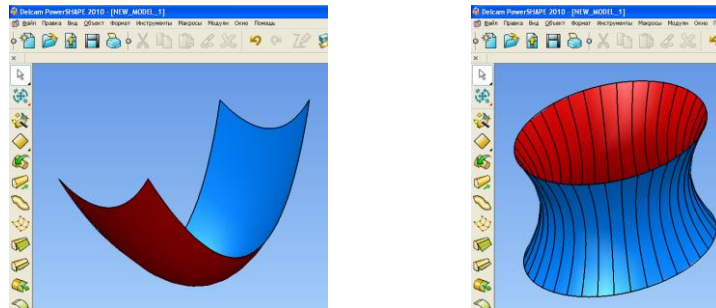


Рис. 5. Еліптичний параболоїд і однопорожнинний гіперболоїд, побудовані в PowerSHAPE за допомогою розроблених функцій

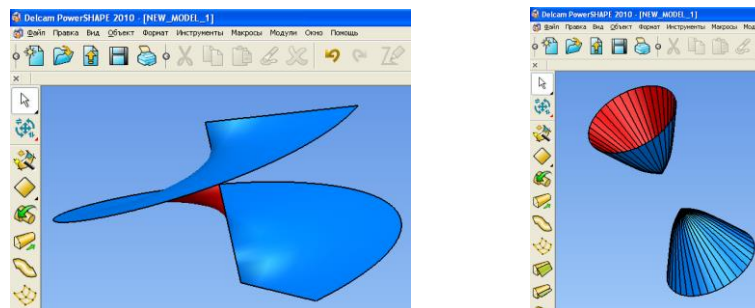


Рис. 6. Побудовані гелікоїд і двополосний гіперболоїд

### Висновки.

В ході виконання роботи на базі API PowerSolutionDOTNetOLE була розроблена бібліотека, що дозволяє виконувати ряд основних високорівневих дій в PowerSHAPE:

1 Connect To Power Shape () - метод виробляє з'єднання з PowerSHAPE;

2 Create Assembly (String assemblyName, String assemblyDescription, String assemblyClass) - метод створює збірку;

3 Rename Assembly (String name, String newName) - метод перейменовує збірку;

4 Set Object Property (String objectName, psEntityType objectType, String propertyName, String propertyValue) - метод змінює стандартні властивості об'єкта;

5 Set Object Property (String objectName, psEntityType objectType, String[] propertyName, String[] propertyValue) - метод змінює кілька стандартних властивостей об'єкта;

6 Set Parameter (String parametrName, String parametrValue) - метод змінює значення параметра, створеного користувачем;

7 Add Detail From File To Assembly (String assemblyName, String objectName, String fileName, psPoint3D targetPoint) - метод змінює значення параметра, створеного користувачем метод завантажує шаблон деталі з файлу в збірку;

8 Set Parametr In Assembly (String assemblyName, String objectName, String parametrName, String parametrValue) - метод змінює значення параметра, створеного користувачем, якщо деталь знаходиться в збірці;

9 Create Relation (psRelationType type, String assemblyName, String firstObjectName, String firstObjectParam, String secondObjectName, String secondObjectParam) – метод створює зв'язку між деталями;

10 Use Instrument (String assemblyName, String targetName, String instrumentName) - метод застосовує віртуальний інструмент;

11 Create Surface (psPoint3D[,] points) - метод виконує побудову поверхні по точках;

12 Create Curve (psPoint3D[] points, String name) - метод виконує побудову кривої по точках;

13 Delete Detail (String assemblyName, String detailName) - метод видаляє деталь зі збірки.

**Список використаних джерел:**

1. Калянов Г. Н. CASE – структурный системный анализ (автоматизация и применение). М.: ЛОРИ, 1996. 242 с.

2. Тарасов А. Ф., Билык Г. Б., Сагайда П. И., Винников М. А., Короткий С. А. Системные методы в автоматизации проектирования изделий машиностроения. Краматорск: ДГМА, 2005. 240 с.

3. Мацулевич О. Є., Щербина В. М. Використання пакету прикладних програм NETCRACKER. *Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції з міжнар. участю, м. Мелітополь, 11-13 вересня 2017 р., присвяченої 85-річчю кафедри вищої математики і фізики ТДАТУ. Мелітополь, 2017. С. 107-108.*

4. Корчинський В. М., Свинаренко Д. М., Мацулевич О. Є. Методи підвищення інформаційних показників багатоспектральних зображень на основі ортогоналізації даних. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2014. Вип. 14(2). С. 264-270.*

5. Пихтеева І. В., Дмитрієв Ю. О., Антонова Г. В., Спірінцев В. В. Методика моделювання плоских обводів дугами парабол при виконанні лабораторних робіт здобівачами вищої освіти ТДАТУ. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. м. Мелітополь, 27-29 травня 2020 р.. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 271-275.*