

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ПІД ЧАС КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДІЯЛЬНОСТІ

На основі проведеного аналізу визначено напрямки підвищення конкурентоспроможності, які полягають у застосуванні технологій комп'ютерного проектування. Як один з базових принципів при реалізації технологій комп'ютерного проектування об'єктів діяльності розглянуто принцип декомпозиції. Застосування принципу декомпозиції продемонстровано на конкретному прикладі з реалізацією програмного застосування.

Ключові слова: декомпозиція, комп'ютерне проектування, об'єкт діяльності, автоматизоване проектування.

O.A. PASICHNYK
Khmelnytsky National University

APPLICATION OF THE PRINCIPLE OF DECOMPOSITION AT COMPUTER PROTECTION OF ACTIVITY OBJECTS

Basic preconditions for the competitiveness of enterprises in modern conditions is the output: best quality; lower costs; shorter time to market. To achieve the desired results in modern conditions perhaps only by intensification and optimization at all stages of object creation - search design, design, technological preparation of production, manufacturing a prototype, the development of mass production, meet the needs of the operation. Fundamentally insurmountable obstacle for the solution of these problems is low rate of increase of labour productivity of the designer due to the physiological limitations of man. Among the various ways to improve the quality and productivity of design activity is the most effective automation based on modern means of computer technology or the application of computer technologies. From a methodological point of view, design is a process of transformation of the source description object in the final on the basis of the completion of the work package research, design and engineering and the design of the object is the creation and presentation in an appropriate form the image of this non-existing object. The result of designing is a complete set of documentation containing sufficient information for making an object under specified conditions. This documentation (draft) is the final description of the object. Design of complex objects based on the application of ideas and principles of several theories and approaches. The most common is a system approach. The basic common principle of the system approach consists in considering phenomena or parts of a complex system, taking into account their interaction, that is, includes the identification of system structure, logical relationships, determination of attributes, analysis of the influence of the external environment. The application of the decomposition principle in computer design activities for example definition of surface area, volume and mass three-dimensional object with complex geometric shapes, symmetrical about the axis. For this part of complex shape is divided into elements (fences) a simple geometry. On the basis of this analysis, the directions of increase of competitiveness that is in the application of technologies of computer designing. As one of the basic principles when implementing technology computer-aided design activities the principle of decomposition. Application of the decomposition principle is demonstrated on a specific example implementation of the software application.

Key words: decomposition, computer design, object of activity, automated designing.

Вступ

Основними передумовами конкурентоспроможності підприємств в сучасних умовах є випуск продукції: кращої якості; нижчої вартості; з коротшими термінами надходження на ринок. Досягнути бажаних результатів в сучасних умовах можливо лише шляхом інтенсифікації та оптимізації на всіх етапах створення об'єктів - пошукового проектування, конструювання, технологічної підготовки виробництва, виготовлення дослідного зразка, освоєння серійного виробництва, задоволення потреб в процесі експлуатації [1].

За сучасного рівня та можливостей технології реальним є освоєння виробництва практично будь-яких виробів. Сучасний стан розвитку об'єктів діяльності характеризується чітко вираженими якісними змінами в бік їх суттєвого й принципового ускладнення, що спричиняє інформаційний вибух в питаннях обсягів різноманітної документації. В таких умовах темпи технічного прогресу визначаються темпами розробки нових проектних рішень, тобто підвищення якості та продуктивності процесу проектування є головною умовою зростання ефективності виробництва.

Принципово нездоланною перешкодою для вирішення цих проблем є наднизькі темпи підвищення продуктивності праці проектувальника обумовлені психофізіологічними обмеженнями людини. Серед різноманітних шляхів підвищення якості та продуктивності проектно-конструкторської діяльності найбільш ефективним є автоматизація на основі сучасних засобів обчислювальної техніки або застосування комп'ютерних технологій проектування.

Практичною реалізацією технологій комп'ютерного проектування в сучасній виробничій діяльності є застосування систем автоматизованого проектування (САПР) або CAD, CAE, CAM, CAx, EDA, CAPP, PDM, PLM, а в найбільш загальному вигляді структура всякої діяльності складається з декількох елементів, три з яких є базовими – суб'єкт діяльності, об'єкт діяльності, зв'язки (взаємозв'язки) між ними, що мають різну форму, сполучення та часовий характер.

З методологічної точки зору проектування представляє собою процес перетворення вихідного опису об'єкта в остаточний на основі виконання комплексу робіт дослідного, розрахункового та конструкторського характеру, а проектування об'єкта – це створення, перетворення та представлення у прийнятній формі образу цього ще не існуючого об'єкта. Результатом проектування є повний комплект

документації, що містить достатні відомості для виготовлення об'єкта в заданих умовах. Ця документація (проект) є остаточним описом об'єкта.

Проектування складних об'єктів ґрунтується на застосуванні ідей та принципів ряду теорій та підходів. Найбільш загальним є системний підхід.

Основний загальний принцип системного підходу полягає у розгляді частин явищ або складної системи з урахування їх взаємодії, тобто включає в себе виявлення структури системи, типізацію зав'язків, визначення атрибутів, аналіз впливу зовнішнього середовища.

При проектуванні складних технічних систем використовується розділ теорії систем – системотехніка.

Інтерпретація та конкретизація системності підходу полягає у застосуванні таких основних принципів, компонент або підходів як структурного, блочно-ієрархічного, об'єктно-орієнтованого.

При структурному підході з компонентів та блоків синтезуються варіанти системи, які в подальшому оцінюються з частковим перебором та попереднім прогнозуванням характеристик складових. Блочно-ієрархічний підхід полягає у декомпозиції складних об'єктів та засобів їх створення на ієрархічні рівні та аспекти, застосуванні принципів етапності та ітераційності, встановлює зв'язок між параметрами рівнів. Об'єктно-орієнтований підхід, що базується на принципах інкапсуляції, наслідування та поліморфізму, широко використовується при розробці інформаційних систем та, насамперед, програмного забезпечення. Його застосування при проектуванні полягає у типізації та уніфікації проектних рішень та засобів проектування.

У розвитку теорії та практики автоматизованого проектування спостерігаються дві взаємопов'язані тенденції – ускладнення об'єктів проектування та перехід від автоматизації окремих процедур або етапів проектування до створення інтегрованих САПР, які охоплюють весь процес проектування виробів або навіть всю діяльність проектно-конструкторської установи [2, 3].

У зв'язку з цим виникає необхідність розглядати САПР та виробу, які проектуються з її допомогою, як складні технічні системи, що складаються з різномірних, але взаємопов'язаних компонентів.

Основна частина

Розглянемо застосування принципу декомпозиції при комп'ютерному проектуванні об'єктів діяльності на прикладі визначення площі поверхні, об'єму та маси тривимірного об'єкту складної геометричної форми симетричного відносно осі (рис. 1).

На початку визначено об'єм деталі. Задля цього деталь складної форми розіб'ємо на елементи – частини простої геометрії (рис. 2).

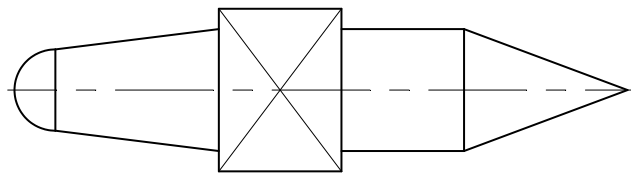


Рис. 1. Об'єкт симетричних відносно осі

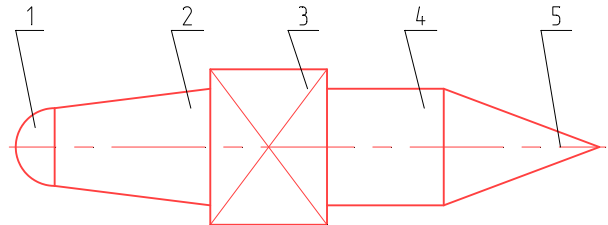


Рис. 2. Представлення деталі як сукупності елементів простої геометричної форми

Наведена деталь та її елементи однозначно визначаються скінченим переліком геометричних параметрів (рис. 3), які є змінними топологічно стаціонарної моделі.

Для наочності прикладу призначимо для геометричних параметрів розміри як наведено на рис. 4.

Таким чином наша деталь представляє собою сукупність таких елементів:

- елемент 1 – напівсфера радіусом $R_1 = 10$ мм,
- елемент 2 – усічений конус висотою $h_2 = 40$ мм, з круговими основами діаметрами $r_2 = 10$ мм (діаметр 20 мм на кресленні) та $R_2 = 15$ мм (діаметр 30 мм на кресленні),
- елемент 3 – квадратна призма висотою $h_3 = 30$ мм та стороною основи $a_3 = 40$ мм,
- елемент 4 – циліндр висотою $h_4 = 30$ мм та радіусом $R_4 = 15$ мм (діаметр 30 мм на кресленні),
- елемент 5 – конус висотою $h_5 = 40$ мм та радіусом основи $R_5 = 15$ мм (діаметр 30 мм на кресленні).

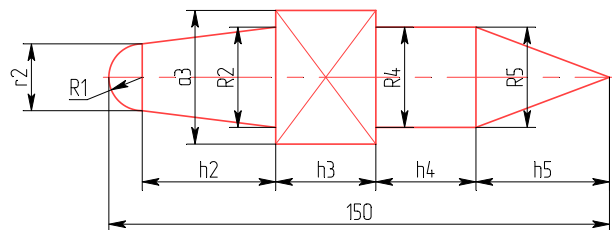


Рис. 3. Геометричні параметри елементів

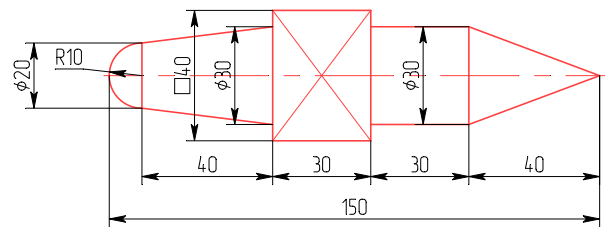


Рис. 4. Приклад розмірів геометричних параметрів елементів

В нашому випадку об'єм деталі визначається як сума об'ємів елементів згідно з співвідношенням (рис. 5):

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5. \quad (1)$$

Визначимо величини об'ємів елементів:

- для елемента 1 – $V_1 = \frac{4\pi R_1^3}{6} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^3}{6} = 2093 \text{ мм}^3$,

- для елемента 2 – $V_2 = \frac{\pi h_2}{3} (R_2^2 + R_2 r_2 + r_2^2) = \frac{3,14 \cdot 40}{3} (15^2 + 15 \cdot 10 + 10^2) = 19886 \text{ мм}^3$,

- для елемента 3 – $V_3 = a_3^2 h_3 = 40^2 \cdot 30 = 48000 \text{ мм}^3$,

- для елемента 4 – $V_4 = \pi R_4^2 h_4 = 3,14 \cdot 15^2 \cdot 30 = 20925 \text{ мм}^3$,

- для елемента 5 – $V_5 = \frac{\pi R_5^2 h_5}{3} = \frac{3,14 \cdot 15^2 \cdot 40}{3} = 28260 \text{ мм}^3$.

Тоді загальний об'єм, згідно з залежністю (7.1), становить

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 2093 + 19886 + 48000 + 20925 + 28260 = 119164 \text{ мм}^3.$$

В нашому випадку площа поверхні деталі (рис. 6) визначається як сума площ поверхонь елементів згідно з співвідношенням:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7. \quad (2)$$

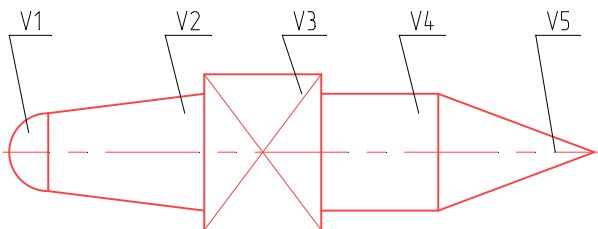


Рис. 5. Представлення об'єму деталі як сукупності об'ємів елементів простої геометричної форми

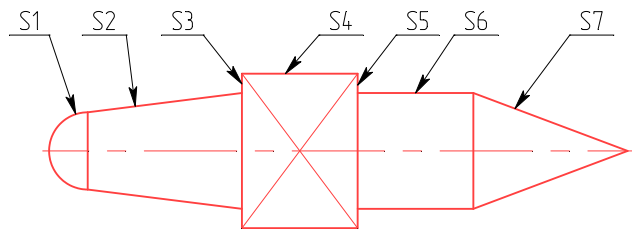


Рис. 6. Представлення площі поверхні деталі як сукупності площ поверхонь об'ємів елементів простої геометричної форми

Визначимо величини площ поверхні елементів (з урахуванням рис. 4):

- бічна поверхня елемента 1 – $S_1 = \pi R_1^2 = 3,14 \cdot 10^2 = 314 \text{ мм}^2$,

- бічна поверхня елемента 2 – $S_2 = \pi (R_2 + r_2) \sqrt{h_2^2 + (R_2 - r_2)^2} = 3,14 (15^2 + 10^2) \sqrt{40^2 + (15 - 10)^2} = 1060 \text{ мм}^2$,

- торцева поверхня елемента 3 без частини, що перекривається елементом 2 – $S_3 = a_3^2 - \pi R_2^2 = 40^2 - 3,14 \cdot 15^2 = 893,5 \text{ мм}^2$,

- бічна поверхня елемента 3 – $S_4 = 4a_3 h_3 = 4 \cdot 40 \cdot 30 = 4800 \text{ мм}^2$,

- торцева поверхня елемента 3 без частини, що перекривається елементом 4 – $S_5 = a_3^2 - \pi R_4^2 = 40^2 - 3,14 \cdot 15^2 = 893,5 \text{ мм}^2$,

- бічна поверхня елемента 4 – $S_6 = 2\pi R_4 h_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 30 = 2826 \text{ мм}^2$,

- бічна поверхня елемента 5 – $S_7 = \pi R_5 \sqrt{R_5^2 + h_5^2} = 3,14 \cdot 15 \sqrt{15^2 + 40^2} = 2012 \text{ мм}^2$.

Тоді загальна площа поверхні, згідно з залежністю (7.2), становить

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 = 314 + 1060 + 893,5 + 4800 + 893,5 + 2826 + 2012 = 12799 \text{ мм}^2.$$

Для визначення маси деталі слід її об'єм помножити на густину.

Аналогічним чином можливо визначити об'єм, площу поверхні та масу деталей інших довільних форм. Якщо деталь має порожнини, то при розрахунку загального об'єму їх об'єм віднімається, а при визначенні загальної площі поверхні їх площа поверхні додається.

Як приклад практичної реалізації принципу декомпозиції було реалізовано програмний додаток (рис. 7).

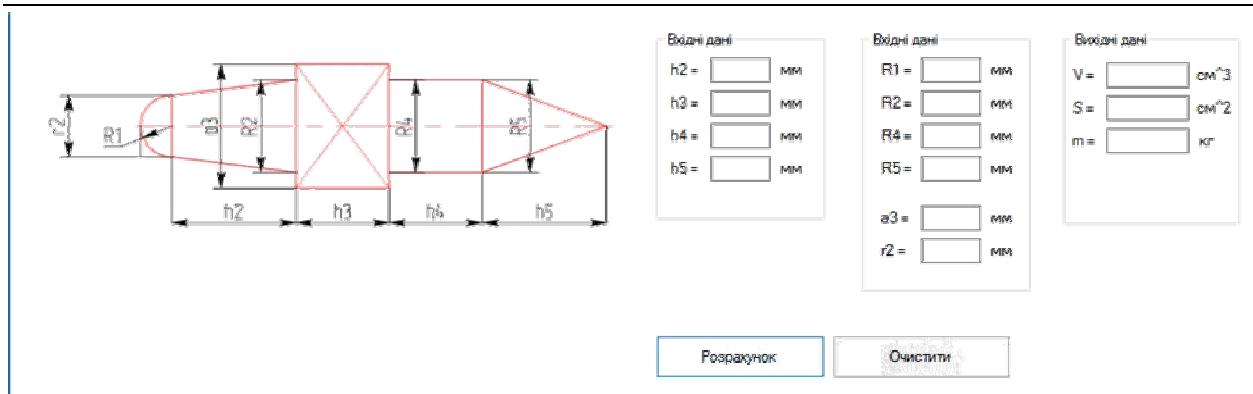


Рис. 7. Вікно програми

Лістинг програми

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace lab7
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        static double rho = 7.850; //г/мм³ - густина сталі
        double V, S, h2, h3, h4, h5, R1, R2, a3, R4, R5, r2, m = 0;
        private void textBox3_TextChanged(object sender, EventArgs e)
        private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
        public double volume() //об'єм
        {
            double v1, v2, v3, v4, v5;
            v1=(4*Math.PI*Math.Pow(R1,3))/6;
            v2=(Math.PI*h2/3)*(Math.Pow(R2,2)+R2+Math.Pow(r2,2));
            v3=Math.Pow(a3,2)*h3;
            v4=Math.PI*Math.Pow(R4,2)*h4;
            v5=(Math.PI*Math.Pow(R5,2)*h5)/3;
            V=(v4+v3+v5+v1+v2)/1000; //сантиметри кубічні
            return V;
        }
        public double square() //площа поверхні
        {
            double s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7;
            s1=Math.PI*Math.Pow(R1,2);
            s2= Math.PI*(R2+r2)*Math.Sqrt(Math.Pow(h2,2)+Math.Pow(R2-r2,2));
            s3=Math.Pow(a3,2)-Math.PI*Math.Pow(R2,2);
            s4=4*a3*h3;
            s5=Math.Pow(a3,2)-Math.PI*Math.Pow(R4,2);
            s6=2*Math.PI*R4*h4;
            s7=Math.PI*a3*Math.Sqrt(Math.Pow(R5,2)+Math.Pow(h5,2));
            S=(s1+s2+s3+s4+s5+s6+s7)/100; //сантиметри квадратні
            return S;
        }
        public double weight() //маса
        {
            m=rho*V/1000; //кілограми
            return m;
        }
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
        }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    }
}

```

```

{
    h2 = Convert.ToDouble(textBox3.Text);
    h3 = Convert.ToDouble(textBox4.Text);
    h4 = Convert.ToDouble(textBox1.Text);
    h5 = Convert.ToDouble(textBox5.Text);
    R1 = Convert.ToDouble(textBox13.Text);
    R2 = Convert.ToDouble(textBox8.Text);
    a3 = Convert.ToDouble(textBox12.Text);
    R4 = Convert.ToDouble(textBox6.Text);
    R5 = Convert.ToDouble(textBox7.Text);
    r2 = Convert.ToDouble(textBox14.Text);
    textBox9.Text = Convert.ToString(volume()); //см^3
    textBox10.Text = Convert.ToString(square()); //см^2
    textBox11.Text = Convert.ToString(weight()); //кілограми
    //label1.Text = volume();
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Clear();
    textBox3.Clear();
    textBox4.Clear();
    textBox5.Clear();
    textBox6.Clear();
    textBox7.Clear();
    textBox8.Clear();
    textBox12.Clear();
    textBox13.Clear();
    textBox14.Clear();
    textBox9.Clear();
    textBox10.Clear();
    textBox11.Clear();
}
}
}

```

Висновки

На основі проведеного аналізу визначено напрямки підвищення конкурентоспроможності, які полягають у застосуванні технологій комп'ютерного проектування. Як один з базових принципів при реалізації технологій комп'ютерного проектування об'єктів діяльності розглянуто принцип декомпозиції. Застосування принципу декомпозиції продемонстровано на конкретному прикладі з реалізацією програмного застосування.

Література

1. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Ли К. – СПб : Питер, 2004. – 560 с.
2. Шалумов А.С. Введение в CALS-технологии / Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. – Ковров : КГТА, 2002. – 137 с.
3. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / Вендров А.М. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 175 с.

References

1. Li K. Osnovyi SAPR (CAD/CAM/CAE) / Li K. – SPb.: Piter, 2004. – 560 s.
2. Shalumov A.S. Vvedenie v CALS-tehnologii / Shalumov A.S., Nikishkin S.I., Noskov V.N. - Kovrov: KGTA, 2002. - 137 s.
3. Vendrov A.M. CASE-tehnologii. Sovremennyye metody i sredstva proektirovaniya informatsionnyih sistem / Vendrov A.M. – M.: Finansy i statistika, 2008. – 175 s.

Рецензія/Peer review : 26.03.2018 р.

Надрукована/Printed :24.05.2018 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Сорокатиї Р.В.