



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра обчислювальної техніки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з програмного модулю
"Комп'ютерна графіка"

Розробник: старший викладач Саверченко В.Г.
(посада, вчена ступінь та звання П.І.Б.)

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від 30 серпня 2017 р.

Завідувач кафедри ОТ
Стіренко С.Г.
(прізвище, ініціали)

(підпис)

Київ – 2017.

ЗМІСТ

Вступ.	4
Лабораторна робота № 1. Побудова графіка поверхні.	5
Завдання на лабораторну роботу № 1.	8
Лабораторна робота № 2. Ділова графіка.	9
Завдання на лабораторну роботу № 2.	12
Лабораторна робота № 3. Анімація.	13
Завдання на лабораторну роботу № 3.	16
Лабораторна робота № 4. Перетворення у просторі (каркасна модель).	17
Завдання на лабораторну роботу № 4.	19
Лабораторна робота № 5. Алгоритми видалення (каркасна модель).	20
Завдання на лабораторну роботу № 5.	21
Лабораторна робота № 6. Зафарбовування поверхонь.	22
Завдання на лабораторну роботу № 6.	24
Лабораторна робота № 7. Зображення схем електричних принципових.	25
Завдання на лабораторну роботу № 7.	27
Лабораторна робота № 8. Зображення друкарських плат.	28
Завдання на лабораторну роботу № 8.	30
Література.	31

Вступ.

Швидкий розвиток обчислювальних засобів, розширення їхніх можливостей є головними факторами для більш широкого впровадження персональних комп'ютерів в різні сфери наукової і практичної діяльності. Винятково інтенсивно розвивається напрямок комп'ютерної графіки.

Комп'ютерною графікою називається наукова дисципліна про математичне моделювання геометричних форм і вигляду об'єктів, а також методів візуалізації різної інформації за допомогою технічних і програмних засобів комп'ютера.

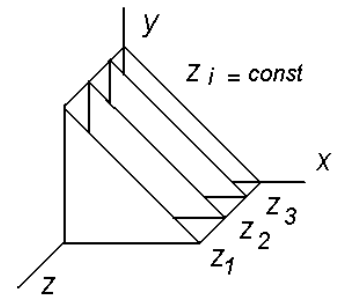
Зорове сприйняття інформації для людини відіграє виняткову роль. Ємність і швидкість сприйняття зорових образів дуже великі.

Розвиток комп'ютерної графіки почався з появою пристроїв графічного виводу - дисплеїв. Термін «інтерактивна» комп'ютерна графіка визначає, що можна вести діалог і впливати на формування зображення.

Лабораторна робота № 1. Побудова графіка поверхні.

У багатьох застосуваннях комп'ютерної графіки потрібно побудувати тривимірний графік функції, що дозволяє отримати наочне уявлення про складні поверхні. Найчастіше використовують правосторонню систему координат.

При побудові функції поверхні на екрані монітора виникає необхідність в приведенні 3-х мірного завдання до двовимірного. Це можна здійснити шляхом перетину початкової поверхні послідовністю паралельних січних площин, що мають постійні значення координат X , Y або Z . В цьому випадку поверхня представляється у вигляді послідовності кривих, лежачих в кожній з цієї площині. Найчастіше використовується площина з постійною координатою z . При цьому функція $F(x, y, z) = 0$ зводиться до послідовності кривих $y = f_1(x, z)$ або $x = f_2(y, z)$, де z має постійне значення для кожної площини. Потім отримані криві проектується на площину $Z = 0$.



Узагальнивши цей алгоритм, можна відтворювати функції, використовуючи полігональну сітку.

При побудові тривимірних графіків поверхня найчастіше може бути задана: 1) у вигляді рівняння $z = F(x, y)$; 2) у параметричному вигляді $x = F_1(\theta, \varphi)$, $y = F_2(\theta, \varphi)$, $z = F_3(\theta, \varphi)$; 3) обертанням деякої кривої $f(x)$ довкола осі X або Y .

Для побудови таких поверхонь застосовуються різні програмні засоби. Найлегше це можна виконати при використанні систем для математичних і інженерних розрахунків, таких як MathCad.

У системі Mathcad передбачена можливість побудови графіків функцій різного вигляду. У спільному випадку, для побудови двовимірного або тривимірного графіка необхідно виконати наступні дії:

1. Задати графік або у вигляді математичної залежності функцій від аргументів, або у вигляді масивів крапок по відповідних осях.
2. За допомогою панелі Insert (Вставити) вибрати кнопку Графік (Graph).
3. Серед набору шаблонів, що надаються, вибрати необхідний вид графіка.
4. Ввести в шаблони графіка по відповідних осях значення аргументів і

функцій, заданих у вигляді функціональних залежностей або у вигляді масивів крапок на графіку.

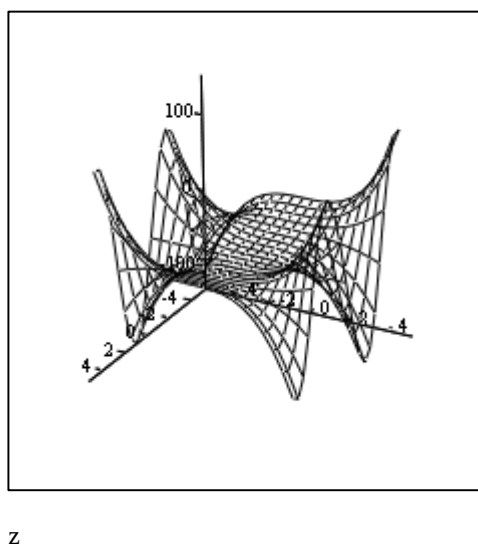
5. У разі потреби задати межі зміни величин, що відображуються.

Використовуючи праву кнопку миші, можна змінювати параметри графіка (властивості).

Допускається побудова графіків функцій від однієї або двох змінних, графіків в декартовій або полярній системах координат, графіків з параметричним завданням функцій, побудова графіків лави функцій на одному малюнку, тривимірних графіків поверхонь, заданих у функціональному вигляді або по матриці аплікат їх крапок та інше.

$$f(x,y) := x^2 + y^3 \cdot \sin(x)$$

$$z(x,y) := f(x,y)$$

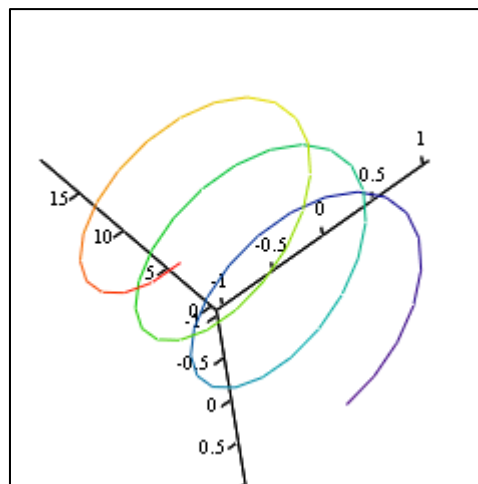


$$f1(n) := \cos(6\pi \cdot n) \quad f2(n) := \sin(6\pi \cdot n) \quad f3(n) := (6\pi \cdot n)$$

$$X(n) := f1(n)$$

$$Y(n) := f2(n)$$

$$Z(n) := f3(n)$$



(X, Y, Z)

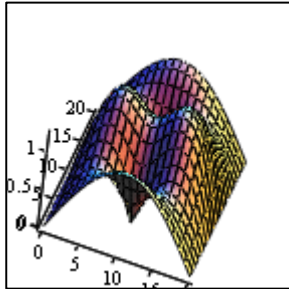
$$N := 20$$

$$i := 0..N \quad j := 0..N$$

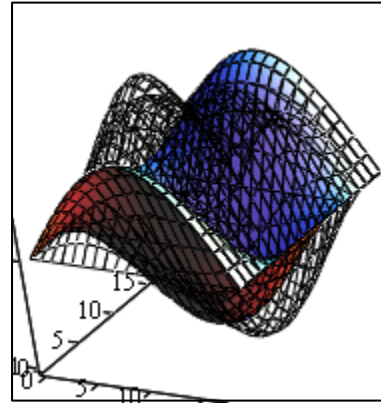
$$\phi_i := i \cdot \frac{\pi}{N} \quad \theta_j := j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{N}$$

$$X_{i,j} := \sin(\phi_i) \cdot \cos(\theta_j) \quad Y_{j,i} := \sin(\phi_i) \cdot \sin(\theta_j)$$

$$Z_{i,j} := \sqrt{(X_{i,j})^2 + (Y_{i,j})^2}$$



Z



X, Y, Z

Завдання на лабораторну роботу № 1.

Використовуючи довільні програмні засоби побудувати графік поверхні, заданої математично, згідно варіанту.

Варіанти завдань:

1) $x = \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = \varphi + \vartheta$	2) $z = \sin(x) * \cos(y)$	3) $x = \sin(\phi) + \cos(\theta)$ $y = \sin(\phi) + \sin(\theta)$ $z = \sqrt{\sin^2(\phi) * \cos^2(\theta) + \sin^2(\phi) * \sin^2(\theta)}$	4) $x = R * \cos(\varphi)$ $y = R * \sin(\varphi)$ $z = 1..H$
5) $z = \frac{(x-a)^2}{a} - \frac{(y-b)^2}{b}$	6) $x = R * \cos(\varphi)$ $y = R * \sin(\varphi)$ $z = 1..H$	7) $z = \frac{(x-a)^2}{a} + \frac{(y-b)^2}{b}$	8) $z = 1 - \left[\frac{(x-a)^2}{a} + \frac{(y-b)^2}{b} \right]$
9) $x = \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = \sqrt{x^2 + y^2}$	10) $x = R * \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = R * \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = R * \cos(\phi)$	11) $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$	12) $z = \sin(\sqrt{x^2 + y^2})$
13) $z = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$	14) $x = (R + r * \cos(\varphi)) * \cos(\theta)$ $y = (R + r * \cos(\varphi)) * \sin(\theta)$ $z = r * \sin(\varphi)$	15) $x = (r + \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\varphi}{2})) * \cos(\varphi)$ $y = (r + \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\varphi}{2})) * \sin(\varphi)$ $z = \theta * \sin(\frac{\varphi}{2})$	16) $x = \vartheta * \cos^2(\varphi)$ $y = \vartheta * \sin(2 * \phi)$ $x = \vartheta * \cos(\varphi)$

Лабораторна робота № 2. Ділова графіка.

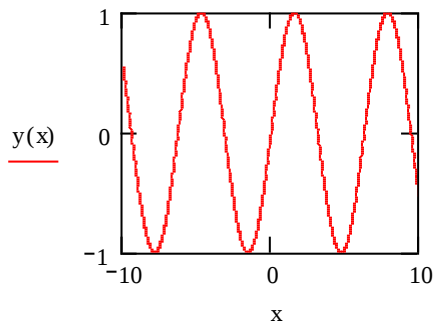
При сприйнятті інформації велике значення має форма представлення самої інформації. Самою наочною є графічна форма представлення інформації: графіки і різні діаграми, що відносяться до ділової графіки. Така форма представлення інформації дозволяє істотно збільшити об'єм і швидкість сприймання інформації мозком людини. Крім того, легше сприймається характер зміни даних і покращується їх порівняльний аналіз.

Ділова графіка призначена для наочного представлення чисельних показників роботи різних організацій та установ, таких як статистична і звітна документація, різні ілюстративні матеріали і тому подібне. Програмні засоби ділової графіки – графіки, секторні діаграми, гістограми (стовбчасті діаграми) включаються до складу різних мов програмування, електронних таблиць і процесорів.

Різноманітні засоби ділової графіки використовуються в табличному процесорі MS EXCEL (майстер побудови діаграм) і системі MATHCAD, що практично позбавляє від необхідності програмування.

У системі MATHCAD побудова графіка функції аналогічна побудові поверхонь функції, що розглянуто в лабораторній роботі №1. Наприклад,

$$y(x) := \sin(x)$$

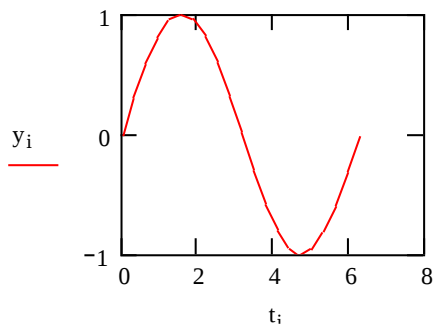


$$N := 20$$

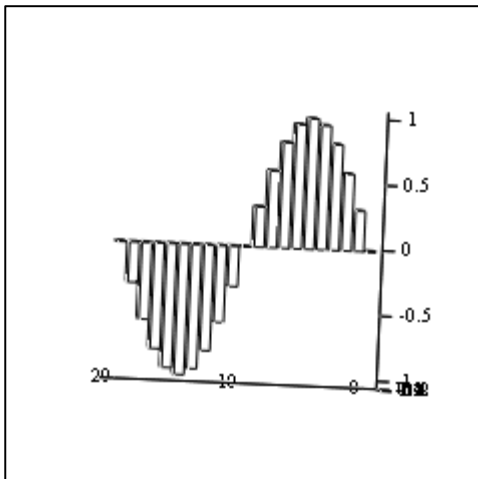
$$i := 0..N$$

$$t_i := 2 \cdot \frac{\pi \cdot i}{N}$$

$$y_i := \sin(t_i)$$

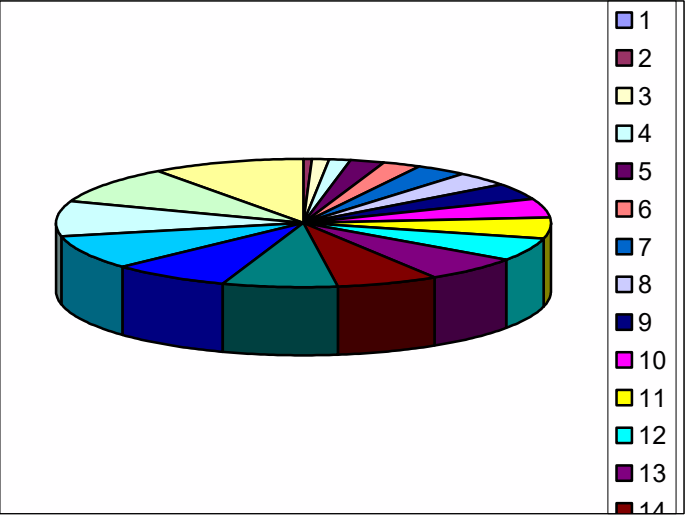


У системі MATHCAD є можливість побудови тривимірних гістограм, висота стовпців яких визначається значенням координати .



у

Підключення нових компонент в системі MATHCAD можна використовувати в панелі Insert (Вставити) команду Component (Компонент) з переліку допустимих, наприклад, Excel або Axum Graph.



Завдання на лабораторну роботу № 2.

Використовуючи довільні програмні засоби побудувати графіки, гістограми та секторні діаграми за даними формулами згідно варіанту.

Варіанти завдань.

1) $x = \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = \varphi + \vartheta$	2) $z = \sin(x) * \cos(y)$	3) $x = \sin(\phi) + \cos(\theta)$ $y = \sin(\phi) + \sin(\theta)$ $z = \sqrt{\sin^2(\phi) * \cos^2(\theta) + \sin^2(\phi) * \sin^2(\theta)}$	4) $x = R * \cos(\varphi)$ $y = R * \sin(\varphi)$ $z = 1..H$
5) $z = \frac{(x-a)^2}{a} - \frac{(y-b)^2}{b}$	6) $x = R * \cos(\varphi)$ $y = R * \sin(\varphi)$ $z = 1..H$	7) $z = \frac{(x-a)^2}{a} + \frac{(y-b)^2}{b}$	8) $z = 1 - \left[\frac{(x-a)^2}{a} + \frac{(y-b)^2}{b} \right]$
9) $x = \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = \sqrt{x^2 + y^2}$	10) $x = R * \sin(\varphi) * \cos(\theta)$ $y = R * \sin(\varphi) * \sin(\theta)$ $z = R * \cos(\phi)$	11) $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$	12) $z = \sin(\sqrt{x^2 + y^2})$
13) $z = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$	14) $x = (R + r * \cos(\varphi)) * \cos(\theta)$ $y = (R + r * \cos(\varphi)) * \sin(\theta)$ $z = r * \sin(\varphi)$	15) $x = (r + \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\varphi}{2})) * \cos(\varphi)$ $y = (r + \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\varphi}{2})) * \sin(\varphi)$ $z = \theta * \sin(\frac{\varphi}{2})$	16) $x = \vartheta * \cos^2(\varphi)$ $y = \vartheta * \sin(2 * \phi)$ $x = \vartheta * \cos(\varphi)$

Лабораторна робота № 3. Анімація.

Анімаційні зображення створюються і переміщуються по екрану монітора відповідно до заданої траєкторії руху.

При створенні анімаційних зображень застосовуються досить складні алгоритми, які використовують великий об'єм даних. Траєкторії руху зображення можуть задаватися у вигляді масивів даних, математичних формул або алгоритмічним шляхом (наприклад, аналізуючи код натиснутої клавіші).

Анімаційні зображення формуються на основі деякого рухомого спрайту (елементу) по екрану і відновлення фону, по якому відбувається рух спрайту.

Один з найпоширеніших способів руху спрайту по екрану полягає в наступному: вивести спрайт на екран; стерти спрайт з деяким запізненням; вивести спрайт в нове положення. Цей процес відбувається досить швидко і створюється ілюзія руху спрайту по екрану.

У системі Mathcad передбачена можливість виконання анімації. У загальному випадку, анімувати можна все, якщо задати залежність деякого зображення від номера кадру, а потім, використовуючи програмні засоби операційної системи, відтворювати ці кадри у часі.

Розглянемо можливості анімації системи Mathcad на прикладі руху деякого об'єкту по заданому графіку. Принцип анімації полягає в наступному. У системі Mathcad є вбудована системна змінна FRAME, яка відповідає номеру поточного кадру. Для анімації необхідно побудувати такий графік функції, де змінна FRAME використовується як один з аргументів функції, а об'єкт, що рухається повинен бути складовим елементом, що відтворює сам графік. Змінна FRAME набуває тільки цілочисельних значень (за умовчанням вона змінюється від 0 до 9 з кроком 1). Завдання іншого діапазону змінної FRAME здійснюється у меню View у вікні виконання команди Animate. У цьому вікні задається швидкість виведення кадрів (за умовчанням вона рівна 10 кадрів в секунду). Після виконання команди Animate створюються кадри анімованого графіка функції. Потім автоматично викликається програма відеопрогравача, яка і відтворює дані кадри.

При створенні анімаційних зображень графіків всі кадри мають однакові розміри і положення на екрані. Їх вивід здійснюється послідовно один за іншим, що і створює анімацію.

Підготовка до анімації.

1. Для побудови анімованого графіка необхідно задати змінну FRAME як ранжирувану змінну. Наприклад, $a := FRAME$.

2. Як аргумент функції необхідно використовувати змінну FRAME, значення якої визначатимуть вид функції в кожному кадрі анімованого графіка. Наприклад $f(x) := -(x^2 * 9.8)$.

3. У меню Insert вибрати необхідні шаблони графіків функції $f(x)$ і $f(a)$. При цьому графік $f(x)$ визначає траєкторію руху, а графік $f(a)$ – об'єкт руху, по заданій траєкторії.

4. З меню View вибрати команду Animate.

5. У діалоговому вікні задати необхідні параметри анімації.

6. Виділити мишею графік функції.

Створення кадрів зображення.

1. Натиснути на кнопку Animate вікна параметрів анімації.

2. У вікні поглядання спостерігається створення послідовності анімаційних кадрів, а нижче вікна відбувається зміна FRAME.

3. За допомогою кнопки Options можна вибрати необхідні параметри, наприклад, формат стискування та ін.

4. По закінченню створення кадрів автоматично з'явиться у вікні програвач Playback.

Відтворення анімованого малюнку

1. Активізувати вікно програвача і спостерігати зміну графіка у часі.

2. Здійснити запис анімації на диск, натиснув кнопку Save As.

3. При необхідності можна змінити розміри вікна.

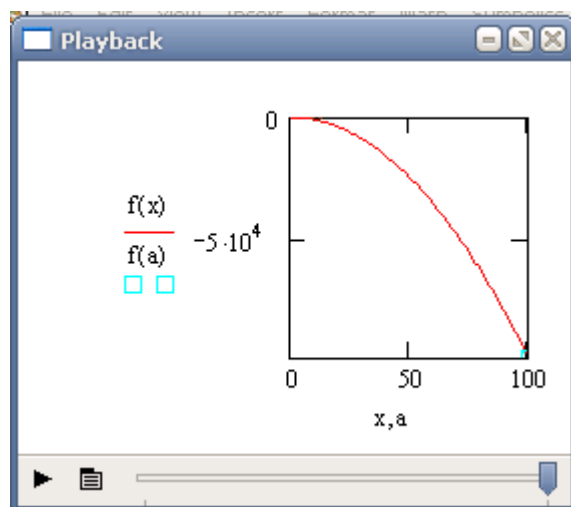
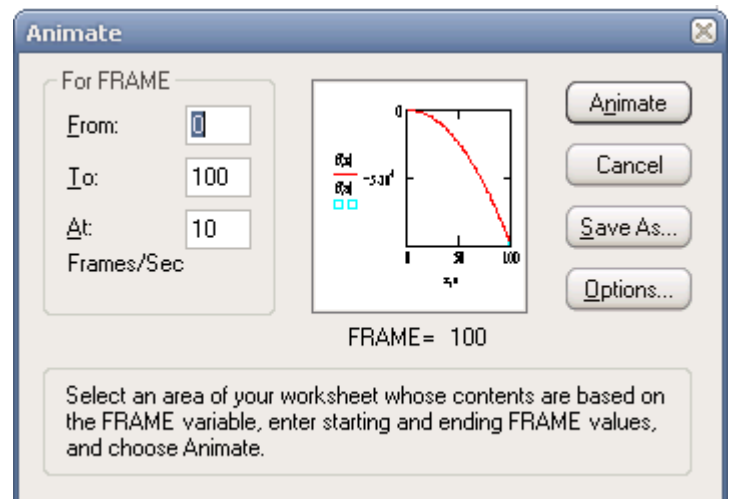
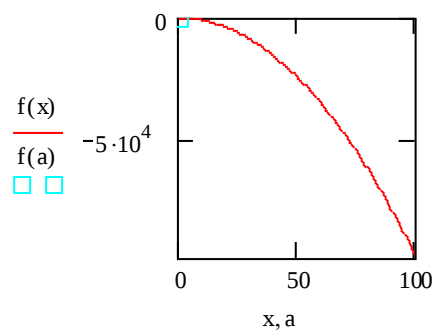
4. При стрибкоподібному відтворенні анімації необхідно відключити всі параметри автоматичного масштабування графіків.

5. Здійснити виклик програвача Playback з меню View.

6. Відтворити файл анімації.

$$f(x) := -\left(x^2 \cdot 9.8\right) \quad x := 0..100$$

a := FRAME



Завдання на лабораторну роботу № 3.

Побудувати довільне рухоме зображення по заданій траєкторії.

1 По колу за годинниковою стрілкою	2 По колу проти годинникової стрілки	3 По верхній частині кола за годинниковою стрілкою	4 По нижній частині кола за годинниковою стрілкою
5 По верхній частині кола проти годинникової стрілки	6 По нижній частині кола проти годинникової стрілки	7 По лівій частині кола за годинниковою стрілкою	8 По лівій ч частині кола проти годинникової стрілки
9 По правій частині кола за годинниковою стрілкою	10 По правій частині кола проти годинникової стрілки	11 По квадрату за годинниковою стрілкою	12 По квадрату проти годинникової стрілки
13 По верхній частині квадрата за годинниковою стрілкою	14 По нижній частині квадрата за годинниковою стрілкою	15 По верхній частині квадрата проти годинникової стрілки	16 По нижній частині квадрата проти годинникової стрілки

Лабораторна робота № 4. Перетворення у просторі (каркасна модель).

Найбільш часто у комп'ютерній графіці виникає потреба використовувати тривимірні об'єкти. Однією з найпростіших форм тривимірних об'єктів є 3D каркасні моделі, що утворюються набором ребер.

Перетворення у просторі у загальному вигляді описуються як $M^* = M \cdot A$, де M – матриця координат об'єкту до перетворення; A – матриця перетворення; M^* – матриця координат об'єкту після перетворення. Перетворення у просторі розглянемо на прикладі обертання каркасної моделі об'єкту на кут φ одночасно навколо двох вісей – навколо вісі Y і навколо вісі X .

Будемо використовувати правосторонню систему координат. Матриця обертання навколо осі X дорівнює:

$$R_x = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi & 0 \\ 0 & -\sin\varphi & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Матриця обертання навколо осі Y дорівнює:

$$R_y = \begin{vmatrix} \cos\varphi & 0 & -\sin\varphi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\varphi & 0 & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Тоді матриця обертання на кут φ навколо навколо осі Y і навколо осі X буде

$$A = R_x * R_y$$

Наведемо програму у системі Mathcad для одночасного обертання навколо осі Y і навколо осі X каркасної моделі куба з центром у початку координат

$$\text{CUB} := \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$N := 40$$

$$\psi := 2 \frac{\pi}{N}$$

$$a := \text{FRAME}$$

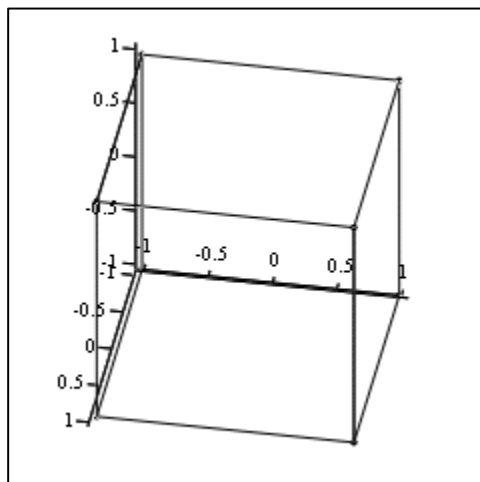
$$R_1 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\psi \cdot a) & \sin(\psi \cdot a) \\ 0 & -\sin(\psi \cdot a) & \cos(\psi \cdot a) \end{pmatrix}$$

$$R_2 := \begin{pmatrix} \cos(\psi \cdot a) & 0 & -\sin(\psi \cdot a) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\psi \cdot a) & 0 & \cos(\psi \cdot a) \end{pmatrix}$$

$$R := R_1 \cdot R_2$$

$$\text{CUBVR} := \text{CUB} \cdot R$$

$$x := \text{CUBVR}^{\langle 0 \rangle} \quad y := \text{CUBVR}^{\langle 1 \rangle} \quad z := \text{CUBVR}^{\langle 2 \rangle}$$

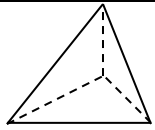
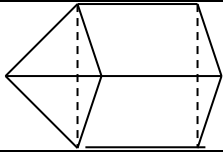
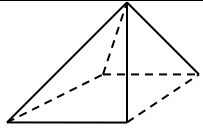
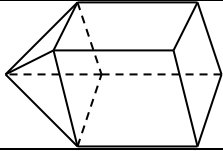
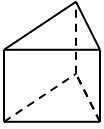
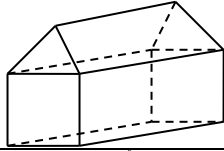
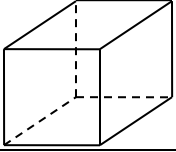
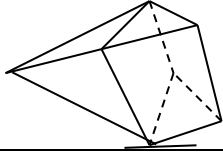
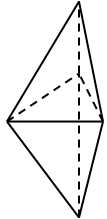
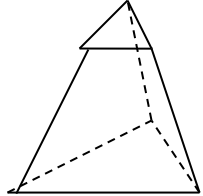
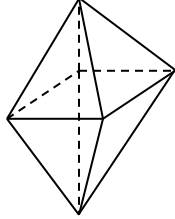
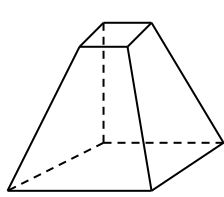
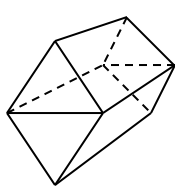
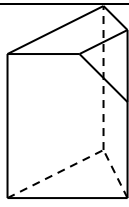
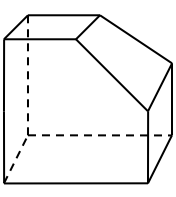
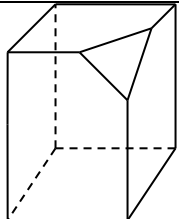


(x,y,z)

Завдання на лабораторну роботу № 4.

Виконати одночасно обернення навколо двох вісей заданої каркасної моделі геометричної фігури використовуючи матриці тривимірного перетворення.

Варіанти завдань:

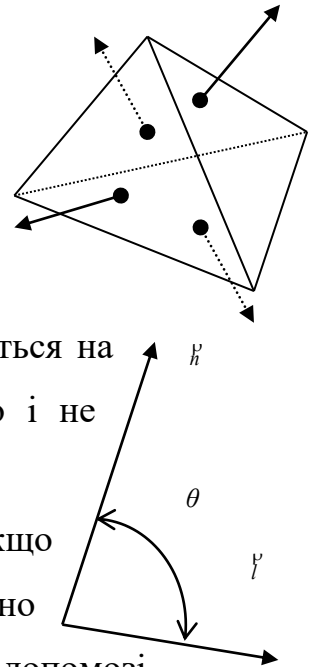
1	3 кутова піраміда		9	3 кутова піраміда + 3 кутова призма	
2	4 кутова піраміда		10	4 кутова піраміда + 4 кутова призма	
3	3 кутова призма		11	3 кутова призма + 4 кутова призма	
4	4 кутова призма		12	4 кутова піраміда + 3 кутова призма	
5	Дві 3 кутові піраміди		13	Зрізана 3 кутова піраміда	
6	Дві 4 кутові піраміди		14	Зрізана 4 кутова піраміда	
7	Дві 3 кутові призми		15	Зрізана 3 кутова призма	
8	Зрізана 4 кутова призма		16	Зрізана 4 кутова призма	

Лабораторна робота № 5. Алгоритми видалення (каркасна модель).

Алгоритми видалення невидимих ліній і поверхонь (далі скорочено алгоритми видалення) є одними з найбільш складних в комп'ютерній графіці.

Алгоритми видалення можна розділити на три великі групи: 1) алгоритми, що оперують в об'єктному просторі; 2) алгоритми, що оперують в просторі зображень; 3) змішані алгоритми.

Розглянемо алгоритм відсікання нелицевих граней. Цей метод працює в просторі об'єкту і використовується для опуклих багатокутників. Він заснований на визначенні кута θ між нормаллю до грані $\vec{h}$ і вектором $\vec{l}$, задаючим напрям проектування. Залежно від значення цього кута грані розділяються на лицеві, які видно і малюються, і на нелицеві, які не видно і не малюються.



Обчислення по даному алгоритму істотно спрощуються, якщо вибрати проектування уздовж осі Z , тобто перпендикулярно площині XOY . Тоді видимість площини можна визначити при допомозі n_z – проекції нормалі на ось Z . Якщо $n_z > 0$ – грань видима, а $n_z \leq 0$ – грань невидима.



Пронумеруємо всі видимі вершини граней проти годинникової стрілки, а невидимі – за годинниковою стрілкою. Знайдемо:

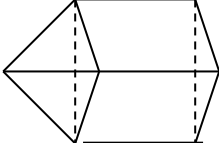
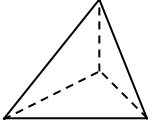
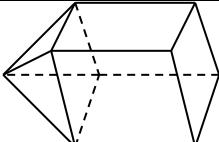
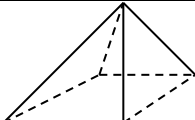
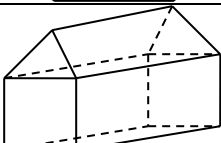
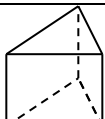
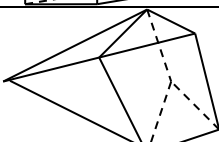
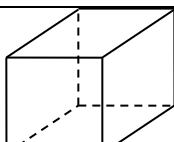
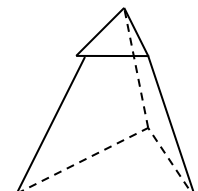
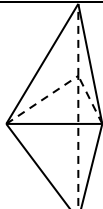
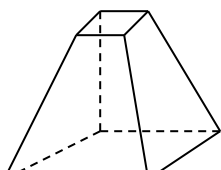
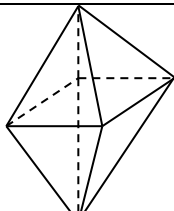
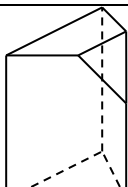
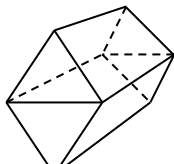
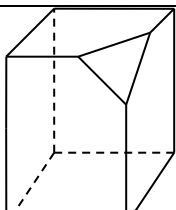
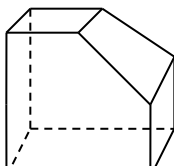
$dX1=X2-X1$; $dY1=Y2-Y1$; $dX2=X3-X2$; $dY2=Y3-Y2$; Обчислимо $Z=dX1* dY2 - dX2* dY1$

Якщо $Z > 0$, то грань видима. Якщо $Z \leq 0$, то грань невидима.

Завдання на лабораторну роботу № 5.

Для одночасно обертаючої навколо двох вісей заданої каркасної моделі геометричної фігури намалювати тільки видимі грані., використовуючи алгоритм вилучення,

Варіанти завдань:

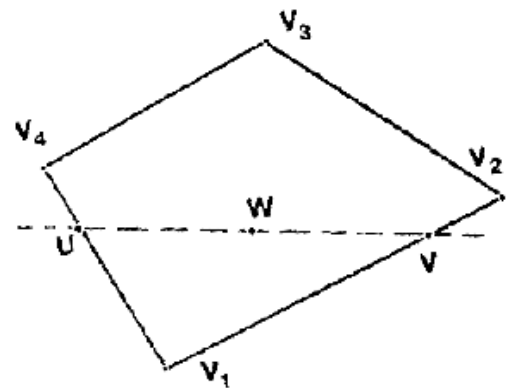
1	3 кутова піраміда + 3 кутова призма		9	3 кутова піраміда	
2	4 кутова піраміда + 4 кутова призма		10	4 кутова піраміда	
3	3 кутова призма + 4 кутова призма		11	3 кутова призма	
4	4 кутова піраміда + 3 кутова призма		12	4 кутова призма	
5	Зрізана 3 кутова піраміда		13	Дві 3 кутові піраміди	
6	Зрізана 4 кутова піраміда		14	Дві 4 кутові піраміди	
7	Зрізана 3 кутова призма		15	Дві 3 кутові призми	
8	Зрізана 4 кутова призма		15	Зрізана 4 кутова призма	

Лабораторна робота № 6. Зафарбовування поверхонь.

Однією з визначальних задач створення реалістичних зображень є зафарбовування поверхонь, що обмежують побудовані об'єкти. Розглянемо одну з найпростіших моделей, що вимагає порівняно невеликих обчислювальних витрат. Це метод Гуро, який базується на лінійній інтерполяції освітленості в межах одного полігону.

На малюнку зображена чотирикутна грань. Припустимо, що інтенсивності в її вершинах V_1, V_2, V_3, V_4 відомі і дорівнюють відповідно $I_{V_1}, I_{V_2}, I_{V_3}, I_{V_4}$.

Нехай W – довільна точка грані. Для визначення інтенсивності (освітленості) у цій точці проведемо через неї горизонтальну пряму. Позначимо через U і V точки перетинання проведеної прямої з границею грані.



Будемо вважати, що інтенсивність на відрізку UV змінюється лінійно, тобто

$$I_W = (1-t)I_U + tI_V,$$

$$\text{де } t = \frac{|X_U - X_W|}{|X_U - X_V|}, \quad 0 \leq t \leq 1.$$

Для визначення інтенсивності в точках U і V знову скористаємося лінійною інтерполяцією, також вважаючи, що уздовж кожного з ребер інтенсивність змінюється лінійно.

Тоді інтенсивність у крапках U і V обчислюється по формулах:

$$I_U = (1-u)I_{V_4} + uI_{V_1},$$

$$I_V = (1-v)I_{V_1} + vI_{V_2},$$

$$\text{де } u = \frac{|Y_{V_4} - Y_U|}{|Y_{V_4} - Y_{V_1}|}, \quad 0 \leq u \leq 1, \quad v = \frac{|Y_{V_1} - Y_V|}{|Y_{V_1} - Y_{V_2}|}, \quad 0 \leq v \leq 1.$$

Метод Гуро забезпечує зміну інтенсивності при переході від однієї грані до іншої без розривів і стрибків.

Для визначення інтенсивності освітлення грані скористаємося наступною моделлю освітлення:

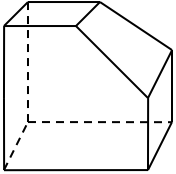
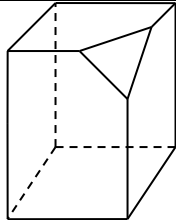
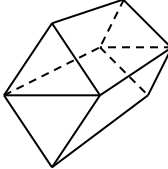
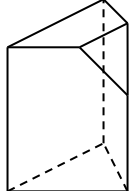
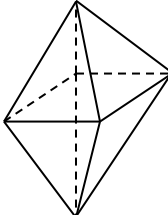
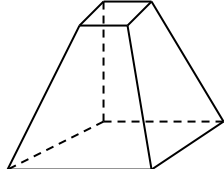
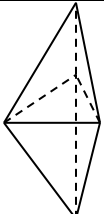
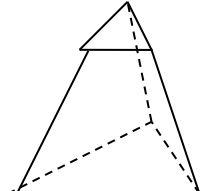
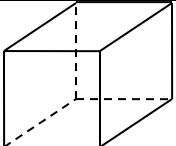
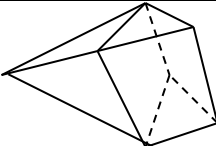
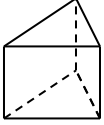
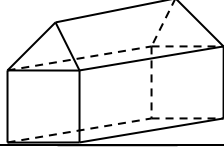
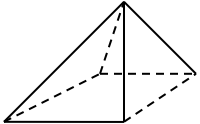
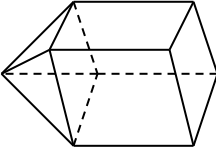
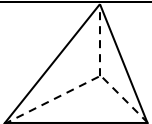
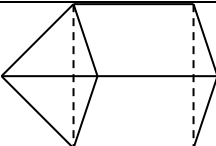
$$I = I_a k_a + \frac{I_1 k_d \cos \theta}{d + K}$$

де I_a – інтенсивність розсіяного світла; k_a – ($0 \leq k_a \leq 1$) коефіцієнт дифузійного відображення розсіяного світла, I_1 – інтенсивність джерела світла; k_d – ($0 \leq k_d \leq 1$) коефіцієнт дифузійного відображення; θ – ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$), кут між напрямком на джерело світла і зовнішньої нормаллю до поверхні; d – відстань від об'єкта до джерела світла; K – довільна величина, яку треба підібрати експериментально.

Завдання на лабораторну роботу № 6.

Для заданої каркасної моделі геометричної фігури зафарбувати тільки видимі грані.

Варіанти завдань:

1	Зрізана 4 кутова призма		9	Зрізана 4 кутова призма	
2	Дві 3 кутові призми		10	Зрізана 3 кутова призма	
3	Дві 4 кутові піраміди		11	Зрізана 4 кутова піраміда	
4	Дві 3 кутові піраміди		12	Зрізана 3 кутова піраміда	
5	4 кутова призма		13	4 кутова піраміда + 3 кутова призма	
6	3 кутова призма		14	3 кутова призма + 4 кутова призма	
7	4 кутова піраміда		15	4 кутова піраміда + 4 кутова призма	
8	3 кутова піраміда		16	3 кутова піраміда + 3 кутова призма	

Лабораторна робота № 7. Зображення схем електричних принципів.

Схема принципова електрична є графічним зображенням елементів електричного пристрою і зв'язків між ними, використовуючи умовні графічні і букво-цифрові позначення.

У ГОСТ 2.701-2008 принципова схема визначається як «схема, що визначає повний склад елементів і зв'язків між ними і, як правило, дає детальне уявлення про принципи роботи виробу».

Вимоги до оформлення схеми принципової електричної.

1. Схема принципова електрична виконується відповідно до ГОСТ 2.004-88 «ЕСКД. Спільні вимоги до виконання конструкторських і технологічних документів на друкуючих і графічних пристроях», ГОСТ 2.702-75 «ЕСКД. Правила виконання електричних схем».

2. Рамка і штампи виконуються відповідно до форми 3 додатка Д, ГОСТ 21.101-97.

3. Необхідні примітки і пояснення (наприклад, підключення живлення до ніжок мікросхем) розміщуються у правому нижньому кутку над кутовим штампом.

4. Використовується штирьовий роз'єм, на якому необхідно вказати його позначення, номери використовуваних контактів, назви сигнальних ланцюгів і живлення.

5. У позначеннях мікросхем вказати номер (позицію) на платі, функціональне позначення, назву серії мікросхем і номери виводів.

6. Лінії групового зв'язку (жгут) формуються за функціональною ознакою (наприклад, вхідні сигнали, вихідні сигнали, сигнали синхронізації або управління). Кожному сигналу в лініях групового зв'язку привласнюються номери зв'язків (проводів).

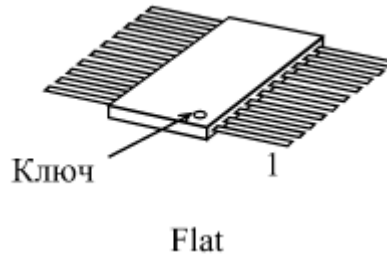
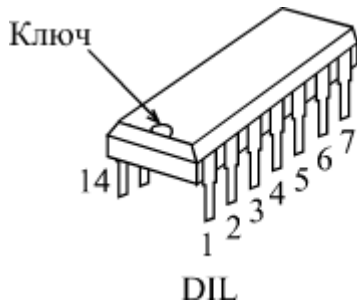
7. Контакти роз'єму по живленню задублювати.

8. Фільтр по живленню повинен формувати сигнал «логічної одиниці» і ланцюги живлення мікросхем (+5В і Корпус).

9 У фільтрі по живленню використовувати електролітичні конденсатори з

розрахунку один конденсатор на 5-10 мікросхем і керамічні конденсатори поодиноці на кожному мікросхемі.

В графічному редакторі треба накреслити схему електричну принципову 16-разрядного пристрою, використовуючи мікросхеми серій (K155, K176, K133, K136, K561, K564), що мають корпуси типу DIL і Flat



Пристрій містить: роз'єм, елементи фільтру по живленню, вхідний і вихідний регістри, а також вузол обробки інформації.

Завдання на лабораторну роботу № 7.

В графічному редакторі накреслити схему електричну принципову 16–разрядного пристрою, використовуючи мікросхеми серій згідно варіанту

Варіанти вузла обробки:

	Вузол обробки:	Регістр
1	Суматор корпус DIL K155ИП2	155ИР15
2	Регістр зсуву корпус DIL K155ИР1	155ИР15
3	Дешифратор корпус DIL K155ИД3	555ИР27
4	Тригер корпус DIL K555ТМ9	561ИР14
5	Лічильник корпус DIL Л155ИЕ1	561ИР13
6	Мультиплексор корпус DIL K561КП1	561ИР14
7	Порівняння кодів корпус DIL K155СП1	561ИР13
8	Суматор корпус Flat 1533ИП5	1531ИР18
9	Регістр зсуву корпус Flat 1533ИР8	1531ИР21
10	Дешифратор корпус Flat K133ИД1	1531ИР22
11	Тригер корпус Flat 1533ТМ8	1531ИР22
12	Лічильник корпус Flat 1533ИЕ2	1531ИР27
13	Мультиплексор корпус Flat K564КП2	1531ИР18
14	Порівняння кодів корпус DIL K155ИП2	155ИР17
15	ПЗП DIL K155РЕ21	155ИР15
16	ПЗП DIL K155РЕ3	555ИР27

Лабораторна робота № 8. Зображення друкарських плат.

Технічні вимоги до конструкції друкарських плат

Конструктивні особливості:

- 1) Позначити сторону установки елементів і сторону монтажу.
- 2). Відображувати лінійку або сітку, причому за початок координат прийняти лівий нижній кут плати.
- 3) Вказати габаритні і настановні розміри, а також товщину плати.
- 4) Передбачити технологічні поля з обох боків.
- 5) Передбачити, як мінімум, 2 базових отвори на технологічному полі для автоматизованої збірки

Основні характеристики друкарських плат:

- 1) Клас точності по ГОСТ 23751-86.
- 2) Допуск на обробку контура плат.
- 3) Матеріал плати.

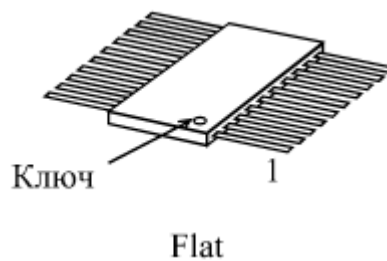
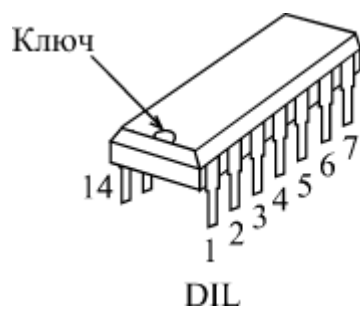
Технологічні особливості:

- 1). Спосіб виготовлення плати.
- 2) Маркіровка позиційних позначень елементів і написів.
- 3) Роз'єм повинен розміщуватися на краю плати. У прямокутній області по всьому краю плати на висоті роз'єму не повинні знаходитися інші елементи топології із-за небезпеки їх пошкодження.
- 4) Металізація монтажних і перехідних отворів.
- 5) Допускаються тільки крізні перехідні отвори.
- 6) Припой і покриття плати.

Вимоги до топології

1. Мінімальні розміри елементів друкарського малюнка
- 2) Мінімальна ширина провідників, зазорів, діаметрів отворів

В графічному редакторі накреслити друкарську плату 16–разрядного пристрою, використовуючи мікросхеми серій (K155, K176, K133, K136, K561, K564), що мають корпуси типу DIL і Flat



Пристрій містить: роз'єм, елементи фільтру по живленню, вхідний і вихідний реєстри, а також вузол обробки інформації

Завдання на лабораторну роботу № 8.

В графічному редакторі накреслити друкарську плату 16–разрядного пристрою, використовуючи мікросхеми серій згідно варіанту.

Варіанти вузла обробки:

	Вузол обробки:	Регістр
1	Суматор корпус DIL K155ИП2	155ИР15
2	Регістр зсуву корпус DIL K155ИР1	155ИР15
3	Дешифратор корпус DIL K155ИД3	555ИР27
4	Тригер корпус DIL K555ТМ9	561ИР14
5	Лічильник корпус DIL Л155ИЕ1	561ИР13
6	Мультиплексор корпус DIL K561КП1	561ИР14
7	Порівняння кодів корпус DIL K155СП1	561ИР13
8	Суматор корпус Flat 1533ИП5	1531ИР18
9	Регістр зсуву корпус Flat 1533ИР8	1531ИР21
10	Дешифратор корпус Flat K133ИД1	1531ИР22
11	Тригер корпус Flat 1533ТМ8	1531ИР22
12	Лічильник корпус Flat 1533ИЕ2	1531ИР27
13	Мультиплексор корпус Flat K564КП2	1531ИР18
14	Порівняння кодів корпус DIL K155ИП2	155ИР17
15	ПЗП DIL K155РЕ21	155ИР15
16	ПЗП DIL K155РЕ3	555ИР27

Література.

1. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2014 – 343 с.
<http://arr.chnu.edu.ua/handle/123456789/141>
2. Блинова Т.А., Порев В.Н. Компьютерная графика/Под ред. В. Н. Порева— К.: Издательство Юниор, СПб.:КОРОНА принт. К.: Век+, 2013. — 520 с, ил.
3. Дональд Херн, М. Паулин Бейкер. Компьютерная графика и стандарт OpenGL = Computer Graphics with OpenGL. — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2015. — С. 1168.
4. Петров М., Молочков В. Компьютерная графика. Учебник для вузов. — Питер : 2013. — С. 736
5. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Практикум. Учебное пособие. Элективный курс. - М., 2015.
6. Большаков В.П. Инженерная и компьютерная графика. Практикум.-СПб .: БХВ-Петербург,2015
7. Компьютерная графика: Марк Кэмпбелл — Санкт-Петербург, Астрель, АСТ, 2012 г.- 392 с