Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ***ИУК «Информатика и управление»***

КАФЕДРА ***ИУК4 «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии»***

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

«Основные примитивы OpenGL»

ДИСЦИПЛИНА: «Компьютерная графика»

Выполнил: студент гр. ИУК4-41Б _____ Дубовицкий Д.А.
(Подпись)

Проверил: _____ Глебов С. А.
(Подпись)

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Балльная оценка:
- Оценка:

Калуга, 2023

Цель: Целью выполнения лабораторной работы является формирование практических навыков по работе с графическими примитивами OpenGL, а также применения к ним эффектов средствами машины состояний и использования проверки глубины.

Задание:

1. научиться устанавливать размеры наблюдаемого объема
2. изучить параметры функции glVertex
3. изучить основные параметры функции glBegin
4. сформировать понимание особенности использования функции glEnable с конкретными геометрическими примитивами
5. выяснить основы построения сплошных объектов

Задание 1

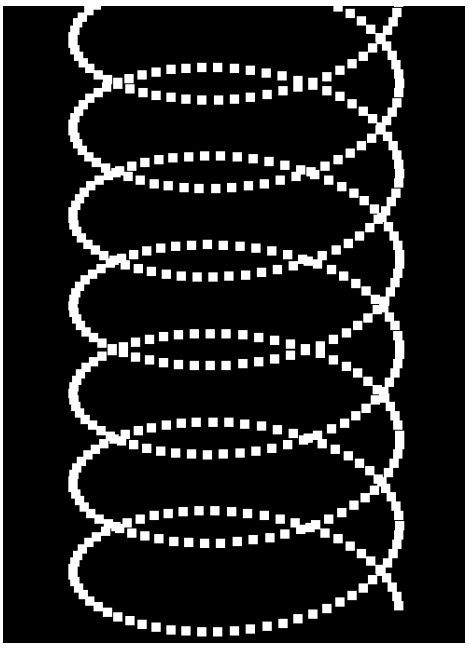
Для Листинга 1 задать с использованием тригонометрических преобразований (функций sin и cos) произвольное множество точек (не менее 30 точек) в трехмерном пространстве. Изучить принципы вращения экрана с помощью клавиш курсора и способы подключения меню к программе.

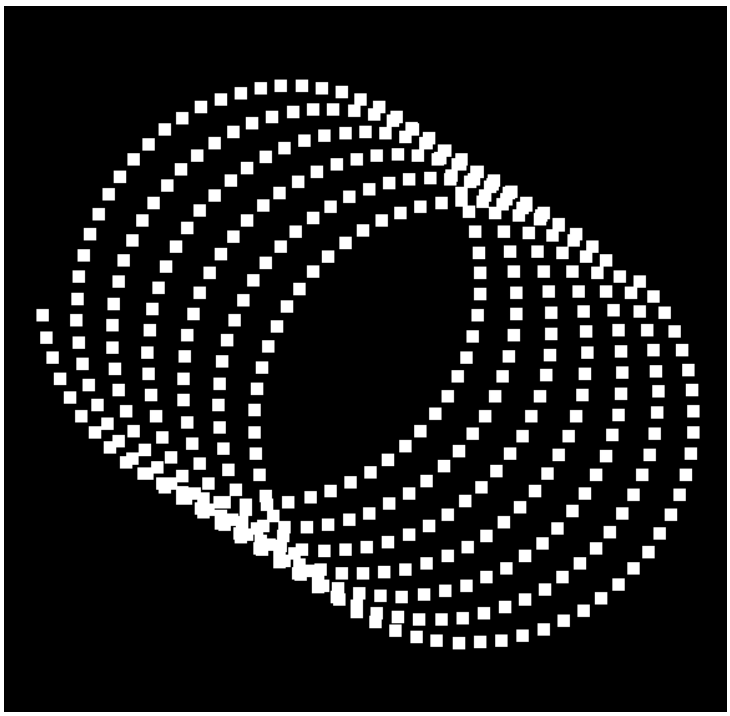
Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math
import numpy as np
# window size
width = 700
height = 700


xRot = 0
yRot = 0


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
```

```
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def display():
    angle = 0
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT)
    glPushMatrix()
    glRotatef(xRot, 1, 0, 0)
    glRotatef(yRot, 0, 1, 0)
    glPointSize(10)
    glBegin(GL_POINTS)
    z = -100
    while angle <= 100:
        angle += 0.1
        x = 50 * math.cos(angle)
        y = 50 * math.sin(angle)
        glVertex3f(x, y, z)
        z += 0.5
    glEnd()
    glPopMatrix()
    glutSwapBuffers()



# initialize window
glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(width, height)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
# set background color
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)

# set callback functions
glutDisplayFunc(display)

# start main loop
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:





Задание 2

Для Листинга 2 задать произвольное множество точек разного размера и цвета в трехмерном пространстве.

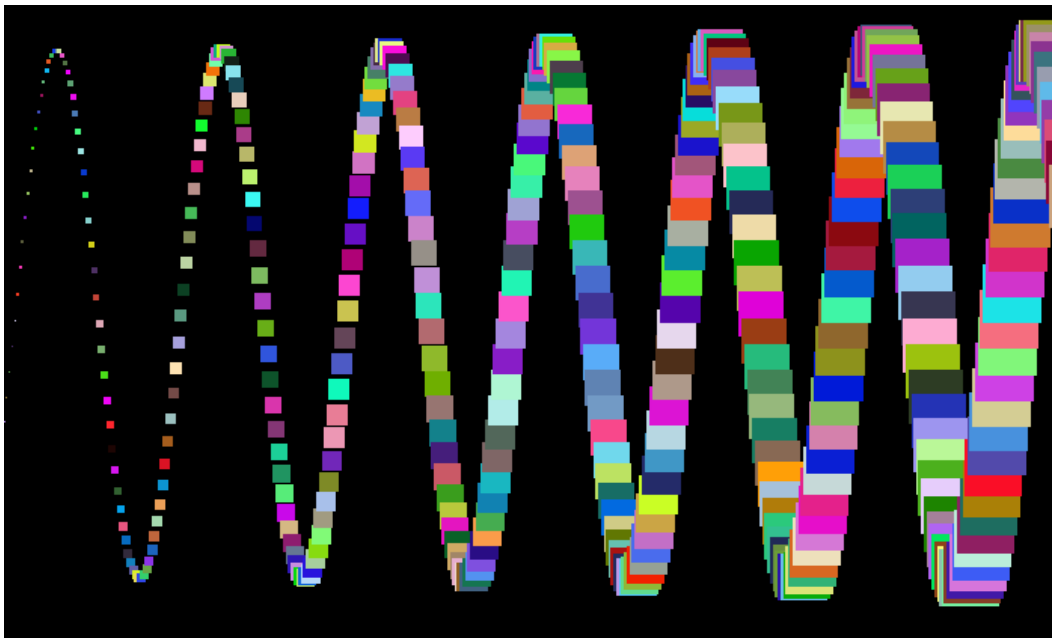
Листинг программы

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math
import numpy as np
import random
```

```
# window size
width = 700
height = 700

xRot = 0
yRot = 0


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def display():
    angle = 0
    siz = 1
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT)
    glPushMatrix()
    glRotatef(xRot, 1, 0, 0)
    glRotatef(yRot, 0, 1, 0)
    z = -100
    while angle <= 100:
        angle += 0.1
        glPointSize(siz)
        x = 50 * math.cos(angle)
        y = 50 * math.sin(angle)
        glBegin(GL_POINTS)
        glColor3f(random.uniform(0.0, 1.0), random.uniform(0.0, 1.0), random.uniform(0.0,
1.0))
        glVertex3f(x, y, z)
        glEnd()
        siz += 0.1
        z += 0.5
    glPopMatrix()
    glutSwapBuffers()


# initialize window
glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
```

```
glutInitWindowSize(width, height)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
# set background color
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)

# set callback functions
glutDisplayFunc(display)

# start main loop
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



Задание 3

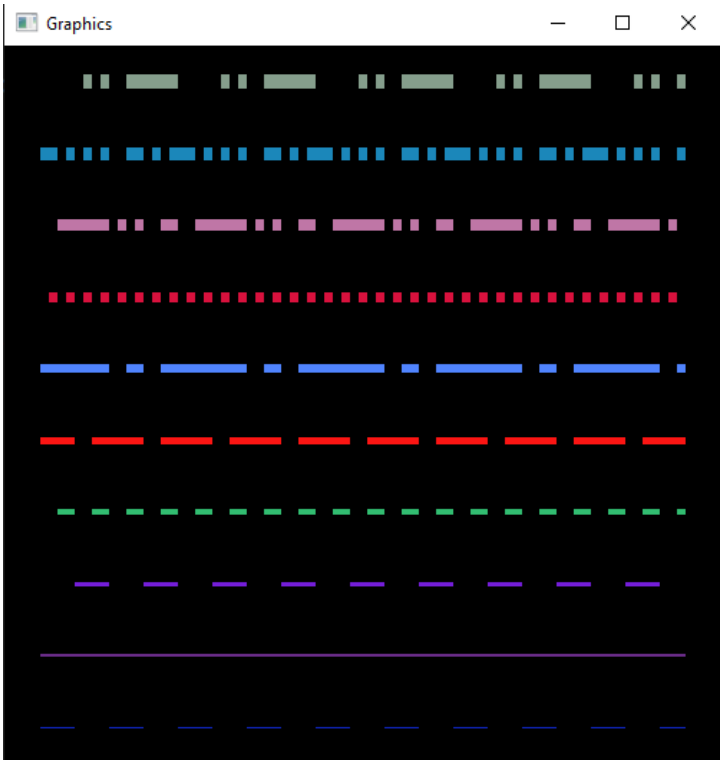
Для Листинга 3 изобразить не менее 10 линий с разными параметрами (цвет, толщина, начертание по шаблону) в трехмерном пространстве.

Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import random
xRot = 0.0
yRot = 0.0

def RenderScene():
    glEnable(GL_LINE_STIPPLE)
    patterns = [0x0F0F, 0xFFFF, 0xF0F0, 0xCCCC, 0xCFCF, 0xCCFF, 0xAAAA, 0xCAFC, 0xACAB, 0xFCA0]
    wid = 1
    startY = -90.0
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT)
    glGetFloatv(GL_LINE_WIDTH_RANGE, wid)
    for i in range(10):
```

```
        glLineStipple(6, patterns[i])
        glLineWidth(wid)
        glColor3f(random.uniform(0.0, 1.0), random.uniform(0.0, 1.0), random.uniform(0.0, 1.0))
        glBegin(GL_LINES)
        glVertex2f(-90.0, startY + i * 20)
        glVertex2f(90.0, startY + i * 20)
        glEnd()
        wid += 1
    glutSwapBuffers()

def ChangeSize(w,h):
    nRange = 100.0
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w,nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange,nRange, -nRange, nRange)
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()

glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(500, 500)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
# set background color
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
# set callback functions
glutDisplayFunc(RenderScene)
# start main loop
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



Задание 4

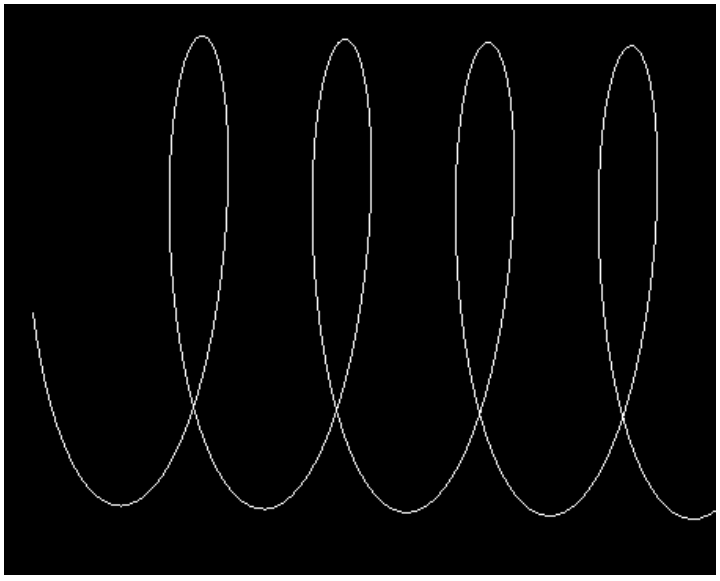
Для Листинга 4 выполнить аппроксимацию произвольной кривой линии посредством коротких прямых. На 3 примерах наглядно продемонстрировать точность аппроксимации. По возможности использовать меню.

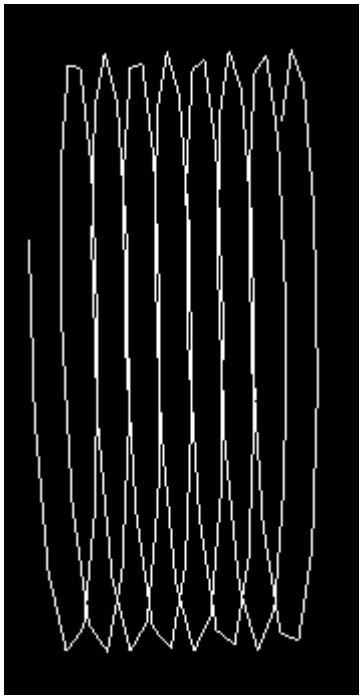
Листинг программы

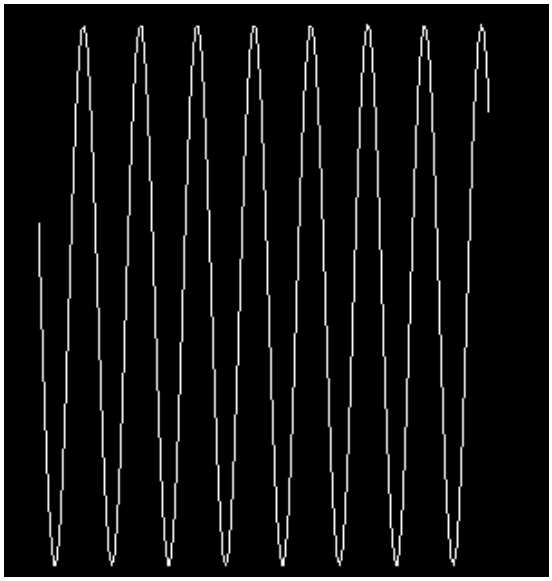
```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0


def RenderScene():
    angle = 0
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT)
    glPushMatrix()
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    glBegin(GL_LINE_STRIP)
    z = -50.0
    while angle <= 50:
        angle += 0.3
        x = 50 * math.cos(angle)
        y = 50 * math.sin(angle)
        glVertex3f(x, y, z)
        z += 0.5
    glEnd()
    glPopMatrix()
    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)
```

```
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения







Задание 5

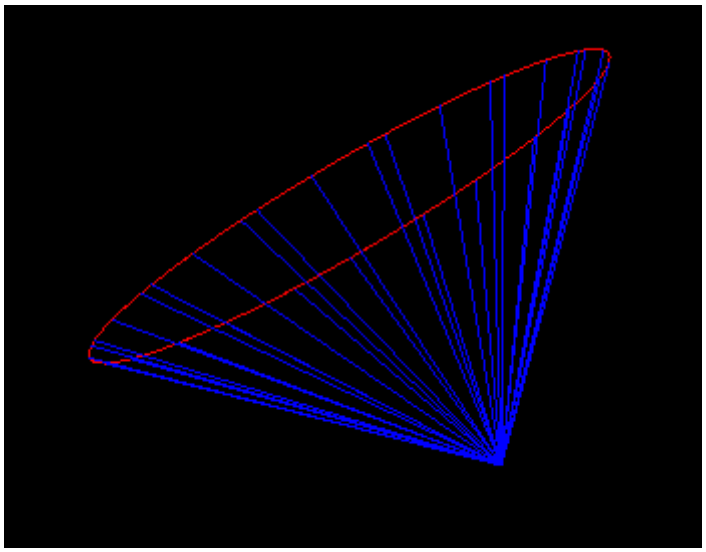
Для Листинга 5, используя GL_LINE_STRIP и GL_LINE_LOOP нарисовать трехмерный объект из ломанных линий содержащих не менее 15 точек. Точки задавать, используя цикл.

Листинг программы

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math
xRot = 0.0
yRot = 0.0

def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT)
    glPushMatrix()
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    angle = 0
    # Круг
    glBegin(GL_LINE_STRIP)
    while angle <= 15:
        z = 0.5
        angle += 0.1
        x = 50 * math.cos(angle)
        y = 50 * math.sin(angle)
        glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()
    # Конус
    glBegin(GL_LINE_LOOP)
    angle = 0
    while angle <= 15:
        z = 0.5
        angle += 0.5
        x = 50 * math.cos(angle)
        y = 50 * math.sin(angle)
```

```
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
            glVertex3f(x, y, z)
            glVertex3f(0, 0, -50)
        glEnd()

        glPopMatrix()
        glutSwapBuffers()

    def SpecialKeys(key, x, y):
        global xRot, yRot
        if key == GLUT_KEY_UP:
            xRot -= 5
        if key == GLUT_KEY_DOWN:
            xRot += 5
        if key == GLUT_KEY_LEFT:
            yRot -= 5
        if key == GLUT_KEY_RIGHT:
            yRot += 5
        glutPostRedisplay()

    def ChangeSize(w, h):
        nRange = 100
        if h == 0:
            h = 1
        glViewport(0, 0, w, h)
        glMatrixMode(GL_PROJECTION)
        glLoadIdentity()
        if w <= h:
            glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
        else:
            glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

        glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
        glLoadIdentity()

    glutInit()
    glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
    glutInitWindowSize(600, 600)
    glutCreateWindow("Graphics")
    glutReshapeFunc(ChangeSize)
    glutSpecialFunc(SpecialKeys)
    glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
    glutDisplayFunc(RenderScene)
    glutMainLoop()
```

Результаты выполнения



Задание 6

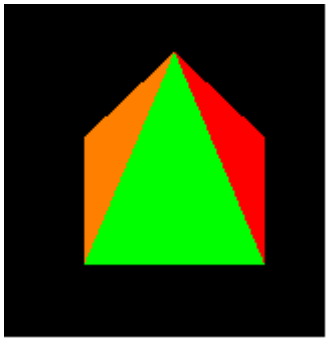
Для Листинга 6 используя GL_TRIANGLES вывести на экран произвольную трехмерную геометрическую фигуру состоящую из треугольников. Понимать принципы обхода точек треугольника и полигонов и знать на что он влияет.

Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0


def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glEnable(GL_DEPTH_TEST)
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    glBegin(GL_TRIANGLES)

    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)
    glEnd()

    glBegin(GL_QUADS)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
```

```
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)

    glEnd()

    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



Задание 7

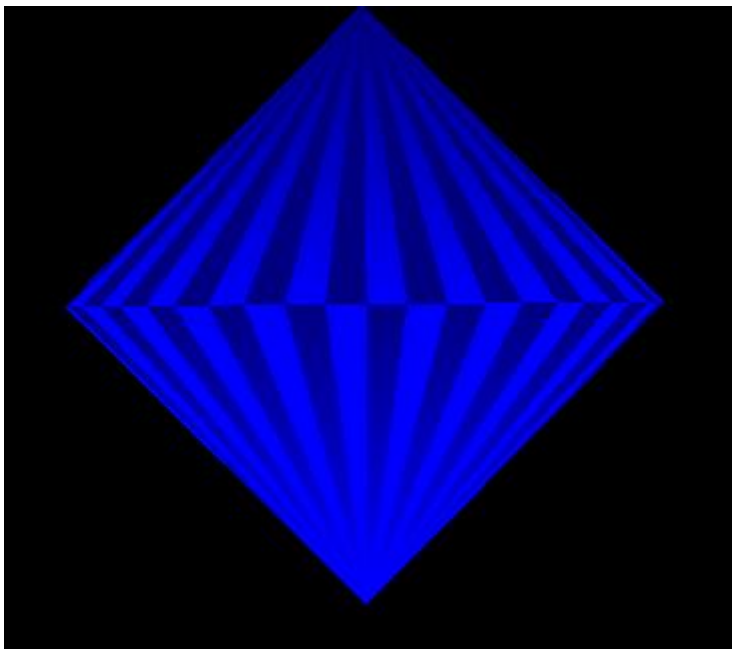
Для Листинга 7 продемонстрировать работу директив GL_TRIANGLE_STRIP и GL_TRIANGLE_FAN.

Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0


def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glEnable(GL_DEPTH_TEST)
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)
    z = -50.0
    glVertex3f(0, 0, 0)
    currentColor = False
    for i in range(100):
        if currentColor:
            glColor3f(0.0, 0.0, 0.5)
        else:
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
        currentColor = not currentColor
        x = 50.0 * math.sin(i)
        y = 50.0 * math.cos(i)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()
    glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)
    glVertex3f(0, 0, -100)
    for i in range(100):
        if currentColor:
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
        else:
            glColor3f(0.0, 0.0, 0.5)
        currentColor = not currentColor
        x = 50.0 * math.sin(i)
        y = 50.0 * math.cos(i)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()
    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
```

```
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
glutMainLoop()
```

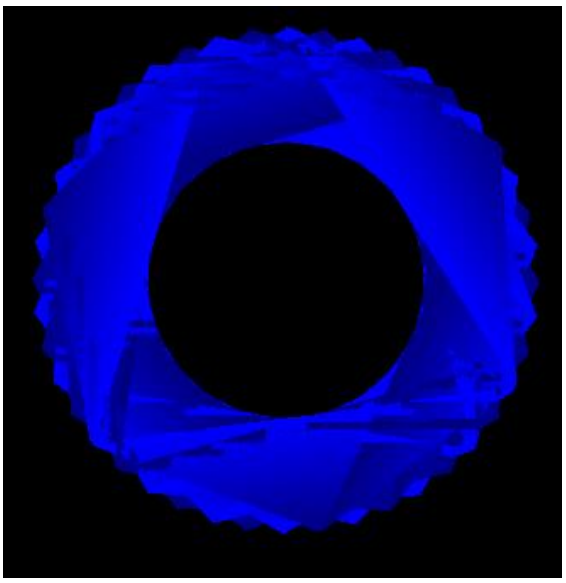
Результаты выполнения:



Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0


def RenderScene():
   glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
   glEnable(GL_DEPTH_TEST)
   glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
   glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
   glBegin(GL_TRIANGLE_STRIP)
   z = -50.0
   currentColor = False
   for i in range(50):
```

```
        if currentColor:
            glColor3f(0.0, 0.0, 0.5)
        else:
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
        currentColor = not currentColor
        x = 50.0 * math.sin(i)
        y = 50.0 * math.cos(i)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()
    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
glutMainLoop()
```



Задание 8

Для Листинга 8 для произвольно заданной фигуры составленной из не менее чем 6 треугольников продемонстрировать работу функции glShadeModel.

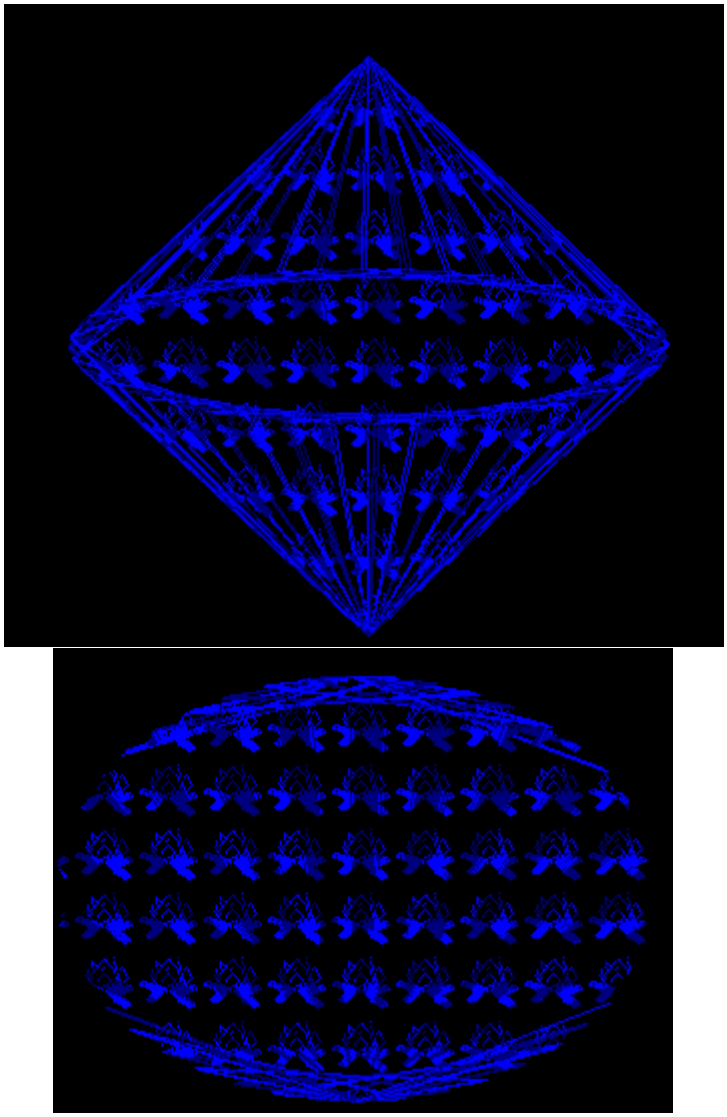
Листинг программы

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0


fly = [ 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0xc0,
 0x00, 0x00, 0x01, 0xf0, 0x00, 0x00, 0x07, 0xf0, 0x0f, 0x00, 0x1f, 0xe0, 0x1f, 0x80,
0x1f, 0xc0, 0x0f, 0xc0, 0x3f, 0x80,
 0x07, 0xe0, 0x7e, 0x00, 0x03, 0xf0, 0xff, 0x80, 0x03, 0xf5, 0xff, 0xe0, 0x07, 0xfd,
0xff, 0xf8, 0x1f, 0xfc, 0xff, 0xe8,
 0xff, 0xe3, 0xbf, 0x70, 0xde, 0x80, 0xb7, 0x00, 0x71, 0x10, 0x4a, 0x80, 0x03, 0x10,
0x4e, 0x40, 0x02, 0x88, 0x8c, 0x20,
 0x05, 0x05, 0x04, 0x40, 0x02, 0x82, 0x14, 0x40, 0x02, 0x40, 0x10, 0x80, 0x02, 0x64,
0x1a, 0x80, 0x00, 0x92, 0x29, 0x00,
 0x00, 0xb0, 0x48, 0x00, 0x00, 0xc8, 0x90, 0x00, 0x00, 0x85, 0x10, 0x00, 0x00, 0x03,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x10, 0x00]



def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glEnable(GL_DEPTH_TEST)
    glPolygonMode(GL_BACK, GL_LINE)
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)
    z = -50.0
    glVertex3f(0, 0, 0)
    currentColor = False
    for i in range(100):
```

```
        if currentColor:
            glColor3f(0.0, 0.0, 0.5)
        else:
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
        currentColor = not currentColor
        x = 50.0 * math.sin(i)
        y = 50.0 * math.cos(i)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()
    glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)
    glVertex3f(0, 0, -100)
    for i in range(100):
        if currentColor:
            glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
        else:
            glColor3f(0.0, 0.0, 0.5)
        currentColor = not currentColor
        x = 50.0 * math.sin(i)
        y = 50.0 * math.cos(i)
        glVertex3f(x, y, z)
    glEnd()

    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def SetupRC():
    glShadeModel(GL_FLAT)
    glEnable(GL_POLYGON_STIPPLE)
    glPolygonStipple(fly)


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
```

```
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
SetupRC()
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



Задание 9

Для Листинга 9 на наглядном примере продемонстрировать работу проверки глубины для технологии удаления скрытых поверхностей. На наглядном примере продемонстрировать работу технологии отбора задних граней.

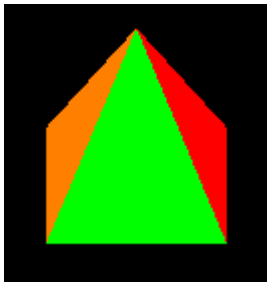
Листинг программы:

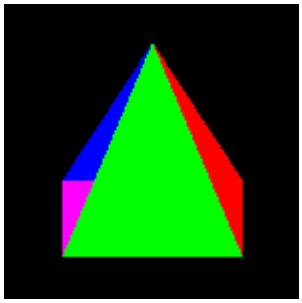
```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math

xRot = 0.0
yRot = 0.0
```

```
def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glEnable(GL_DEPTH_TEST)
    glEnable(GL_CULL_FACE)
    glCullFace(GL_BACK)


    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)

    glBegin(GL_TRIANGLES)

    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)
    glEnd()

    glBegin(GL_QUADS)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)

    glEnd()

    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
```

```
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()



def SetupRC():
    glShadeModel(GL_FLAT)


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
SetupRC()
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



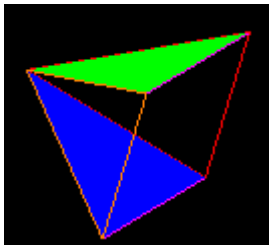


Листинг программы:

```
from OpenGL.GL import *
from OpenGL.GLUT import *
from OpenGL.GLU import *
import math
xRot = 0.0
yRot = 0.0

def RenderScene():
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glEnable(GL_DEPTH_TEST)
    glPolygonMode(GL_BACK, GL_LINE)
    glRotatef(xRot, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(yRot, 0.0, 1.0, 0.0)
    glBegin(GL_TRIANGLES)

    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(0.0, 1.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.0, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(0.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)

    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.5, 0.0)
    glVertex3f(15, 30, -20)
    glEnd()

    glBegin(GL_QUADS)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, 0)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(30, 0, -30)
    glColor3f(1.0, 0.0, 1.0)
    glVertex3f(0, 0, -30)

    glEnd()

    glutSwapBuffers()


def SpecialKeys(key, x, y):
    global xRot, yRot
    if key == GLUT_KEY_UP:
```

```
        xRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_DOWN:
        xRot += 5
    if key == GLUT_KEY_LEFT:
        yRot -= 5
    if key == GLUT_KEY_RIGHT:
        yRot += 5
    glutPostRedisplay()


def SetupRC():
    glShadeModel(GL_FLAT)


def ChangeSize(w, h):
    nRange = 100
    if h == 0:
        h = 1
    glViewport(0, 0, w, h)
    glMatrixMode(GL_PROJECTION)
    glLoadIdentity()
    if w <= h:
        glOrtho(-nRange, nRange, -nRange * h / w, nRange * h / w, -nRange, nRange)
    else:
        glOrtho(-nRange * w / h, nRange * w / h, -nRange, nRange, -nRange, nRange)

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW)
    glLoadIdentity()


glutInit()
glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH)
glutInitWindowSize(600, 600)
glutCreateWindow("Graphics")
glutReshapeFunc(ChangeSize)
glutSpecialFunc(SpecialKeys)
glClearColor(0, 0, 0, 0.0)
glutDisplayFunc(RenderScene)
SetupRC()
glutMainLoop()
```

Результаты выполнения:



Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были сформированы практические навыки по работе с графическими примитивами OpenGL, а также применения к ним эффектов средствами машины состояний и использования проверки глубины. Изучены: параметры функции glVertex, основные параметры функции glBegin, особенности использования функции glEnable с конкретными геометрическими примитивами, основы построения сплошных объектов.