

**Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский университет)**

Институт: «Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра: 806 «Вычислительная математика и программирование»

Дисциплина: «Компьютерная графика»

**Курсовой проект**  
по дисциплине «Компьютерная графика»

Студент: Пивницкий Даниэль  
Сергеевич

Группа: М8О-306Б-19

Преподаватель: Чернышов Л.Н.

Дата:

Оценка:

Москва, 2021

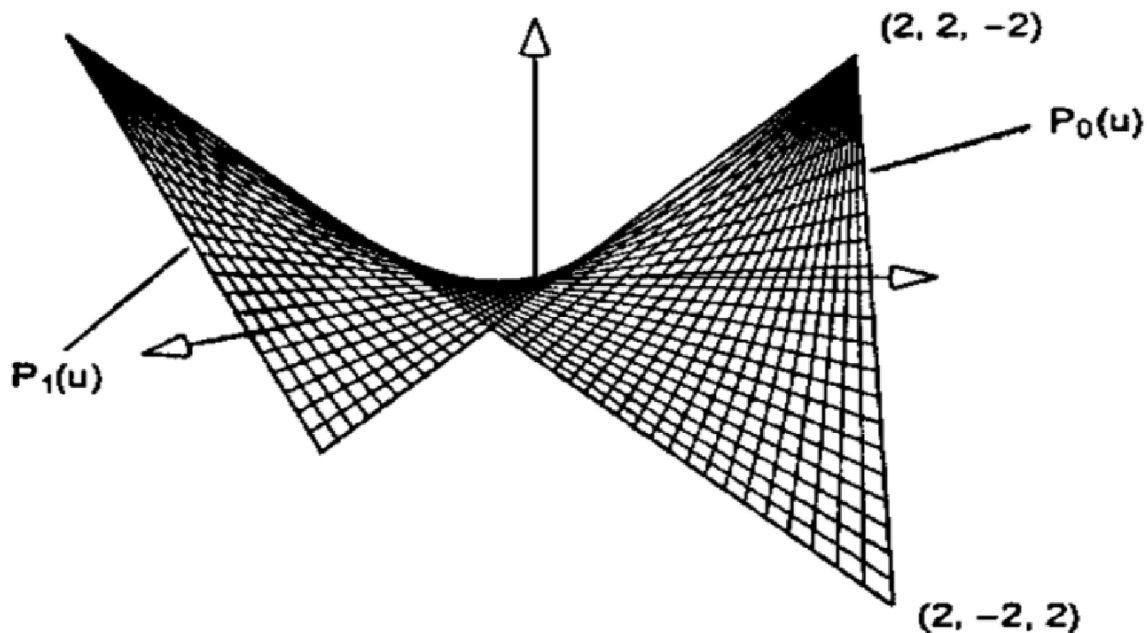
## 1. Постановка задачи

Составить и отладить программу, обеспечивающую каркасную визуализацию порции поверхности заданного типа. Исходные данные готовятся самостоятельно и вводятся из файла или в панели ввода данных. Должна быть обеспечена возможность тестирования программы на различных наборах исходных данных. Программа должна обеспечивать выполнение аффинных преобразований для заданной порции поверхности, а также возможность управлять количеством изображаемых параметрических линий. Для визуализации параметрических линий поверхности разрешается использовать только функции отрисовки отрезков в экранных координатах.

**Вариант задания:** Билинейная поверхность

## 2. Описание программы

Билинейная интерполяция — обобщение линейной интерполяции одной переменной для функций двух переменных. Обобщение основано на применении обычной линейной интерполяции сначала в направлении одной из координат, а затем в перпендикулярном направлении.



Билинейная поверхность конструируется из четырех угловых точек единичного квадрата в параметрическом пространстве,

т.е. из точек  $P(0, 0)$ ,  $P(0, 1)$ ,  $P(1, 0)$ ,  $P(1, 1)$ .

Любая точка на поверхности определяется линейной интерполяцией между противоположными границами единичного квадрата. Любая точка внутри параметрического квадрата задается уравнением

$$Q(u, w) = P(0,0)(1-u)(1-w) + P(0,1)(1-u)w + P(1,0)u(1-w) + P(1,1)uw$$

В матричном виде:

$$Q(u, w) = \begin{bmatrix} 1-u & u \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P(0,0) & P(0,1) \\ P(1,0) & P(1,1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1-w \\ w \end{bmatrix}$$

Необходимо, чтобы интерполируемая поверхность удовлетворяла исходным данным. В этом случае легко проверить, что угловые точки принадлежат этой поверхности, т.е.  $Q(0, 0) = P(0, 0)$  и т.д.

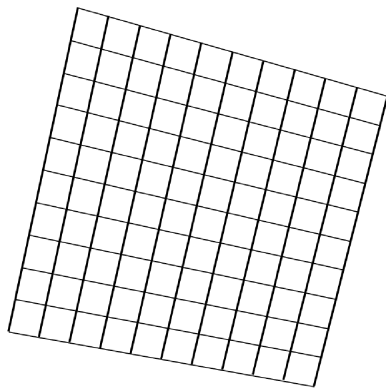
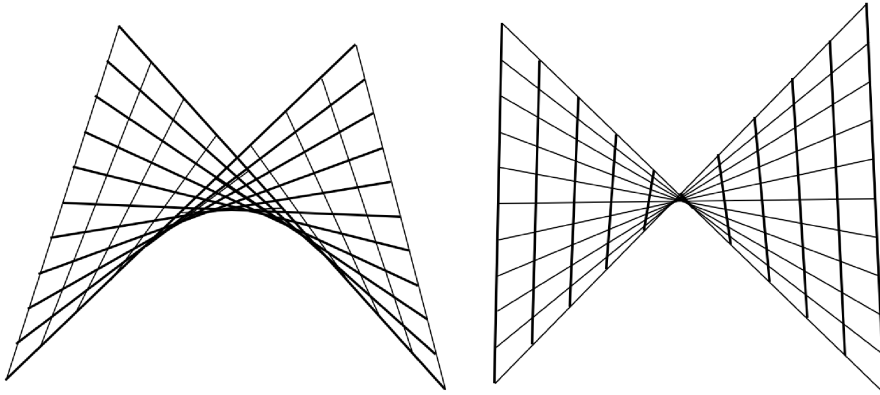
### 3.Набор тестов

Шаг сетки: 0.1

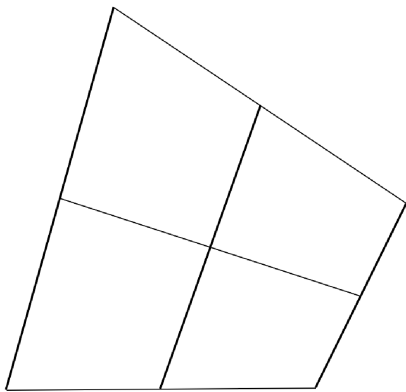
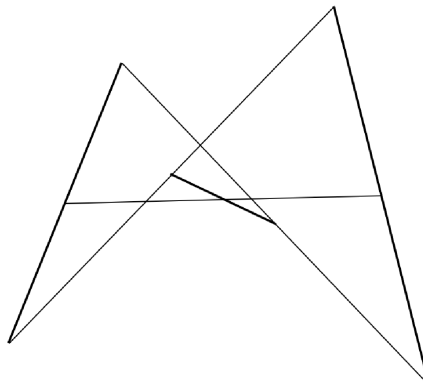
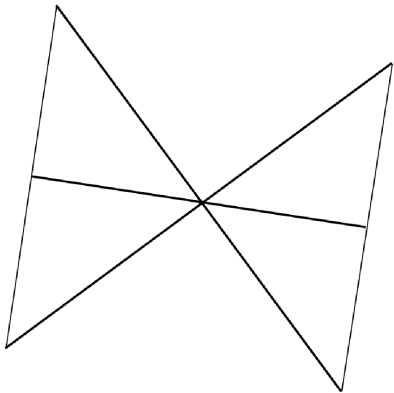
Шаг сетки: 0.5

#### 4. Результаты выполнения тестов

Шаг сетки: 0.1



Шаг сетки: 0.5



## 5. Листинг программы

```
import numpy as np
from tkinter import Tk, Canvas
unit_seq = 200
delta = float(input("Шаг сетки (от 0 до 1): "))
p00 = np.array([float(x) for x in input("1-я точка: ").split()])
p01 = np.array([float(x) for x in input("2-я точка: ").split()])
p10 = np.array([float(x) for x in input("3-я точка: ").split()])
p11 = np.array([float(x) for x in input("4-я точка: ").split()])
def rotate_y(angle):
    c = np.cos(angle)
    s = np.sin(angle)
    return np.array([
        [c, -s, 0],
        [s, c, 0],
        [0, 0, 1]
    ])
def rotate_z(angle):
    c = np.cos(angle)
    s = np.sin(angle)
    return np.array([
        [c, 0, s],
        [0, 1, 0],
        [-s, 0, c]
    ])
def get_point(u, w):
    return p00 * (1 - u) * (1 - w) + p01 * (1 - u) * w
    + p10 * u * (1 - w) + p11 * u * w
def project(point):
```

```

        return 400 + unit_seq * point[2], 400 - unit_seq *
point[1]
def draw(c):
    u = 0.0
    while u <= 1.0:
        x1, y1 = project(get_point(u, 0))
        x2, y2 = project(get_point(u, 1))
        c.create_line(x1, y1, x2, y2)
        u += delta
    w = 0.0
    while w <= 1.0:
        x1, y1 = project(get_point(0, w))
        x2, y2 = project(get_point(1, w))
        c.create_line(x1, y1, x2, y2, width=2)
        w += delta
def right_arrow(event):
    global p00
    global p01
    global p10
    global p11
    p00 = np.dot(rotate_z(0.05), p00)
    p01 = np.dot(rotate_z(0.05), p01)
    p10 = np.dot(rotate_z(0.05), p10)
    p11 = np.dot(rotate_z(0.05), p11)
    canvas.delete('all')
    draw(canvas)
def left_arrow(event):
    global p00
    global p01
    global p10
    global p11
    p00 = np.dot(rotate_z(-0.05), p00)
    p01 = np.dot(rotate_z(-0.05), p01)

```

```

    p10 = np.dot(rotate_z(-0.05), p10)
    p11 = np.dot(rotate_z(-0.05), p11)
    canvas.delete('all')
    draw(canvas)
def up_arrow(event):
    global p00
    global p01
    global p10
    global p11
    p00 = np.dot(rotate_y(0.05), p00)
    p01 = np.dot(rotate_y(0.05), p01)
    p10 = np.dot(rotate_y(0.05), p10)
    p11 = np.dot(rotate_y(0.05), p11)
    canvas.delete('all')
    draw(canvas)
def down_arrow(event):
    global p00
    global p01
    global p10
    global p11
    p00 = np.dot(rotate_y(-0.05), p00)
    p01 = np.dot(rotate_y(-0.05), p01)
    p10 = np.dot(rotate_y(-0.05), p10)
    p11 = np.dot(rotate_y(-0.05), p11)
    canvas.delete('all')
    draw(canvas)
root = Tk()
root.title("Marochkin, КП:Билинейная поверхность")
root.bind('d', right_arrow)
root.bind('a', left_arrow)
root.bind('w', up_arrow)
root.bind('s', down_arrow)
root.bind("<Escape>", exit)

```



```
canvas = Canvas(root, width=800, height=800,  
bg='white')  
canvas.pack()  
draw(canvas)  
root.geometry("800x800")  
root.mainloop()
```

## **6. Выводы**

Выполнив данный курсовой проект я узнал, что такое линейчатые поверхности и сплайны, научился строить сглаженные кривые, проходящие через набор определенных точек, каркасное представление фигур, познакомился с билинейной интерполяцией.

## 7. Литература

- Билинейная поверхность [Электронный ресурс]:  
[https://scask.ru/a\\_book\\_mm3d.php?id=105](https://scask.ru/a_book_mm3d.php?id=105)
- Статья о билинейной интерполяции на Хабр [Электронный ресурс]:  
<https://habr.com/ru/post/354766/>