Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)

Факультет: «Информационные технологии и прикладная математика»
Кафедра: 806 «Вычислительная математика и программирование»

Курсовая работа

по «Компьютерной графике»
Тема: «Линейчатая поверхность Кунса»

Студент: Мариничев И. А.
Группа: М8О-308Б-19
Преподаватель: Филиппов Г. С.
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 №8: Линейчатая поверхность Кунса (границы – кривые Безье 3D 2-й степени)

2. Описание программы.

Рассмотрим способ построения поверхности $Q(u,w)$. Пусть известны четыре граничные кривые $B(u,0), B(u,1), B(0,w), B(1,w)$. Тогда билинейная смешивающая функция равна:

$$Q(u,w) = B(u,0)(1-w) + B(u,1)w + B(0,w)(1-u) + B(1,w)u.$$

Однако, проверив этот результат в угловых точках куска поверхности, например:

$$Q(0,0) = B(0,0) + B(0,0) = 2B(0,0)$$

и на границах:

$$Q(0,w) = B(0,0)(1-w) + B(0,1)w + B(0,w)$$

Так как угловые точки учитываются дважды, правильный результат можно получить только с помощью вычитания дополнительных членов, возникающих из-за удвоения угловых точек:

$$\begin{aligned} Q(u,w) = {} & B(u,0)(1-w) + B(u,1)w + B(0,w)(1-u) + B(1,w)u \\ & - B(0,0)(1-u)(1-w) - B(0,1)(1-u)w - B(1,0)u(1-w) \\ & - B(1,1)uw. \end{aligned}$$

Граничными кривыми в моём варианте являются кривые Безье 2-й степени, они строятся в соответствии со следующей формулой:

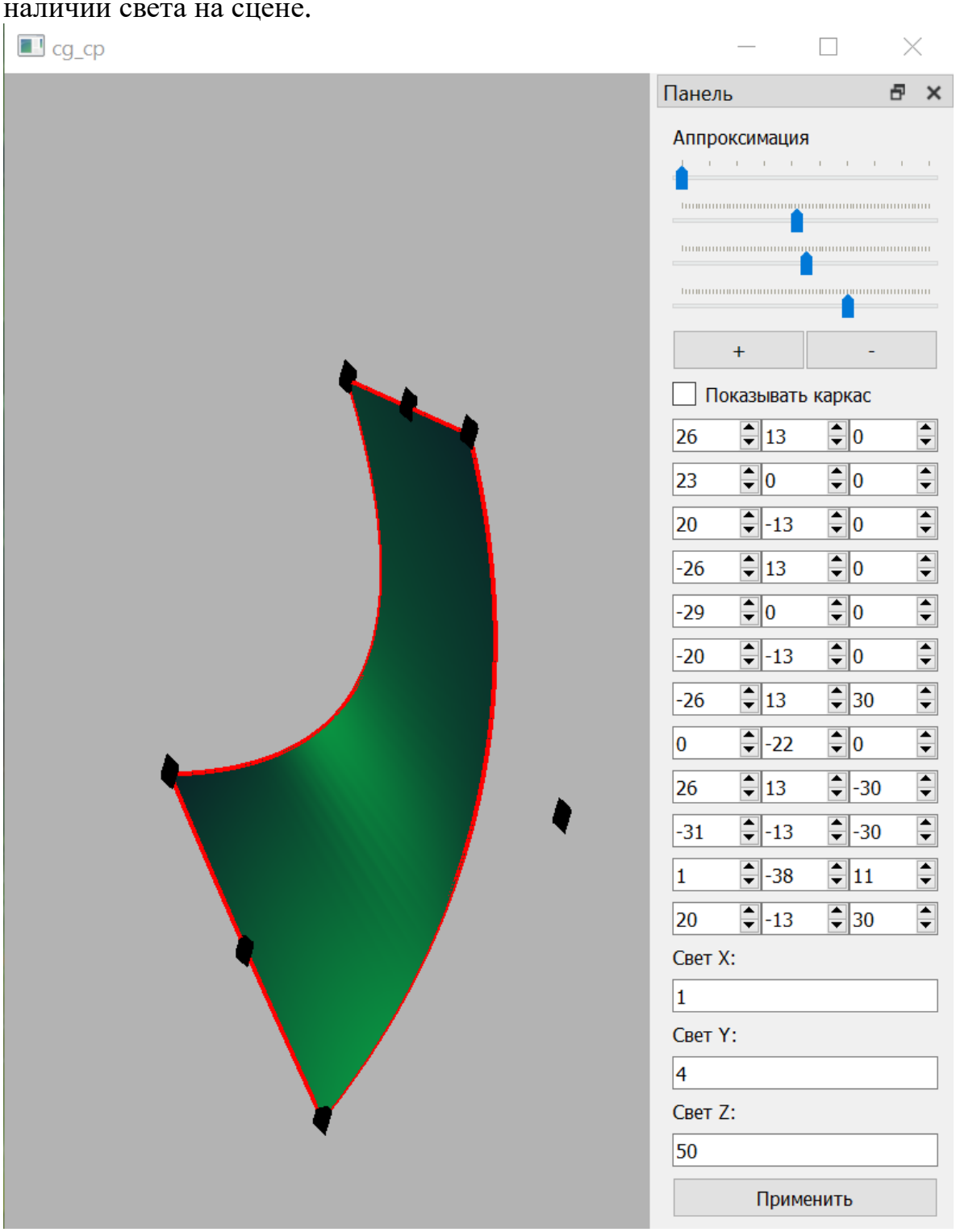
$$B(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2,$$

где P_0, P_1, P_2 — опорные точки, $0 \le t \le 1$.

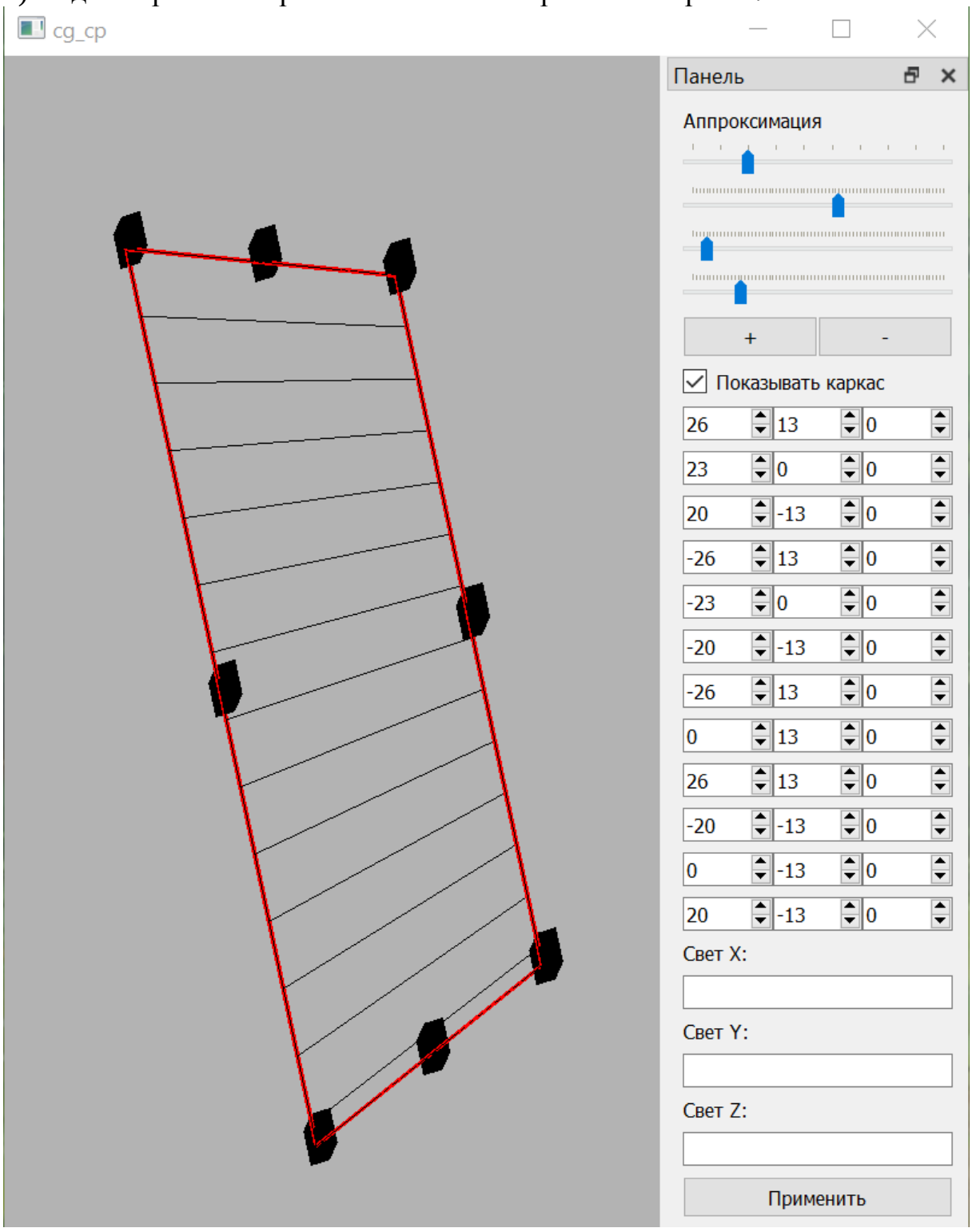
Для решения задачи я использовал C++, фреймворк Qt и OpenGL.

3. Демонстрация работы программы.

1) Вид поверхности при высокой аппроксимации, заданными материалами и наличии света на сцене.



2) Вид поверхности при включённом отображении каркаса.



4. Основной код программы.

1) Метод для отрисовки кривой Безье.

```
void display::drawBezierCurve(const std::vector<QVector4D> &points) {
    glColor3f(1.f, 0.f, 0.f);

    float prevX = points[0].x() + SQUARE_SIZE / 2, prevY = points[0].y() -
SQUARE_SIZE / 2;
    float prevZ = points[0].z();
    glLineWidth(4.f);
    glBegin(GL_LINE_STRIP);
        glVertex3f(prevX, prevY, prevZ);
        for (double t = static_cast<double>(step); t < 1.; t +=
static_cast<double>(step)) {
            float x = static_cast<float>(std::pow((1. - t), 2.)) * (points[0].x()
+ SQUARE_SIZE / 2) +
                      2.f * static_cast<float>(t) * static_cast<float>(1. - t) *
(points[1].x() + SQUARE_SIZE / 2) +
                      static_cast<float>(std::pow(t, 2.)) * (points[2].x() +
SQUARE_SIZE / 2);
            float y = static_cast<float>(std::pow((1. - t), 2.)) * (points[0].y()
- SQUARE_SIZE / 2) +
                      2.f * static_cast<float>(t) * static_cast<float>(1. - t) *
(points[1].y() - SQUARE_SIZE / 2) +
                      static_cast<float>(std::pow(t, 2.)) * (points[2].y() -
SQUARE_SIZE / 2);
            float z = static_cast<float>(std::pow((1. - t), 2.)) *
(points[0].z()) +
                      2.f * static_cast<float>(t) * static_cast<float>(1. - t) *
(points[1].z()) +
                      static_cast<float>(std::pow(t, 2.)) * (points[2].z());
            glVertex3f(x, y, z);
            prevX = x;
            prevY = y;
            prevZ = z;
            if (t + static_cast<double>(step) >= 1.) {
                x = points[2].x() + SQUARE_SIZE / 2;
                y = points[2].y() - SQUARE_SIZE / 2;
                z = points[2].z();
                glVertex3f(x, y, z);
            }
        }
    glEnd();
}
```

2) Методы для отрисовки точек линейчатой поверхности.

```
float display::calcX(double t, double v) {
    double x = (1 - v) * (std::pow(1 - t, 2) * static_cast<double>(points1[0].x()
+ SQUARE_SIZE / 2) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points1[1].x() +
SQUARE_SIZE / 2) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points1[2].x() + SQUARE_SIZE
/ 2)) +
                v * (std::pow(1 - t, 2) * static_cast<double>(points2[0].x() +
SQUARE_SIZE / 2) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points2[1].x() +
SQUARE_SIZE / 2) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points2[2].x() + SQUARE_SIZE
/ 2));
    return static_cast<float>(x);
}

float display::calcY(double t, double v) {
```

```
    double y = (1 - v) * (std::pow(1 - t, 2) * static_cast<double>(points1[0].y()
- SQUARE_SIZE / 2) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points1[1].y() -
SQUARE_SIZE / 2) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points1[2].y() - SQUARE_SIZE
/ 2)) +
                v * (std::pow(1 - t, 2) * static_cast<double>(points2[0].y() -
SQUARE_SIZE / 2) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points2[1].y() -
SQUARE_SIZE / 2) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points2[2].y() - SQUARE_SIZE
/ 2));
    return static_cast<float>(y);
}

float display::calcZ(double t, double v) {
    double z = (1 - v) * (std::pow(1 - t, 2) *
static_cast<double>(points1[0].z()) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points1[1].z()) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points1[2].z())) +
                v * (std::pow(1 - t, 2) * static_cast<double>(points2[0].z()) +
                2 * t * (1 - t) * static_cast<double>(points2[1].z()) +
                std::pow(t, 2) * static_cast<double>(points2[2].z()));
    return static_cast<float>(z);
}
```

5. Выводы.

В ходе выполнения данной курсовой работы была реализована программа, позволяющая моделировать линейчатую поверхность Кунса, в качестве границ которой выступают кривые Безье 2-й степени. Для выполнения данного задания мне пригодились, навыки, полученные в 4, 5 и 7 лабораторных работах.

6. Список литературы.

1. Д. Роджерс, Дж. Адамс. Математические основы машинной графики, – М.: из-во “Мир”, 2001.
2. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2002.
3. Шишкин Е.В., Плис А.И. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователя.