**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**
**КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

# ОТЧЕТ
**по лабораторной работе №2**
**по дисциплине «Компьютерная графика»**
**Тема: Формирования различных кривых с использованием ортогонального проектирования на плоскость визуализации (экране дисплея)**

| | | |
|---|---|---|
| Студент гр. 1335 | ____________________ | Максимов Ю Е |
| Преподаватель | ____________________ | Матвеева И.В. |

Санкт-Петербург
2024

# Оглавление

## Цель работы

Исследовать формирования различных кривых с использованием ортогонального проектирования на плоскость визуализации.

## Задание

Сформировать на плоскости кривую Безье на основе задающей ломаной, определяемой 3 и большим количеством точек. Обеспечить редактирование координат точек задающей ломаной с перерисовкой сплайна Безье.

## Используемые ресурсы

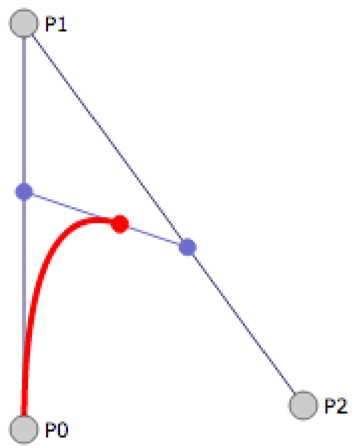
Для выполнения лабораторной работы использовался язык C++ и фреймворк Qt для визуализации.

## Основные теоретические положения

Кривая Безье — это параметрическая кривая, определяемая набором точек, известных как контрольные точки. Она широко используется в компьютерной графике и смежных областях.

Выделим свойства кривой Безье:

1. непрерывность заполнения сегмента между начальной и конечной точками;
2. кривая всегда располагается внутри фигуры, образованной линиями, соединяющими контрольные точки;
3. при наличии только двух контрольных точек сегмент представляет собой прямую линию;
4. прямая линия образуется при коллинеарном (на одной прямой) размещении управляющих точек;
5. кривая Безье симметрична, то есть обмен местами между начальной и конечной точками (изменение направления траектории) не влияет на форму кривой;
6. масштабирование и изменение пропорций кривой Безье не нарушает её стабильности, поскольку с математической точки зрения она «аффинно-инвариантна»;
7. изменение координат хотя бы одной из точек ведет к изменению формы всей кривой Безье;
8. любой частичный отрезок кривой Безье также является кривой Безье;
9. степень (порядок) кривой всегда на одну ступень меньше числа контрольных точек. Например, при трёх контрольных точках форма кривой — парабола, так как парабола — кривая 2-го порядка;
10. окружность не может быть описана параметрическим уравнением кривой Безье.




Общее определение точки на кривой Безье выглядит следующим образом:

$$\mathbf{B}(t) = \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} (1-t)^{n-i} t^i \mathbf{P}_i$$

где n - степень кривой и $\binom{n}{i}$ биномиальные коэффициенты. Мы также можем представить это, как показано ниже.

$$\binom{n}{i} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$$

Мы можем упростить основное уравнение

$$\mathbf{B}(t) = \sum_{i=0}^{n} b_{i,n}(t)\mathbf{P}_i, \quad 0 \le t \le 1$$

И получим базисные многочлены Бернштейна степени n.

$$b_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i}, \quad i = 0, \ldots, n$$

Данное уравнение известно как полином Бернштейна, который представляет собой линейную комбинацию базисных полиномов.

## Ход работы

Нам потребуется функция, которая возвращает вектор интерполированных точек Безье на всём диапазоне параметра t, где t может быть между 0 и 1 (оба включительно).

Входными данными для функции является список контрольных точек.

Разберем следующую функцию:

$$\mathbf{B}(t) = \sum_{i=0}^{n} b_{i,n}(t)\mathbf{P}_i, \quad 0 \le t \le 1$$

$$b_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i}, \quad i = 0, \ldots, n$$

$$\binom{n}{i} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$$

Реализация:

Из формул выше следует, что для каждой точки кривой Безье, зависящей от параметра t, справедлив представленный ниже алгоритм(код). В нём последовательно производится нахождение полинома Бернштейна для каждой контрольной точки, умножение координат данной точки на полином, с последующим и добавлением результата к результирующей координате.

```
void Bizue::bizue_points(vector<QPoint> points){

    auto t = 1.0f; double
    x,y;
    auto N = points.size() - 1;
    while(not (t < -0.0f)){
        x = 0;
        y = 0;
        auto bernPoly = 0; for(int
        k = N; k>=0; --k){


k)));
```

```
auto
C =
((dou
ble)f
actor
ial(N
)/(do
uble)
(fact
        orial(k)*factorial(N-

        auto p_t = powr(t,k);
        auto p_mt = powr((1.0-t),N-k); bernPoly
        = C * p_t * p_mt;

        if(t==1){
            x = points[N].x();
            y = points[N].y();
        }
        else if(t==0){
            x = points[0].x();
            y = points[0].y();
        }
        else{
         x += points[k].x() * bernPoly;
         y += points[k].y() * bernPoly;
        };

    }
    bizye_points.push_back(QPointF(x+5,y+5));
    t-=0.10f;
    if(t>0.098f && t<0.1f) t = 0.1f;
  }
}
```

## Пример работы программы

Пример работы программы представлен на рисунках ниже:



Рисунок 1. Начальное окно

Рисунок 2. Кривая

## Вывод

При выполнении лабораторной работы были изучены формирования различных кривых с использованием ортогонального проектирования на плоскость визуализации. В частности, исследована кривая Безье и ее построение на плоскости.

## Список летературы

### 1. Основы компьютерной графики и проектирования


- Фоли Дж., ван Дам А., Файнер С., Хьюз Д. *Компьютерная графика: Принципы и практика*. — М.: Вильямс, 2004.
- Пресли Р., Бекенхауэр Дж. *Математическая графика и вычислительная геометрия*. — М.: МИР, 1986.
- Хельд Г. *Компьютерная графика: Применение и методы*. — М.: МИР, 1987.


### 2. Геометрия и математические основы построения кривых


- Александров П. С. *Введение в теорию множеств и топологию*. — М.: Наука, 1988.
- Гурвич Л. Я., Журавлев И. В., Рощин А. Л. *Основы аналитической геометрии и векторного анализа*. — М.: Высшая школа, 1985.
- Наимарк М. А. *Линейная алгебра и аналитическая геометрия*. — М.: Наука, 1972.


### 3. Методы и алгоритмы построения кривых


- Кернс Д., Маурер А. *Алгоритмы создания кривых и поверхностей*. — М.: ДМК Пресс, 2003.
- Барс К. *Кривые и поверхности в компьютерной графике*. — М.: ДМК Пресс, 2001.
- Фарин Дж. *Кривые и поверхности для компьютерной графики и проектирования САПР*. — М.: Наука, 1991.