МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Лабораторная работа №2

по дисциплине: Компьютерная графика
тема: «Растровая заливка геометрических фигур»

Выполнил: ст. группы ПВ-233
Мовчан Антон Юрьевич

Проверили:
ст. пр. Осипов Олег Васильевич

Белгород 2025 г.

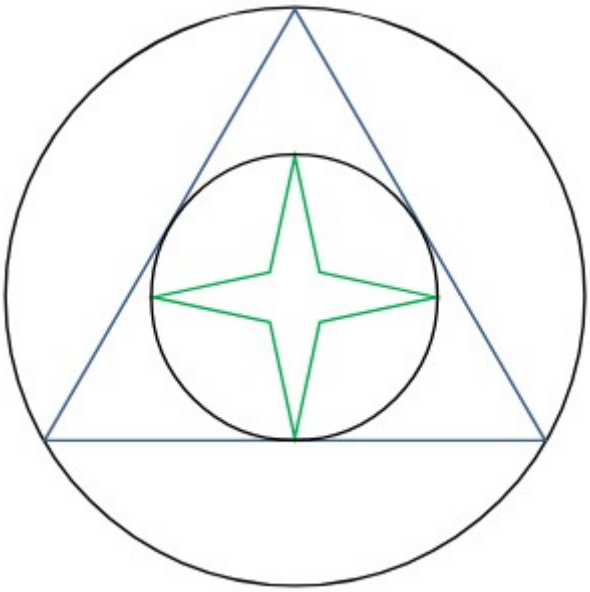
Лабораторная работа №2

Вариант 8

Цель работы: изучение алгоритмов растровой заливки основных геометрических фигур: кругов, многоугольников.

Порядок выполнения работы

1. Изучить растровые алгоритмы заливки геометрических фигур.
2. Разработать алгоритм и составить программу для построения на экране изображения в соответствии с номером варианта (по журналу старосты). В качестве исходных данных взять указанные в таблице
№1 лаб. работы №1.



Frame.h

```
#ifndef FRAME_H
#define FRAME_H

#include <string>
#include <vector>
#include <math.h>


// Структура для задания цвета
typedef struct tagCOLOR
{
	unsigned char RED;		// Компонента красного цвета
	unsigned char GREEN;	// Компонента зелёного цвета
	unsigned char BLUE;		// Компонента синего цвета
	unsigned char ALPHA;	// Прозрачность (альфа канал)

	tagCOLOR() : RED(0), GREEN(0), BLUE(0), ALPHA(255) {}

	tagCOLOR(int red, int green, int blue, int alpha = 255)
		: RED(red), GREEN(green), BLUE(blue), ALPHA(alpha)
	{
		if (red < 0) RED = 0;
		else if (red > 255) RED = 255;
		if (green < 0) GREEN = 0;
```

```
                else if (green > 255) GREEN = 255;
                if (blue < 0) BLUE = 0;
                else if (blue > 255) BLUE = 255;
                if (alpha < 0) ALPHA = 0;
                else if (alpha > 255) ALPHA = 255;
        }

} COLOR;

// Структура для задания цвета
typedef struct HSVCOLOR
{
        double H;                       // Компонента красного цвета
        double S;               // Компонента зелёного цвета
        double V;                       // Компонента синего цвета
        unsigned char ALPHA;    // Прозрачность (альфа канал)

        HSVCOLOR() : H(0), S(0), V(0), ALPHA(255) {}

        HSVCOLOR(double hue, double saturation, double value, int alpha = 255)
                : H(hue), S(saturation), V(value), ALPHA(alpha)
        {
                if (hue < 0) H = 0;
                else if (hue > 360) H = 360;
                if (saturation < 0) S = 0;
                else if (saturation > 1) S = 1;
                if (value < 0) value = 0;
                else if (value > 1) V = 1;
                if (alpha < 0) ALPHA = 0;
                else if (alpha > 255) ALPHA = 255;
        }

        COLOR convertToRgb() {
                int hi = int(floor(H / 60)) % 6;
                double f = H / 60 - floor(H / 60);
                int copyV = V * 255;
                int v = (int)(copyV);
                int p = (int)(copyV * (1 - S));
                int q = (int)(copyV * (1 - f * S));
                int t = (int)(copyV * (1 - (1 - f) * S));
                if (hi == 0)
                        return { v, t, p, ALPHA };
                if (hi == 1)
                        return { q, v, p, ALPHA };
                else if (hi == 2)
                        return { p, v, t, ALPHA };
                else if (hi == 3)
                        return { p, q, v, ALPHA };
                else if (hi == 4)
                        return { t, p, v, ALPHA };
                return { v, p, q, ALPHA };
        }

} HSVCOLOR;


template<typename TYPE> void swap(TYPE& a, TYPE& b)
{
        TYPE t = a;
        a = b;
        b = t;
}
```

```
// Буфер кадра
class Frame
{
	// Указатель на массив пикселей
	// Буфер кадра будет представлять собой матрицу, которая располагается в памяти в виде непрерывного блока
	COLOR* pixels;

	// Указатели на строки пикселей буфера кадра
	COLOR** matrix;

public:

	// Размеры буфера кадра
	int width, height;

	Frame(int _width, int _height) : width(_width), height(_height)
	{
		int size = width * height;

		// Создание буфера кадра в виде непрерывной матрицы пикселей
		pixels = new COLOR[size];

		// Указатели на строки пикселей запишем в отдельный массив
		matrix = new COLOR * [height];

		// Инициализация массива указателей
		for (int i = 0; i < height; i++)
		{
			matrix[i] = pixels + (size_t)i * width;
		}
	}

	// Задаёт цвет color пикселю с координатами (x, y)
	void SetPixel(int x, int y, COLOR color)
	{
		matrix[y][x] = color;
	}

	// Возвращает цвет пикселя с координатами (x, y)
	COLOR GetPixel(int x, int y)
	{
		return matrix[y][x];
	}


	void Triangle(float x0, float y0, float x1, float y1, float x2, float y2, COLOR color)
	{
		// Отсортируем точки таким образом, чтобы выполнилось условие: y0 < y1 < y2
		if (y1 < y0)
		{
			swap(y1, y0);
			swap(x1, x0);
		}
		if (y2 < y1)
		{
			swap(y2, y1);
			swap(x2, x1);
		}
		if (y1 < y0)
		{
			swap(y1, y0);
			swap(x1, x0);
		}
```

```
// Определяем номера строк пикселей, в которых располагаются точки треугольника
int Y0 = (int)(y0 + 0.5f);
int Y1 = (int)(y1 + 0.5f);
int Y2 = (int)(y2 + 0.5f);

// Отсечение невидимой части треугольника
if (Y0 < 0) Y0 = 0;
else if (Y0 >= height) Y0 = height;

if (Y1 < 0) Y1 = 0;
else if (Y1 >= height) Y1 = height;

if (Y2 < 0) Y2 = 0;
else if (Y2 >= height) Y2 = height;


double rawX0 = (Y0 + 0.5f - y0) / (y1 - y0) * (x1 - x0) + x0;
double rawX1 = (Y0 + 0.5f - y0) / (y2 - y0) * (x2 - x0) + x0;
double dX0 = (x1 - x0) / (y1 - y0), dX1 = (x2 - x0) / (y2 - y0);
bool should_swap = rawX0 > rawX1;
int X0, X1;
// Рисование верхней части треугольника
for (float y = Y0 + 0.5f; y < Y1; y++)
{

	X0 = rawX0;
	X1 = rawX1;
	if (should_swap) swap(X0, X1);
	if (X0 < 0) X0 = 0;
	if (X1 > width) X1 = width;

	for (int x = X0; x < X1; x++)
	{
		// f(x + 0.5, y)
		SetPixel(x, y, color);
	}

	rawX0 += dX0;
	rawX1 += dX1;
}

rawX0 = (Y1 + 0.5f - y1) / (y2 - y1) * (x2 - x1) + x1;
rawX1 = (Y1 + 0.5f - y0) / (y2 - y0) * (x2 - x0) + x0;
dX0 = (x2 - x1) / (y2 - y1);
should_swap = rawX0 > rawX1;
// Рисование нижней части треугольника
for (float y = Y1 + 0.5f; y < Y2; y++)
{
	X0 = rawX0;
	X1 = rawX1;

	if (should_swap) swap(X0, X1);
	if (X0 < 0) X0 = 0;
	if (X1 > width) X1 = width;

	for (int x = X0; x < X1; x++)
	{
		// f(x + 0.5, y)
		SetPixel(x, y, color);
	}

	rawX0 += dX0;
	rawX1 += dX1;
}
```

```
}

template <class InterpolatorClass>
void Triangle(float x0, float y0, float x1, float y1, float x2, float y2, InterpolatorClass& Interpolator)
{
	// Отсортируем точки таким образом, чтобы выполнилось условие: y0 < y1 < y2
	if (y1 < y0)
	{
		swap(y1, y0);
		swap(x1, x0);
	}
	if (y2 < y1)
	{
		swap(y2, y1);
		swap(x2, x1);
	}
	if (y1 < y0)
	{
		swap(y1, y0);
		swap(x1, x0);
	}

	// Определяем номера строк пикселей, в которых располагаются точки треугольника
	int Y0 = (int)(y0 + 0.5f);
	int Y1 = (int)(y1 + 0.5f);
	int Y2 = (int)(y2 + 0.5f);

	// Отсечение невидимой части треугольника
	if (Y0 < 0) Y0 = 0;
	else if (Y0 >= height) Y0 = height;

	if (Y1 < 0) Y1 = 0;
	else if (Y1 >= height) Y1 = height;

	if (Y2 < 0) Y2 = 0;
	else if (Y2 >= height) Y2 = height;

	double rawX0 = (Y0 + 0.5f - y0) / (y1 - y0) * (x1 - x0) + x0;
	double rawX1 = (Y0 + 0.5f - y0) / (y2 - y0) * (x2 - x0) + x0;
	double dX0 = (x1 - x0) / (y1 - y0), dX1 = (x2 - x0) / (y2 - y0);
	bool should_swap = rawX0 > rawX1;
	int X0, X1;


	// Рисование верхней части треугольника
	for (float y = Y0 + 0.5f; y < Y1; y++)
	{
		X0 = rawX0;
		X1 = rawX1;
		if (should_swap) swap(X0, X1);
		if (X0 < 0) X0 = 0;
		if (X1 > width) X1 = width;

		for (int x = X0; x <= X1; x++)
		{
			// f(x + 0.5, y)
			COLOR color = Interpolator.color(x + 0.5f, y);

			// Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
			if (color.ALPHA < 255)
			{
				COLOR written = matrix[(int)y][x]; // Уже записанное в буфере кадра значение
цвета, т.е. цвет фона
```

```
                                        float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
                                        color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
                                        color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
                                        color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
                                }

                                SetPixel(x, y, color);
                        }

                        rawX0 += dX0;
                        rawX1 += dX1;
                }

                rawX0 = (Y1 + 0.5f - y1) / (y2 - y1) * (x2 - x1) + x1;
                rawX1 = (Y1 + 0.5f - y0) / (y2 - y0) * (x2 - x0) + x0;
                dX0 = (x2 - x1) / (y2 - y1);
                should_swap = rawX0 > rawX1;

                // Рисование нижней части треугольника
                for (float y = Y1 + 0.5f; y < Y2; y++)
                {
                        X0 = rawX0;
                        X1 = rawX1;

                        if (should_swap) swap(X0, X1);
                        if (X0 < 0) X0 = 0;
                        if (X1 > width) X1 = width;

                        for (int x = X0; x <= X1; x++)
                        {
                                // f(x + 0.5, y)
                                COLOR color = Interpolator.color(x + 0.5f, y);

                                // Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
                                if (color.ALPHA < 255)
                                {
                                        COLOR written = matrix[(int)y][x]; // Уже записанное в буфере кадра значение
цвета, т.е. цвет фона

                                        float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
                                        color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
                                        color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
                                        color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
                                }

                                SetPixel(x, y, color);
                        }

                        rawX0 += dX0;
                        rawX1 += dX1;
                }

        }

        bool IsPointInCircle(int x0, int y0, int radius, int point_x, int point_y)
        {
                return (x0 - point_x) * (x0 - point_x) + (y0 - point_y) * (y0 - point_y) < radius * radius;
        }

        bool IsPointInTriangle(float x0, float y0, float x1, float y1, float x2, float y2, float point_x, float point_y)
        {
                float S = (y1 - y2) * (x0 - x2) + (x2 - x1) * (y0 - y2);
                float h0 = ((y1 - y2) * (point_x - x2) + (x2 - x1) * (point_y - y2)) / S;
                float h1 = ((y2 - y0) * (point_x - x2) + (x0 - x2) * (point_y - y2)) / S;
                float h2 = 1 - h0 - h1;
```

```
		return h0 >= 0 && h1 >= 0 && h2 >= 0;
	}

	template <class InterpolatorClass>
	void Circle(int x0, int y0, int radius, InterpolatorClass& Interpolator)
	{
		int x = 0, y = radius;
		int DSUM = 2 * x * x + 2 * y * y - 2 * radius * radius - 2 * y + 1;
		while (x < y)
		{
			// Если ближе точка (x, y - 1), то смещаемся к ней
			if (DSUM > 0) {
				DSUM -= 4 * y - 4;
				y--;
			}

			// Перенос и отражение вычисленных координат на все октанты окружности
			for (int X0 = -x; X0 <= x; X0++) {
				COLOR color = Interpolator.color(x0 + X0 + 0.5f, y0 + y);

				// Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
				if (color.ALPHA < 255)
				{
					COLOR written = matrix[y0 + y][x0 + X0]; // Уже записанное в буфере кадра значение цвета, т.е. цвет фона

					float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
					color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
					color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
					color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
				}

				SetPixel(x0 + X0, y0 + y, color);

				color = Interpolator.color(x0 + X0 + 0.5f, y0 - y);

				// Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
				if (color.ALPHA < 255)
				{
					COLOR written = matrix[y0 - y][x0 + X0]; // Уже записанное в буфере кадра значение цвета, т.е. цвет фона

					float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
					color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
					color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
					color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
				}

				SetPixel(x0 + X0, y0 - y, color);
			}

			for (int X0 = -y; X0 <= y; X0++) {
				COLOR color = Interpolator.color(x0 + X0 + 0.5f, y0 + x);

				// Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
				if (color.ALPHA < 255)
				{
					COLOR written = matrix[y0 + x][x0 + X0]; // Уже записанное в буфере кадра значение цвета, т.е. цвет фона

					float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
					color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
					color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
					color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
				}
```

```
                                SetPixel(x0 + X0, y0 + x, color);

                                if (x == 0) continue;

                                color = Interpolator.color(x0 + X0 + 0.5f, y0 - x);

                                // Для рисования полупрозрачных фигур будем использовать альфа-смешивание
                                if (color.ALPHA < 255)
                                {
                                        COLOR written = matrix[y0 - x][x0 + X0]; // Уже записанное в буфере кадра значение цвета, т.е. цвет фона

                                        float a = color.ALPHA / 255.0f, b = 1 - a;
                                        color.RED = color.RED * a + written.RED * b;
                                        color.GREEN = color.GREEN * a + written.GREEN * b;
                                        color.BLUE = color.BLUE * a + written.BLUE * b;
                                }

                                SetPixel(x0 + X0, y0 - x, color);
                        }

                        x++;
                        DSUM -= -4 * x - 2;
                }
        }

        ~Frame(void)
        {
                delete[]pixels;
                delete[]matrix;
        }

};

class Vector {
public:
        double vector[3];
        Vector(std::initializer_list<double> v) {
                memcpy(vector, v.begin(), sizeof(double) * 3);
        }
        Vector(std::vector<double> v) {
                memcpy(vector, &v[0], sizeof(double) * 3);
        }
};

class Matrix {
public:
        double data[9];
        double* matrix[3];
        Matrix(std::initializer_list<double> v) {
                memcpy(data, v.begin(), sizeof(double) * 9);
                matrix[0] = data;
                matrix[1] = data + 3;
                matrix[2] = data + 6;
        }
        Matrix(std::vector<double> v) {
                memcpy(data, &v[0], sizeof(double) * 9);
                matrix[0] = data;
                matrix[1] = data + 3;
                matrix[2] = data + 6;
        }

        Matrix multiply(Matrix& another) {
                double dataNew[9] = {};
                double* matrixNew[3];
```

```
                matrixNew[0] = dataNew;
                matrixNew[1] = dataNew + 3;
                matrixNew[2] = dataNew + 6;
                for (int i = 0; i < 3; i++) {
                        for (int j = 0; j < 3; j++) {
                                matrixNew[i][j] = 0;

                                for (int k = 0; k < 3; k++) {
                                        matrixNew[i][j] += this->matrix[i][k] * another.matrix[k][j];
                                }
                        }
                }

                return Matrix(std::vector<double>(dataNew, dataNew + 9));
        }

        Vector multiply(Vector& vec) {
                return Vector({
                        vec.vector[0] * this->matrix[0][0] + vec.vector[1] * this->matrix[0][1] + vec.vector[2] * this->matrix[0]
[2],
                        vec.vector[0] * this->matrix[1][0] + vec.vector[1] * this->matrix[1][1] + vec.vector[2] * this->matrix[1]
[2],
                        vec.vector[0] * this->matrix[2][0] + vec.vector[1] * this->matrix[2][1] + vec.vector[2] * this->matrix[2][2]
});
        }
};

#endif // FRAME_H
```

Painter.h

```
#ifndef PAINTER_H

#define PAINTER_H


#include "Frame.h"


// Установите 1 для отрисовки основного варианта, 0 - для отрисовки задания с защиты (сектор-круг)

#define MAIN_TASK 1



// Угол поворота фигуры

float global_angle = 0;


// Координаты последнего пикселя, который выбрал пользователь

struct

{

        int X, Y;

} global_clicked_pixel = { -1, -1 };
```

```
enum DrawMode {
	SECTOR = 0,
	RADIAL = 1,
	BARYCENTRIC = 2
};

DrawMode bigCircleDrawMode = SECTOR;
DrawMode triangleDrawMode = BARYCENTRIC;
DrawMode smallCircleDrawMode = RADIAL;
DrawMode starDrawMode = BARYCENTRIC;

typedef struct
{
	float x;
	float y;
} coordinate;

// Класс для расчёта барицентрической интерполяции
class BarycentricInterpolator
{
	float x0, y0, x1, y1, x2, y2, S;
	COLOR C0, C1, C2;

public:
	BarycentricInterpolator(float _x0, float _y0, float _x1, float _y1, float _x2, float _y2, COLOR A0, COLOR A1, COLOR A2)
:
		x0(_x0), y0(_y0), x1(_x1), y1(_y1), x2(_x2), y2(_y2),
		S((_y1 - _y2)* (_x0 - _x2) + (_x2 - _x1) * (_y0 - _y2)), C0(A0), C1(A1), C2(A2)
	{
	}


	COLOR color(float x, float y)
	{
		// Барицентрическая интерполяция
		float h0 = ((y1 - y2) * (x - x2) + (x2 - x1) * (y - y2)) / S;
		float h1 = ((y2 - y0) * (x - x2) + (x0 - x2) * (y - y2)) / S;
		float h2 = 1 - h0 - h1;
```

```
                float r = h0 * C0.RED + h1 * C1.RED + h2 * C2.RED;
                float g = h0 * C0.GREEN + h1 * C1.GREEN + h2 * C2.GREEN;
                float b = h0 * C0.BLUE + h1 * C1.BLUE + h2 * C2.BLUE;
                float a = h0 * C0.ALPHA + h1 * C1.ALPHA + h2 * C2.ALPHA;
                // Из-за погрешности аппроксимации треугольника учитываем, что центр закрашиваемого пикселя может находится вне треугольника.
                // По этой причине значения r, g, b могут выйти за пределы диапазона [0, 255].
                return COLOR(r, g, b, a);
        }
};

// Класс для расчёта радиальной интерполяции
class RadialInterpolator
{
        float cx, cy; // Центр прямоугольника
        std::vector<COLOR> colors; // Цвета радиальной заливки
        float angle;  // Начальный угол заливки

public:
        RadialInterpolator(float _x0, float _y0, float _x1, float _y1, COLOR A0, COLOR A1, float _angle) :
                cx((_x0 + _x1) / 2.0f), cy((_y0 + _y1) / 2.0f),
                colors({ A0, A1 }), angle(_angle)
        {
        }
        RadialInterpolator(float _x0, float _y0, float _x1, float _y1, std::vector<COLOR> _colors, float _angle) :
                cx((_x0 + _x1) / 2.0f), cy((_y0 + _y1) / 2.0f),
                colors(_colors), angle(_angle)
        {
        }

        COLOR color(float x, float y)
        {
                double dx = (double)x - cx, dy = (double)y - cy;
                double radius = sqrt(dx * dx + dy * dy);

                double h0 = radius / 40 + angle;
                h0 -= floor(h0);
```

```
                h0 *= colors.size();
                int h0IndexColors = h0;
                int h1IndexColors = h0IndexColors + 1;
                COLOR colorh01 = colors[h0IndexColors % colors.size()];
                COLOR colorh11 = colors[h1IndexColors % colors.size()];
                h0 -= floor(h0);
                double h1 = 1 - h0;

                double r = h0 * colorh11.RED + h1 * colorh01.RED;
                double g = h0 * colorh11.GREEN + h1 * colorh01.GREEN;
                double b = h0 * colorh11.BLUE + h1 * colorh01.BLUE;

                return COLOR(r, g, b);

        }
};

// Класс для расчёта барицентрической интерполяции
class SectorInterpolator
{
        float c_x, c_y;
        COLOR C0, C1, C2;


        inline double getangle(int x, int y) {
                double x1 = 0;
                double y1 = 1;
                double x2 = x - c_x;
                double y2 = y - c_y;

                double dot = x1 * x2 + y1 * y2;
                double det = x1 * y2 - y1 * x2;
                return atan2(det, dot);
        }
public:
        SectorInterpolator(float c_x, float c_y) :
                c_x(c_x), c_y(c_y)
        {
```

```
	}


	COLOR color(float x, float y)
	{
		return HSVCOLOR(180 + (getangle(x, y) * 180) / 3.14, 1, 1).convertToRgb();
	}
};

class Painter
{
public:

	void Draw(Frame& frame)
	{
		// Шахматная текстура
		for (int y = 0; y < frame.height; y++)
			for (int x = 0; x < frame.width; x++)
			{
				if ((x + y) % 2 == 0)
					frame.SetPixel(x, y, { 230, 255, 230 });	// Золотистый цвет
				//frame.SetPixel(x, y, { 217, 168, 14 });
				else
					frame.SetPixel(x, y, { 200, 200, 200 }); // Чёрный цвет
				//frame.SetPixel(x, y, { 255, 255, 255 }); // Белый цвет
			}


		int W = frame.width, H = frame.height;
		// Размер рисунка возьмём меньше (7 / 8), чтобы он не касался границ экрана
		float a = 7.0f / 8 * ((W < H) ? W - 1 : H - 1);
		if (a < 1) return; // Если окно очень маленькое, то ничего не рисуем
		float angle = -global_angle; // Угол поворота
		a = a / 2;
		coordinate C = { W / 2, H / 2 };


		// Код для отрисовки основного задания.
```

```
if (MAIN_TASK) {
        double t = (3 * a) / sqrt(3);
        coordinate triangleA = { C.x, C.y - a };
        coordinate triangleB = { C.x - t / 2, C.y + a / 2 };
        coordinate triangleC = { C.x + t / 2, C.y + a / 2 };

        Matrix S = { 1, 0, 0,
                     0, 1, 0,
                     0, 0, 1 };
        Matrix R = { cos(angle), -sin(angle),  0,
                     sin(angle),  cos(angle),  0,
                     0,           0,           1 };
        Matrix T = { 1, 0, W / 2.0,
                     0, 1, H / 2.0,
                     0, 0,       1 };
        Matrix SRT = (T.multiply(R)).multiply(S);
        double starOffset = a / 12;
        coordinate star[8] = {
                { 0, a / 2 },
                { starOffset, starOffset },
                { a / 2, 0 },
                { starOffset, -starOffset },
                { 0, -a / 2 },
                { -starOffset, -starOffset },
                { -a / 2, 0 },
                { -starOffset, starOffset } };

        for (int i = 0; i < 8; i++)
        {
                Vector pointVector = { star[i].x, star[i].y, 1 };
                pointVector = SRT.multiply(pointVector);
                star[i].x = pointVector.vector[0];
                star[i].y = pointVector.vector[1];
        }

        bool starSelected = frame.IsPointInTriangle(
                star[7].x, star[7].y, star[0].x, star[0].y, star[1].x, star[1].y,
                global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y) ||
```

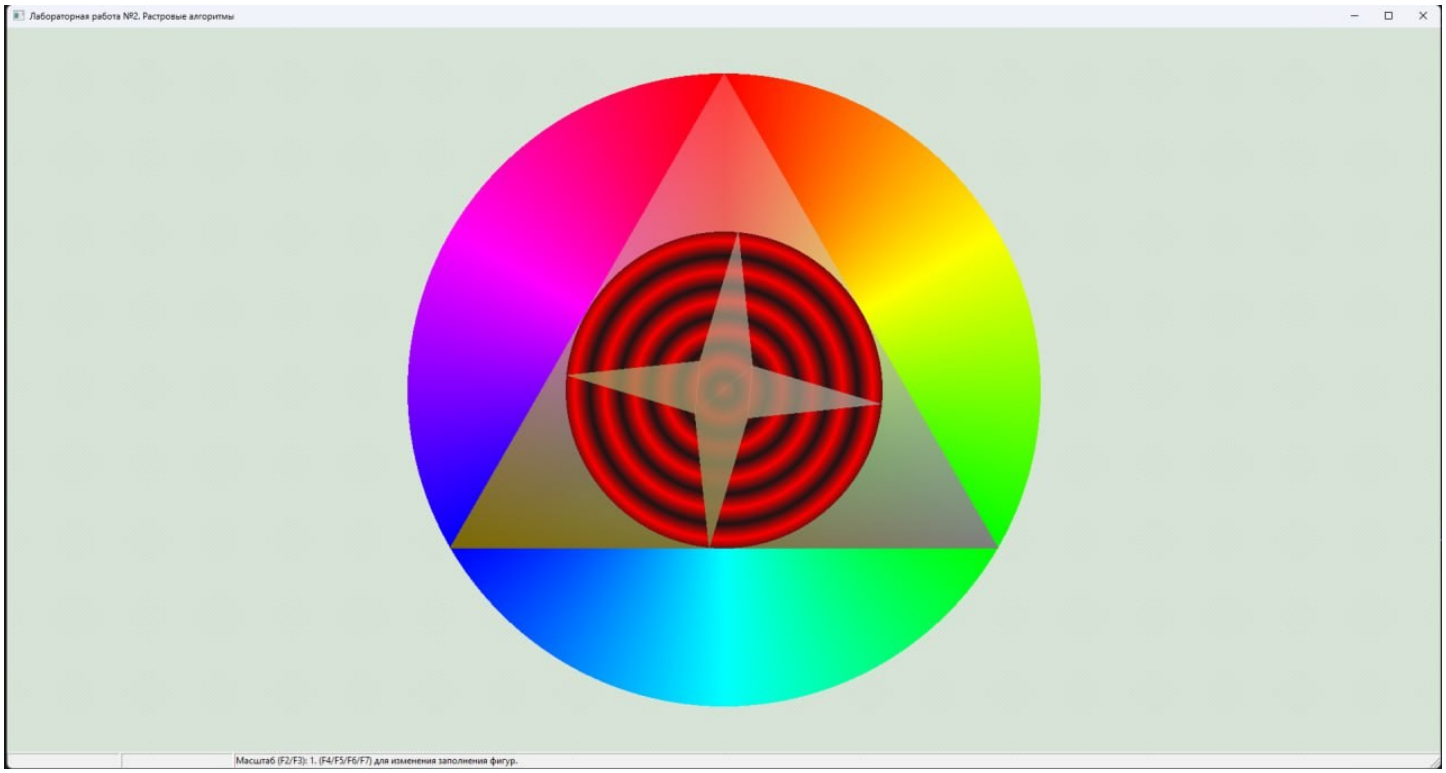
```
            frame.IsPointInTriangle(
                    star[1].x, star[1].y, star[2].x, star[2].y, star[3].x, star[3].y,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y) ||
            frame.IsPointInTriangle(
                    star[5].x, star[5].y, star[4].x, star[4].y, star[3].x, star[3].y,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y) ||
            frame.IsPointInTriangle(
                    star[5].x, star[5].y, star[6].x, star[6].y, star[7].x, star[7].y,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y) ||
            frame.IsPointInTriangle(
                    star[7].x, star[7].y, star[1].x, star[1].y, star[3].x, star[3].y,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y) ||
            frame.IsPointInTriangle(
                    star[7].x, star[7].y, star[5].x, star[5].y, star[3].x, star[3].y,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y);

        bool smallCircleSelected = !starSelected &&
            frame.IsPointInCircle((int)C.x, (int)C.y, (int)(a * 0.5),
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y);

        bool triangleSelected = !smallCircleSelected && !starSelected && frame.IsPointInTriangle(
            triangleA.x, triangleA.y,
            triangleB.x, triangleB.y,
            triangleC.x, triangleC.y,
            global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y);

        bool bigCircleSelected = !triangleSelected && !smallCircleSelected && !starSelected &&
            frame.IsPointInCircle((int)C.x, (int)C.y, (int)a,
                    global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y);

        float x0 = 0, y0 = 0, x1 = frame.width, y1 = frame.height;


        RadialInterpolator selected(x0, y0, x1, y1, HSVCOLOR(255, 1, 1).convertToRgb(), COLOR(255, 0, 0), 0);

        SectorInterpolator sectorInterpolator(C.x, C.y);
```

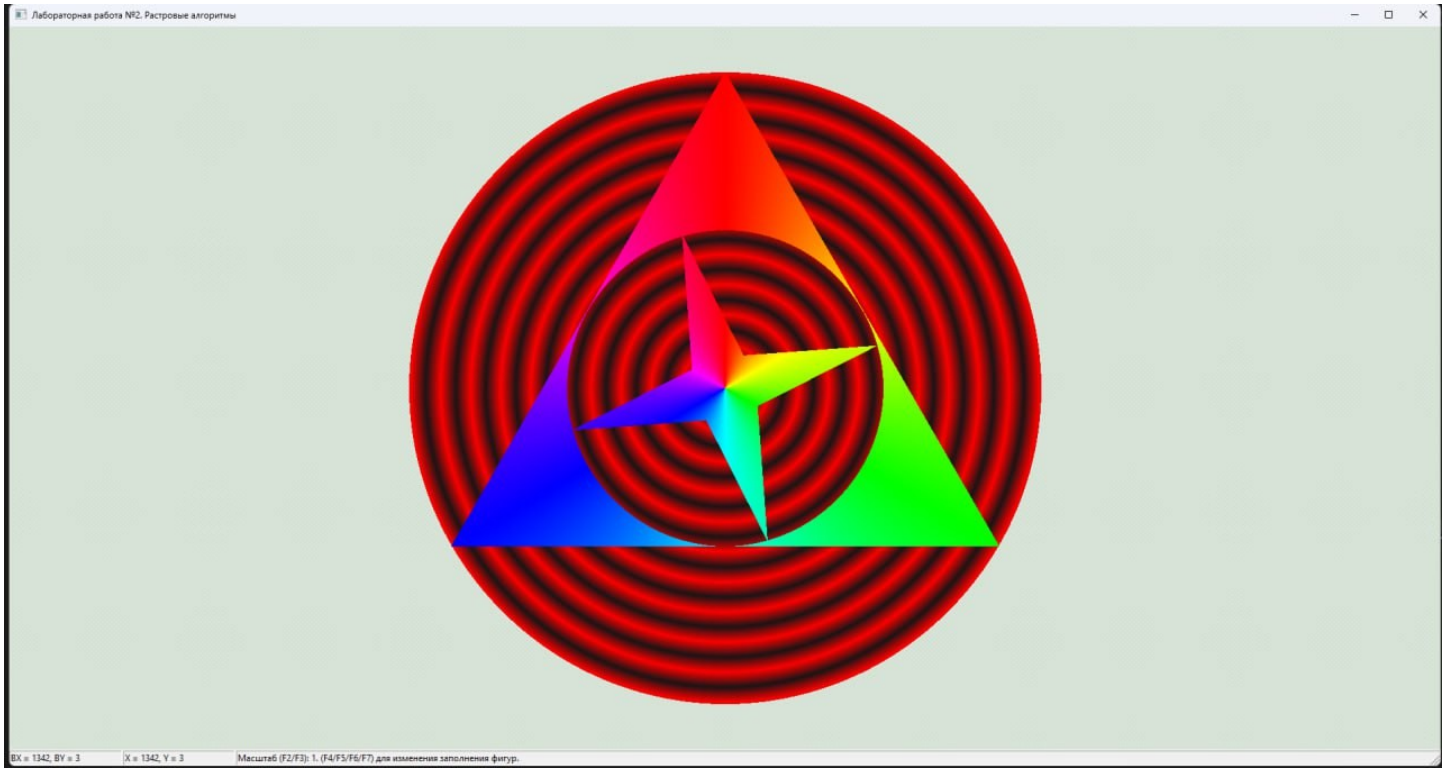
```
                RadialInterpolator radialInterpolator(x0, y0, x1, y1, COLOR(255, 0, 0), HSVCOLOR(311, .1, .1).convertToRgb(), global_angle);


                BarycentricInterpolator triangleInterpolator(
                        triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                        triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                        triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                        COLOR(255, 255, 255, 60),
                        HSVCOLOR(51, 1, .5).convertToRgb(),
                        COLOR(128, 128, 128));



                // Рисуем описанную окружность

                SectorInterpolator sector(C.x, C.y);
                if (bigCircleSelected)
                        frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)a, selected);
                else if (bigCircleDrawMode == DrawMode::SECTOR)
                        frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)a, sectorInterpolator);
                else if (bigCircleDrawMode == DrawMode::RADIAL)
                        frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)a, radialInterpolator);
                else if (bigCircleDrawMode == DrawMode::BARYCENTRIC)
                        frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)a, triangleInterpolator);




                //Рисуем треугольник



                if (triangleSelected) {
                        frame.Triangle(
                                triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                                triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                                triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                                selected);
                }
                else if (triangleDrawMode == DrawMode::SECTOR)
```

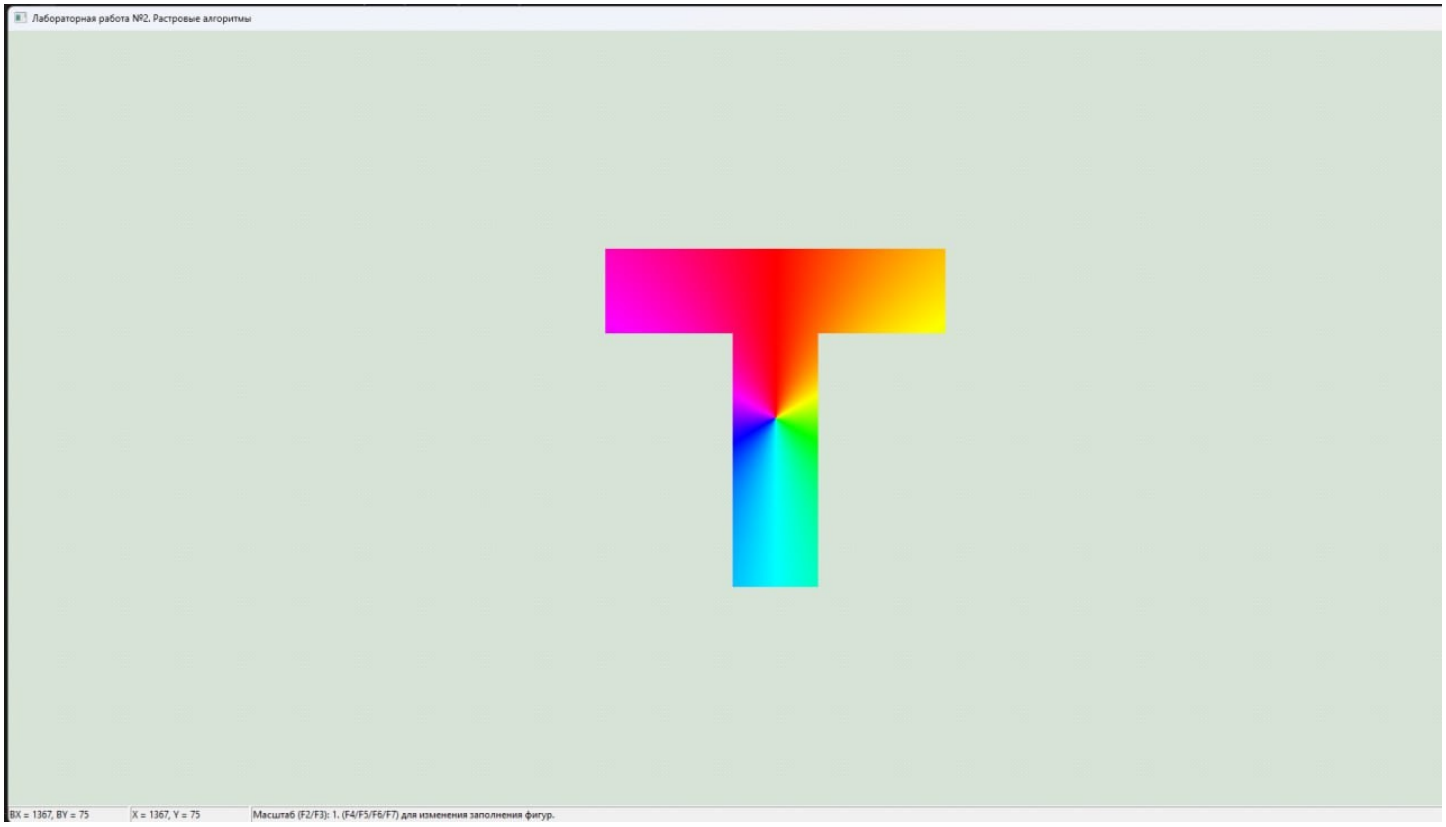
```
            frame.Triangle(
                    triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                    triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                    triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                    sectorInterpolator);
    else if (triangleDrawMode == DrawMode::RADIAL)
            frame.Triangle(
                    triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                    triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                    triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                    radialInterpolator);
    else if (triangleDrawMode == DrawMode::BARYCENTRIC)
            frame.Triangle(
                    triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                    triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                    triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                    triangleInterpolator);



    if (smallCircleSelected)
            frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)(a * 0.5), selected);
    else if (smallCircleDrawMode == DrawMode::SECTOR)
            frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)(a * 0.5), sectorInterpolator);
    else if (smallCircleDrawMode == DrawMode::RADIAL)
            frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)(a * 0.5), radialInterpolator);
    else if (smallCircleDrawMode == DrawMode::BARYCENTRIC)
            frame.Circle((int)C.x, (int)C.y, (int)(a * 0.5), triangleInterpolator);



    // Добавим заливку для звезды в центре
    if (starSelected) {
            frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[0].x, star[0].y, star[1].x, star[1].y, selected);
            frame.Triangle(star[1].x, star[1].y, star[2].x, star[2].y, star[3].x, star[3].y, selected);
            frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[4].x, star[4].y, star[3].x, star[3].y, selected);
            frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[6].x, star[6].y, star[7].x, star[7].y, selected);
            frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[1].x, star[1].y, star[3].x, star[3].y, selected);
            frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[5].x, star[5].y, star[3].x, star[3].y, selected);
    }
```

```
                else if (starDrawMode == DrawMode::SECTOR) {
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[0].x, star[0].y, star[1].x, star[1].y, sectorInterpolator);
                        frame.Triangle(star[1].x, star[1].y, star[2].x, star[2].y, star[3].x, star[3].y, sectorInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[4].x, star[4].y, star[3].x, star[3].y, sectorInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[6].x, star[6].y, star[7].x, star[7].y, sectorInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[1].x, star[1].y, star[3].x, star[3].y, sectorInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[5].x, star[5].y, star[3].x, star[3].y, sectorInterpolator);
                }
                else if (starDrawMode == DrawMode::RADIAL) {
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[0].x, star[0].y, star[1].x, star[1].y, radialInterpolator);
                        frame.Triangle(star[1].x, star[1].y, star[2].x, star[2].y, star[3].x, star[3].y, radialInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[4].x, star[4].y, star[3].x, star[3].y, radialInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[6].x, star[6].y, star[7].x, star[7].y, radialInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[1].x, star[1].y, star[3].x, star[3].y, radialInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[5].x, star[5].y, star[3].x, star[3].y, radialInterpolator);
                }
                else if (starDrawMode == DrawMode::BARYCENTRIC) {
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[0].x, star[0].y, star[1].x, star[1].y, triangleInterpolator);
                        frame.Triangle(star[1].x, star[1].y, star[2].x, star[2].y, star[3].x, star[3].y, triangleInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[4].x, star[4].y, star[3].x, star[3].y, triangleInterpolator);
                        frame.Triangle(star[5].x, star[5].y, star[6].x, star[6].y, star[7].x, star[7].y, triangleInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[1].x, star[1].y, star[3].x, star[3].y, triangleInterpolator);
                        frame.Triangle(star[7].x, star[7].y, star[5].x, star[5].y, star[3].x, star[3].y, triangleInterpolator);
                }
        }
        else {
                float x0 = 0, y0 = 0, x1 = frame.width, y1 = frame.height;
                RadialInterpolator radialInterpolator(x0, y0, x1, y1, { COLOR(0, 255, 0), COLOR(255, 0, 0), COLOR(255, 0, 255) }, global_angle / 5);
                double t = (3 * a) / sqrt(3);
                coordinate triangleA = { C.x, C.y - a };
                coordinate triangleB = { C.x - t / 2, C.y + a / 2 };
                coordinate triangleC = { C.x + t / 2, C.y + a / 2 };
                frame.Triangle(
                        triangleA.x + 0.5, triangleA.y + 0.5,
                        triangleB.x + 0.5, triangleB.y + 0.5,
                        triangleC.x + 0.5, triangleC.y + 0.5,
                        radialInterpolator);
```

```
                }
                // Рисуем пиксель, на который кликнул пользователь
                if (global_clicked_pixel.X >= 0 && global_clicked_pixel.X < W &&
                        global_clicked_pixel.Y >= 0 && global_clicked_pixel.Y < H)
                        frame.SetPixel(global_clicked_pixel.X, global_clicked_pixel.Y, { 34, 175, 60 }); // Пиксель зелёного цвета
        }
};

#endif // PAINTER_H
```







Вывод: в ходе выполнения л.р я изучил алгоритмы растровой заливки основных геометрических фигур: кругов, многоугольников.