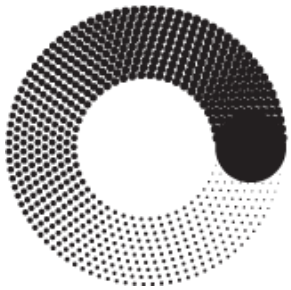
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ

Кафедра СМАРТ технологий

# Лабораторная работа №4
# «Многомерный анализ и визуализация мониторинговых данных»

По дисциплине «Технологии визуализации данных систем управления»

| | |
|---|---|
| Группа | 201-325 |
| Студент | Холодилов И.В. |
| Дата | 24.05.2023 |
| Преподаватель | Идиатулов Т.Т. |

2023

## Цель работы

Подготовить приложение на языке C# для сбора, статистической обработки и визуализации данных с использованием библиотеки OpenGL (через обертку SharpGL)

## Задачи

- Реализовать визуализацию сцены для отображения пространственных данных в виде куба с окружающими поверхностями для отображения графиков. Реализовать управление отображением с помощью мыши с центром вращения сцены в геометрическом центре куба.

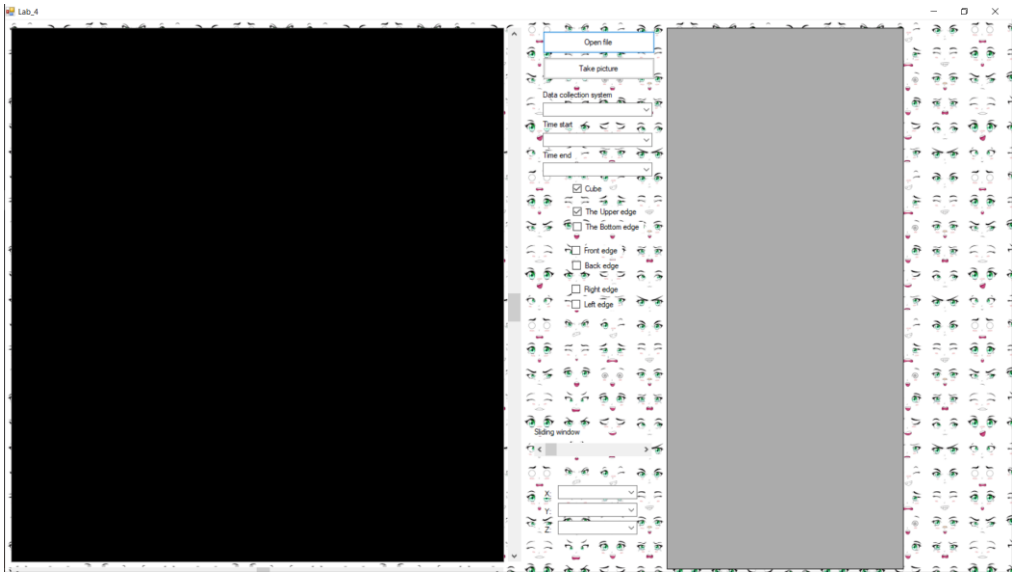



*Рисунок 1 – Form*

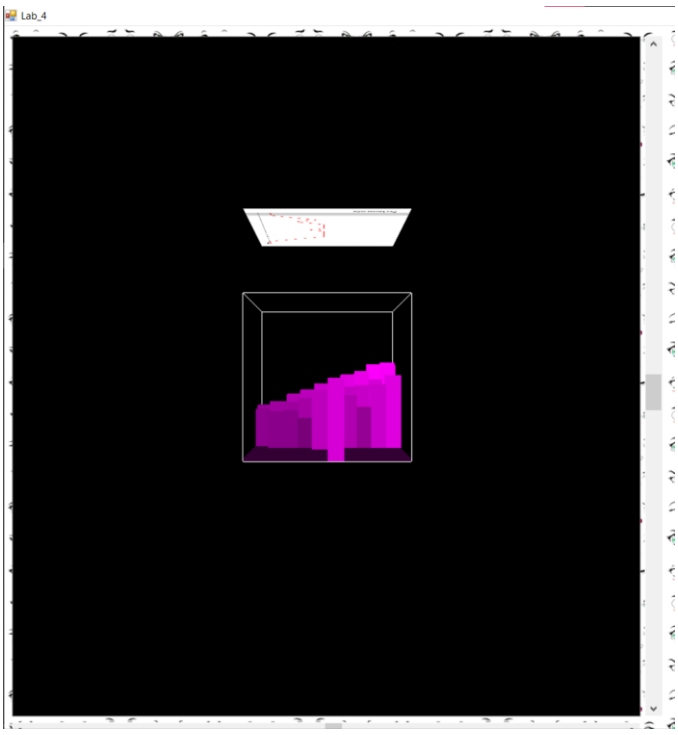



*Рисунок 2 - Отображение данных в 3д*

- Реализовать возможность скрывать куб или отдельные поверхности для графиков.

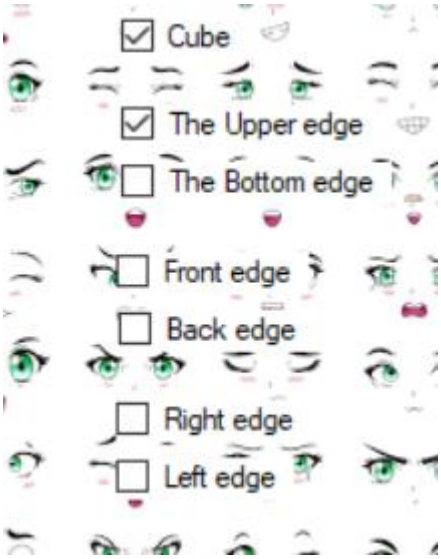



*Рисунок 3 - Переключение отображений*

- Реализовать загрузку набора данных, представленных как набор мониторинговых параметров из сообщений в сети CAN. Выполнить фильтрацию сообщений по заданной карте и квантование по моменту сбора данных.

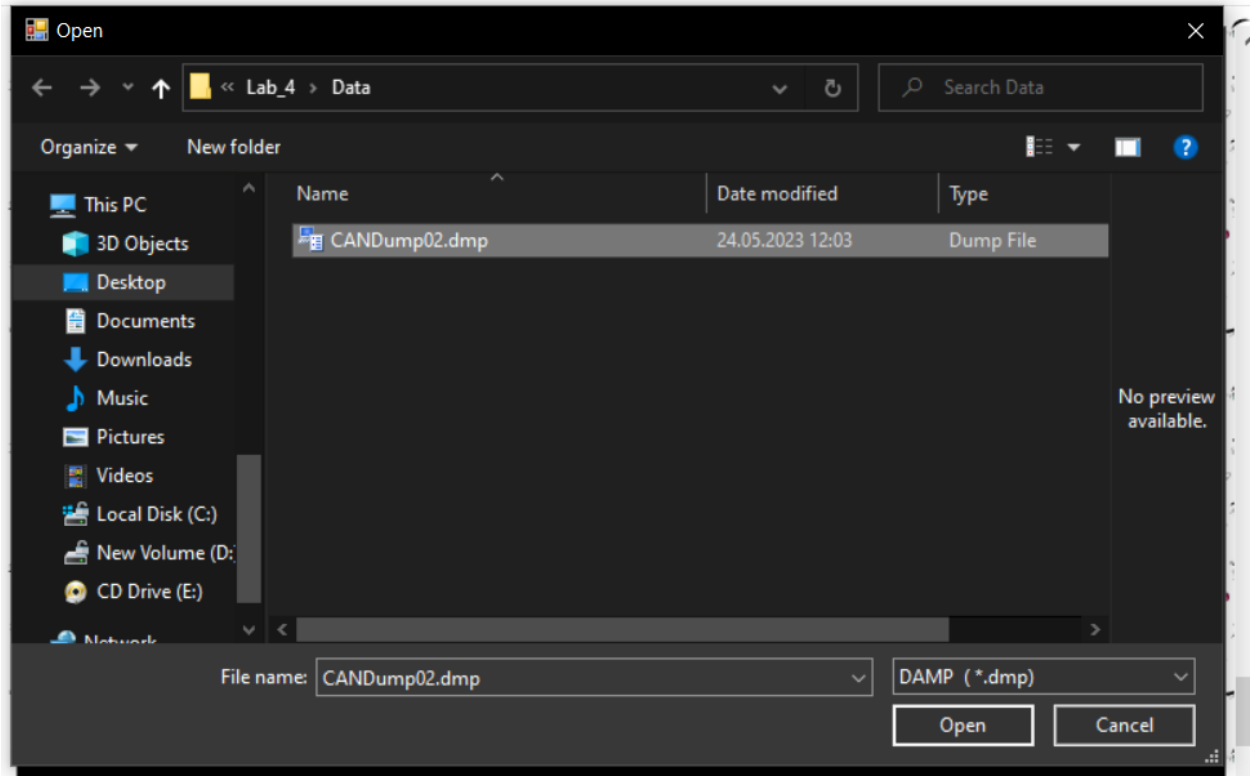



*Рисунок 4 - Открытие файла с данными*

| Priority | Extended Data Page | Data Page | PDU Format | PDU Specific | Source Address |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 bit | 1 bit | 1 bit | 8 bit | 8 bit | 8 bit |

Первый байт - выровнен вправо, из него нужно взять 5 правых битов 3 + 1 + 1 и это первые три ячейки

Далее три байта про форматы и адреса

Затем байт с числом 8 - это DLC (ред.)

Затем 8 байт данных

Пустые байты - всегда 0

Разделитель - два байта (FF FF)

Всего 12 байт на пакет вместе с разделителем

*Рисунок 5 - Формат данных в файле*

```
byte[] Data = File.ReadAllBytes(openFileDialog1.FileName);
PACKAGES = new Package[0];
NODES = new Node[0];

// Определение уникальных узлов
HashSet<string> UniqueNodes = new HashSet<string>();

// Заполняем пакеты
for (int i = 0; i < Data.Length; i += 19)
{
    byte[] TimeBytes = { Data[i], Data[i + 1] };
    int Seconds = BitConverter.ToInt16(TimeBytes, 0);

    string Time = TimeSpan.FromSeconds(Seconds).ToString();
    byte Target = Data[i + 6];
    byte Source = Data[i + 7];
    byte Value = Data[i + 9];

    UniqueNodes.Add(Source.ToString() + " -> " + Target.ToString());
    PACKAGES = PACKAGES.Add(new Package(Time, Source, Target, Value));
}

// Заполняем узлы
foreach (var n in UniqueNodes)
{
    Node node = new Node(n);
    foreach (var p in PACKAGES)
        if (node.BelongsToNode(p))
            node.AddValue(p.Time, p.Value);

    NODES = NODES.Add(node);
}
```

*Рисунок 6 - Обработка байтов из файла и распределение по пакетам*

- Выполнить статистический анализ записей как набора точек в многомерном пространстве, вычисляя параметры описательной статистики методом скользящих сводных параметров. Реализовать возможность задать глубину истории рассчитываемых параметров. еализовать систему визуализации данных (плоскости и графиков) в режиме скользящих сводных параметров.

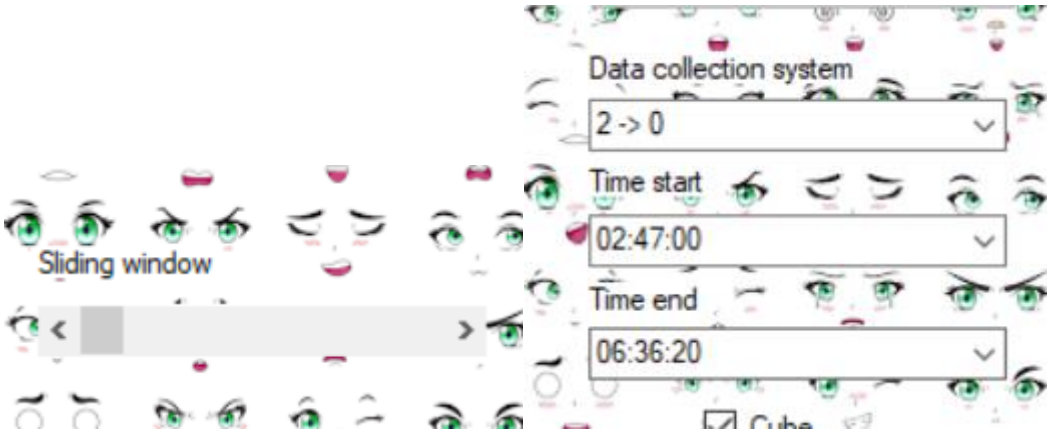



*Рисунок 7 - Элементы управления*

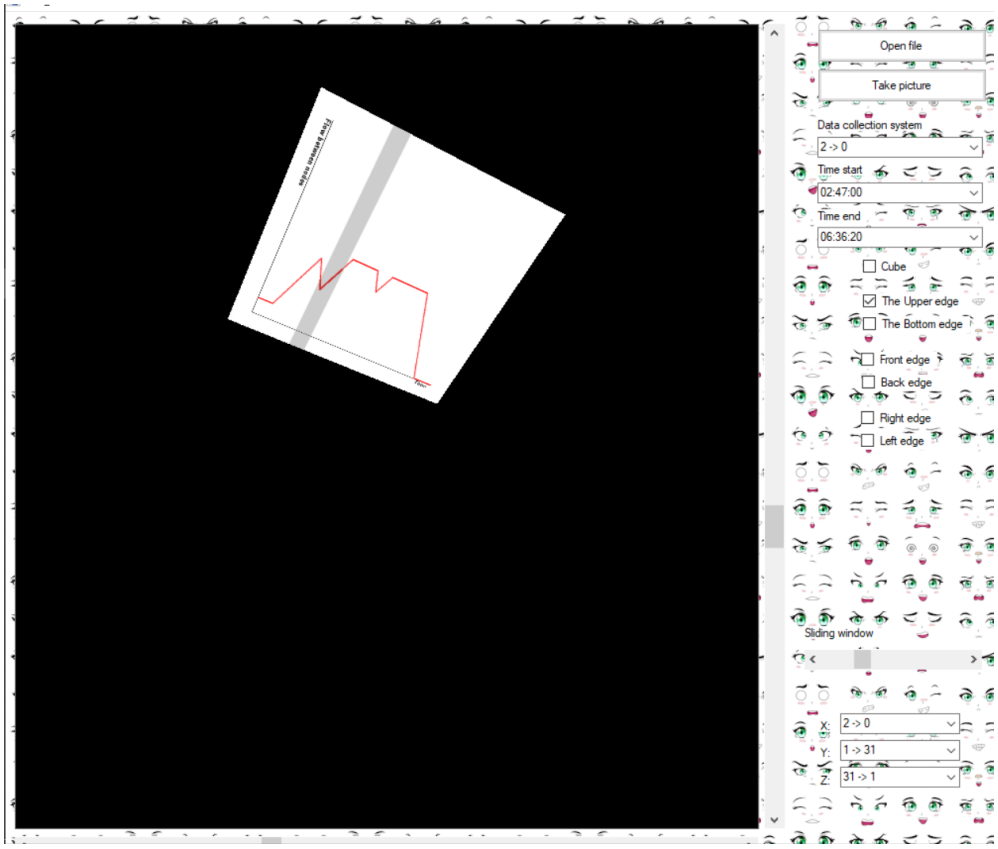



*Рисунок 8 - Отображенние текстуры Bitmap*

- Реализовать сохранение полученного изображения в файл

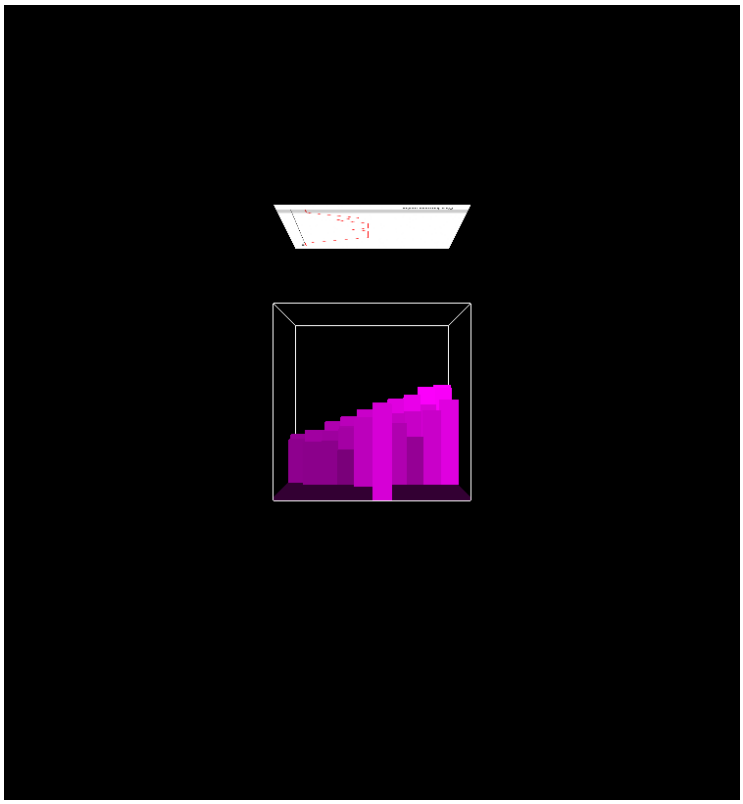


*Рисунок 9 - Пример изображения.*

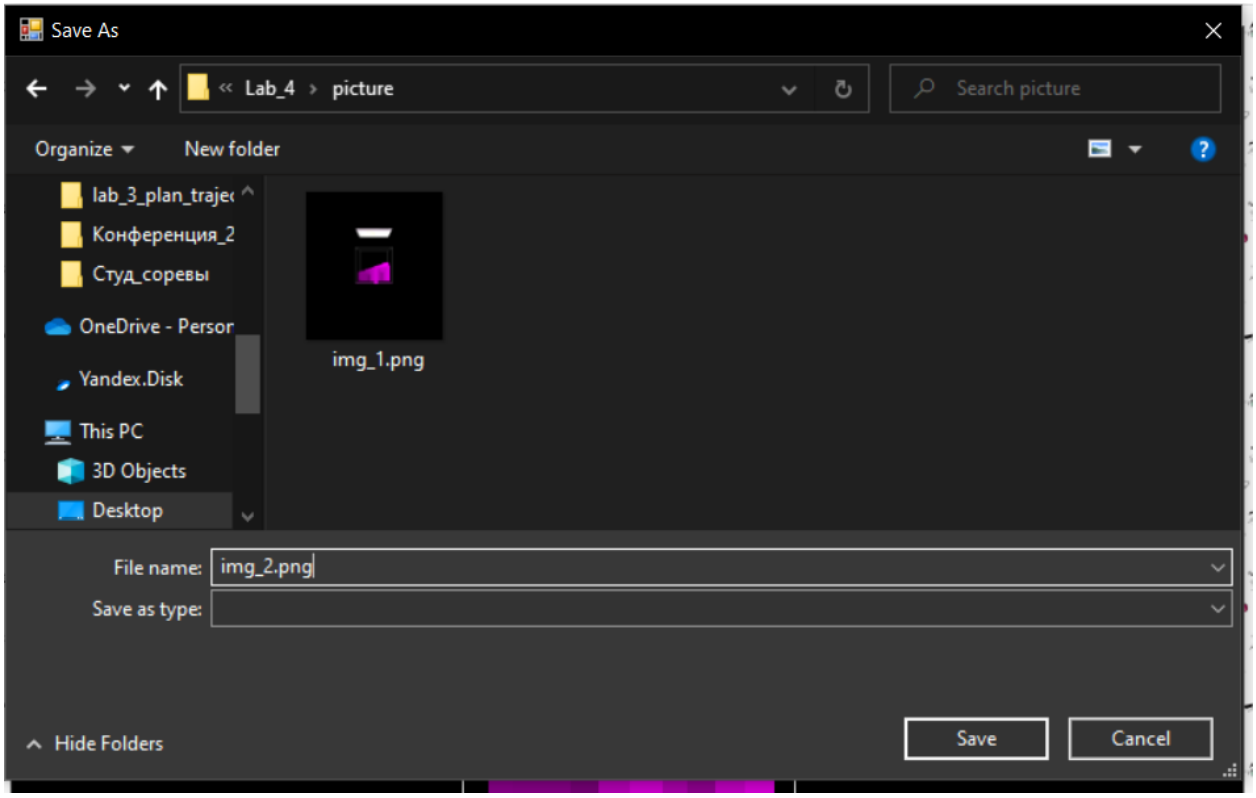



*Рисунок 10 - Сохранение изображения*

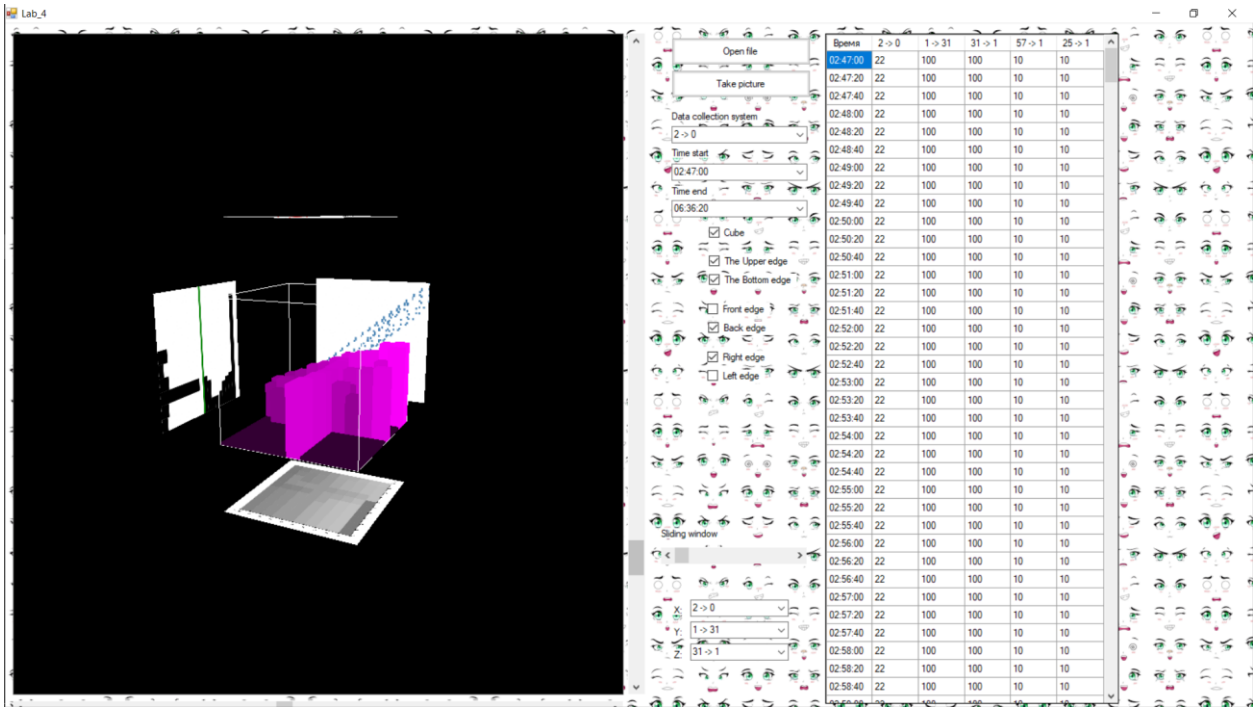



*Рисунок 11 - Итоговый вид рабочей программы*

## Вывод

В ходе создания программы было написанно ПО для отображения данных из файла .dmp с их анализом.

## Приложение А

Листинг А-1 – программный код:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
using SharpGL;
using OpenCvSharp;
using System.Runtime.InteropServices;
using SharpGL.SceneGraph.Assets;
using System.IO;
using System.Drawing.Drawing2D;
using System.Drawing.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Lab_4
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private bool ROTATING;
        bool is_rotate_change = false;
        private int START_X;
        private int START_Y;
        private double PREV_EQUATOR;
        private double PREV_MERIDIAN;
        double angleX;
        double angleY = Math.PI * 1.5d;
        double distance_z = 40d;
        int[] start_mouse_pose;
        int half_picture_size = 500;

        private Package[] PACKAGES;
        private Node[] NODES;
        private int[,] Z_HEIGHTS;
        private int[,] Z_VALUES;
```

```
private const string RIGHT_PATH = "Right.jpg";
private const string FRONT_PATH = "Front.jpg";
private const string TOP_PATH = "Top.jpg";
private const string BOTTOM_PATH = "Bottom.jpg";
private const string LEFT_PATH = "Left.jpg";
private const string BACK_PATH = "Back.jpg";

OpenGL opengl1;

public Form1()
{
   InitializeComponent();
   DataControl.MouseWheel += DataControl_MouseWheel;
   DeletePlanes();
   opengl1 = DataControl.OpenGL;
}

private void DeletePlanes()
{
   if (File.Exists(RIGHT_PATH)) File.Delete(RIGHT_PATH);
   if (File.Exists(FRONT_PATH)) File.Delete(FRONT_PATH);
   if (File.Exists(TOP_PATH)) File.Delete(TOP_PATH);
   if (File.Exists(BOTTOM_PATH)) File.Delete(BOTTOM_PATH);
}

private void FillDataGrid(HashSet<string> headers)
{
   CANDataGrid.Rows.Clear();

   string[] HeaderNames = new string[1];
   HeaderNames[0] = "Время";

   foreach (var h in headers)
      HeaderNames = HeaderNames.Add(h);

   foreach (var name in HeaderNames)
   {
```

```
            DataGridViewColumn Column = new DataGridViewColumn
            {
                CellTemplate = new DataGridViewTextBoxCell(),
                HeaderText = name
            };

            CANDataGrid.Columns.Add(Column);
        }

        int TimeCount = NODES[0].TimeStamps.Length;

        for (int t = 0; t < TimeCount; t++)
        {
            string[] RowData = new string[NODES.Length + 1];
            RowData[0] = NODES[0].TimeStamps[t];

            for (int n = 0; n < NODES.Length; n++)
                RowData[n + 1] = NODES[n].Values[t].ToString();

            CANDataGrid.Rows.Add(RowData);
        }
    }

    private Mat GetScreenshot(OpenGLControl control)
    {
        OpenGL opengl1 = control.OpenGL;

        int h = control.Height;
        int w = control.Width;
        byte[] Pixels = new byte[4 * w * h];
        opengl1.ReadPixels(0, 0, w, h, OpenGL.GL_BGRA, OpenGL.GL_UNSIGNED_BYTE, Pixels);

        Mat Screenshot = new Mat(h, w, MatType.CV_8UC4);
        Marshal.Copy(Pixels, 0, Screenshot.Data, 4 * w * h);
        Cv2.Flip(Screenshot, Screenshot, FlipMode.X);

        return Screenshot;
    }
```

```
    private async void DrawEverything()
    {
        try
        {
            opengl1.Clear(OpenGL.GL_COLOR_BUFFER_BIT |
OpenGL.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
            opengl1.MatrixMode(OpenGL.GL_PROJECTION);
            opengl1.LoadIdentity();
            opengl1.Perspective(60.0f, DataControl.Width / (double)DataControl.Height, 0.01, 100.0);

            short ScaleX = 1;
            short ScaleY = 1;
            short ScaleZ = 1;
            opengl1.Scale(ScaleX, ScaleY, ScaleZ);

            double CamX = distance_z * Math.Sin(angleY) * Math.Cos(angleX);
            double CamY = distance_z * Math.Cos(angleY);
            double CamZ = distance_z * Math.Sin(angleY) * Math.Sin(angleX);

            opengl1.LookAt(CamX, CamY, CamZ, 0, 0, 0, 0, 1, 0);
            opengl1.MatrixMode(OpenGL.GL_MODELVIEW);

            const float shift = 5.0f;
            const float size = 10.0f;
            float qx = size / -2.0f;
            float qy = size / -2.0f;
            float qz = size / -2.0f;

            opengl1.Color(1.0f, 1.0f, 1.0f);



            // Задание 1
            if (HideCubeCheckBox.Checked)
            {
                if (PACKAGES == null) return;
```

```
    // Куб
    await DrawCube(size);

    // Задание 4
    await ThreeParamsDependency();
}

opengl1.Color(1.0f, 1.0f, 1.0f);
opengl1.Enable(OpenGL.GL_TEXTURE_2D);

//-----------------------------------------------------------------Правая поверхность
Texture RightTexture;

if (File.Exists(RIGHT_PATH))
{
    RightTexture = new Texture();
    RightTexture.Create(opengl1, RIGHT_PATH);
    RightTexture.Bind(opengl1);
}

opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
if (HideRightPlaneCheckBox.Checked)
{
    await DrawRightPanel(qx, qy, qz, size, shift);
}
opengl1.End();

//-----------------------------------------------------------------Передняя поверхность
Texture FrontTexture;

if (File.Exists(FRONT_PATH))
{
    FrontTexture = new Texture();
    FrontTexture.Create(opengl1, FRONT_PATH);
    FrontTexture.Bind(opengl1);
}

opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
```

```
if (HideFrontPlaneCheckBox.Checked)
{
   await DrawFrontPanel(qx, qy, qz, size, shift);
}
opengl1.End();

//-----------------------------------------------------------------Верхняя поверхность
Texture TopTexture;

if (File.Exists(TOP_PATH))
{
   TopTexture = new Texture();
   TopTexture.Create(opengl1, TOP_PATH);
   TopTexture.Bind(opengl1);
}

opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
if (HideTopPlaneCheckBox.Checked)
{
   await DrawTopPanel(qx, qy, qz, size, shift);
}
opengl1.End();
//-----------------------------------------------------------------Левая поверхность
Texture LeftTexture;

if (File.Exists(LEFT_PATH))
{
   LeftTexture = new Texture();
   LeftTexture.Create(opengl1, LEFT_PATH);
   LeftTexture.Bind(opengl1);
}

opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
if (HideLeftPlaneCheckBox.Checked)
   await DrawLeftPanel(qx, qy, qz, size, shift);

opengl1.End();
```

```
        //-----------------------------------------------------------------Задняя поверхность
        Texture BackTexture;

        if (File.Exists(BACK_PATH))
        {
           BackTexture = new Texture();
           BackTexture.Create(opengl1, BACK_PATH);
           BackTexture.Bind(opengl1);
        }

        opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
        if (HideBackPlaneCheckBox.Checked)
        {
           await DrawBackPanel(qx, qy, qz, size, shift);
        }
        opengl1.End();
        //-----------------------------------------------------------------Нижняя поверхность
        Texture BottomTexture;

        if (File.Exists(BOTTOM_PATH))
        {
           BottomTexture = new Texture();
           BottomTexture.Create(opengl1, BOTTOM_PATH);
           BottomTexture.Bind(opengl1);
        }

        opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
        if (HideBottomPlaneCheckBox.Checked)
        {
           await DrawBottomPanel(qx, qy, qz, size, shift);
        }
        opengl1.End();

        opengl1.Flush();
     }
     catch { }
  }
```

```
Task DrawRightPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
{
   opengl1.TexCoord(0, 0);
   opengl1.Vertex(qx + size + shift, qy, qz);
   opengl1.TexCoord(0, 1);
   opengl1.Vertex(qx + size + shift, qy, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 1);
   opengl1.Vertex(qx + size + shift, qy + size, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 0);
   opengl1.Vertex(qx + size + shift, qy + size, qz);
   return Task.CompletedTask;
}
Task DrawTopPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
{
   opengl1.TexCoord(0, 1);
   opengl1.Vertex(qx, qy + size + shift, qz);
   opengl1.TexCoord(0, 0);
   opengl1.Vertex(qx, qy + size + shift, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 0);
   opengl1.Vertex(qx + size, qy + size + shift, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 1);
   opengl1.Vertex(qx + size, qy + size + shift, qz);
   return Task.CompletedTask;
}
Task DrawBottomPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
{
   opengl1.TexCoord(0, 0);
   opengl1.Vertex(qx, qy - shift, qz);
   opengl1.TexCoord(0, 1);
   opengl1.Vertex(qx, qy - shift, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 1);
   opengl1.Vertex(qx + size, qy - shift, qz + size);
   opengl1.TexCoord(1, 0);
   opengl1.Vertex(qx + size, qy - shift, qz);
   return Task.CompletedTask;
}
Task DrawFrontPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
{
```

```
        opengl1.TexCoord(0, 0);
        opengl1.Vertex(qx, qy, qz + size + shift);
        opengl1.TexCoord(1, 0);
        opengl1.Vertex(qx + size, qy, qz + size + shift);
        opengl1.TexCoord(1, 1);
        opengl1.Vertex(qx + size, qy + size, qz + size + shift);
        opengl1.TexCoord(0, 1);
        opengl1.Vertex(qx, qy + size, qz + size + shift);
        return Task.CompletedTask;
    }
    Task DrawBackPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
    {
        opengl1.TexCoord(0, 0);
        opengl1.Vertex(qx, qy, qz - shift);
        opengl1.TexCoord(1, 0);
        opengl1.Vertex(qx + size, qy, qz - shift);
        opengl1.TexCoord(1, 1);
        opengl1.Vertex(qx + size, qy + size, qz - shift);
        opengl1.TexCoord(0, 1);
        opengl1.Vertex(qx, qy + size, qz - shift);
        return Task.CompletedTask;
    }
    Task DrawLeftPanel(float qx, float qy, float qz, float size, float shift)
    {
        opengl1.TexCoord(0, 0);
        opengl1.Vertex(qx - shift, qy, qz);
        opengl1.TexCoord(1, 0);
        opengl1.Vertex(qx - shift, qy, qz + size);
        opengl1.TexCoord(1, 1);
        opengl1.Vertex(qx - shift, qy + size, qz + size);
        opengl1.TexCoord(0, 1);
        opengl1.Vertex(qx - shift, qy + size, qz);
        return Task.CompletedTask;
    }
    private Task  DrawCube(float size)
    {
        float x = size / -2.0f;
        float y = size / -2.0f;
```

```
            float z = size / -2.0f;

            opengl1.Begin(OpenGL.GL_LINES);

            opengl1.Vertex(x, y, z); opengl1.Vertex(x, y, z + size);
            opengl1.Vertex(x, y, z + size); opengl1.Vertex(x, y + size, z + size);
            opengl1.Vertex(x, y + size, z + size); opengl1.Vertex(x, y + size, z);
            opengl1.Vertex(x, y + size, z); opengl1.Vertex(x, y, z);
            opengl1.Vertex(x, y, z); opengl1.Vertex(x + size, y, z);
            opengl1.Vertex(x + size, y, z); opengl1.Vertex(x + size, y + size, z);
            opengl1.Vertex(x + size, y + size, z); opengl1.Vertex(x, y + size, z);
            opengl1.Vertex(x, y + size, z); opengl1.Vertex(x, y, z);
            opengl1.Vertex(x + size, y, z + size); opengl1.Vertex(x + size, y, z);
            opengl1.Vertex(x + size, y, z + size); opengl1.Vertex(x + size, y + size, z + size);
            opengl1.Vertex(x + size, y, z + size); opengl1.Vertex(x, y, z + size);
            opengl1.Vertex(x + size, y + size, z + size); opengl1.Vertex(x + size, y + size, z);
            opengl1.Vertex(x + size, y + size, z + size); opengl1.Vertex(x, y + size, z + size);

            opengl1.End();
            return Task.CompletedTask;
        }



        // Задание 3
        private Task StatAnalys()
        {
            const int Bsize = 512; // Размер битмапа
            const int Mgn = 40; // Сдвиг от края битмапа
            const int PointRadius = 2; // Размер точки на битмапе
            const int TimeWidth = 50; // Ширина окна (количество записей для интерполяции)

            int CurrentNode = NodesComboBox.SelectedIndex; // Какой узел отобразить
            int TimeCount = NODES[CurrentNode].TimeStamps.Length; // Сколько в узле всего записей
по времени
            sliding.Maximum = TimeCount - TimeWidth;
            debug.Text = "Max sl is:" + sliding.Maximum.ToString() + " valur sl is:" + sliding.Value;
            //SlidingWindowTrackBar.Maximum = TimeCount - TimeWidth; // До куда можно двигать
```

```
синее скользящее окно
        //int TimeStart = SlidingWindowTrackBar.Value; // Время начала интерполяции
        int TimeStart = sliding.Value; // Время начала интерполяции
        int TimeEnd = TimeStart + TimeWidth; // Время конца интерполяции
        double Shift = 1 / (double)40; // Шаг между точками, которые нужно вставить для интерполяции
        double PrevValue = 0; // Предыдущее значение по оси Y, нужно для интерполяции
        Bitmap b = new Bitmap(Bsize, Bsize);
        Graphics g = Graphics.FromImage(b);

        g.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;
        g.InterpolationMode = InterpolationMode.HighQualityBicubic;
        g.TextRenderingHint = TextRenderingHint.AntiAlias;

        // Фон
        g.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);

        // Координатные оси
        g.DrawLine(new Pen(Color.Black), Mgn, Mgn, Mgn, Bsize - Mgn);
        g.DrawLine(new Pen(Color.Black), Mgn, Bsize - Mgn, Bsize - Mgn, Bsize - Mgn);

        g.DrawString("Time", new Font("Arial", 10, FontStyle.Bold), Brushes.Black, Bsize - Mgn * 2, Bsize - Mgn);
        g.RotateTransform(90);
        g.DrawString("Flow between nodes", new Font("Arial", 10, FontStyle.Bold), Brushes.Black, Mgn, -Mgn);
        g.RotateTransform(-90);

        // Данные с потока между узлами
        for (int time = 0; time < TimeCount; time++)
        {
           int value = NODES[CurrentNode].Values[time]; // Значение в потоке в момент времени time

           // Временная отметка в зоне интерполяции (в синем скользящем окне)
           if (time > TimeStart && time < TimeEnd)
           {
              // Сколько дополнительных точек внедрить между существующими
```

```
                for (int i = 0; i < 40; i++)
                {
                    double NewTime = time - 1 + i * Shift;
                    double NewValue = Interpolate(NewTime, time - 1, time, PrevValue, value);

                    int TimeToX = (int)ConvertRange(0, TimeCount, Mgn, Bsize - Mgn, NewTime);
                    int TimeToY = (int)ConvertRange(0, 255, Bsize - Mgn, Mgn, NewValue);

                    g.FillRectangle(Brushes.Red, TimeToX, TimeToY - PointRadius, PointRadius,
PointRadius);
                }
            }

            PrevValue = value;

            // Визуализация на битмапе
            int x = (int)ConvertRange(0, TimeCount, Mgn, Bsize - Mgn, time);
            int y = (int)ConvertRange(0, 255, Bsize - Mgn, Mgn, NODES[CurrentNode].Values[time]);
            g.FillRectangle(Brushes.Red, x, y - PointRadius, PointRadius, PointRadius);
        }

        // Скользящее окно
        int WinX = (int)ConvertRange(0, TimeCount, Mgn, Bsize - Mgn, TimeStart);
        int WinWidth = (int)ConvertRange(0, TimeCount, 0, Bsize, TimeWidth);
        g.FillRectangle(new SolidBrush(Color.FromArgb(100, Color.Gray)), WinX, 0, WinWidth -
PointRadius, Bsize);

        g.Dispose();
        b.Save(TOP_PATH);
        return Task.CompletedTask;
    }

    // Задание 4
    private Task ThreeParamsDependency()
    {
        if (NODES == null) return null;
        GetZHeightsAndValues();
        float MaxHeight = Z_HEIGHTS.Flatten().GetMax();
```

```
opengl1.Begin(OpenGL.GL_QUADS);
const float size = 1.0f;
const float y = -5.0f;

for (int z = -5; z < 5; z++)
   for (int x = -5; x < 5; x++)
   {
      float Height = Z_HEIGHTS[x + 5, z + 5];
      float Hue = (float)ConvertRange(0, MaxHeight, 0.2, 1, Height);
      opengl1.Color(Hue, 0.0f, Hue);

      Height /= 20.0f;
      if (Height == 0) Height = 0.2f;

      // Левая грань
      opengl1.Vertex(x * size, y, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size + size);
      opengl1.Vertex(x * size, y, z * size + size);

      // Задняя грань
      opengl1.Vertex(x * size, y, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size + size);
      opengl1.Vertex(x * size, y, z * size + size);

      // Нижняя грань
      opengl1.Vertex(x * size, y, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size);

      // Правая грань
      opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size + size);
      opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size + size);
```

```
            // Верхняя грань
            opengl1.Vertex(x * size, y, z * size + size);
            opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size + size);
            opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size + size);
            opengl1.Vertex(x * size + size, y, z * size + size);

            // Передняя грань
            opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size + size);
            opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size + size);
            opengl1.Vertex(x * size + size, y + Height, z * size);
            opengl1.Vertex(x * size, y + Height, z * size);
        }

    opengl1.End();
    return Task.CompletedTask;
}

// Для задания 4 и 5
private Task GetZHeightsAndValues()
{
    byte[] OldXs = NODES[XComboBox.SelectedIndex].Values;
    byte[] OldYs = NODES[YComboBox.SelectedIndex].Values;
    byte[] OldZs = NODES[ZComboBox.SelectedIndex].Values;

    byte[] Xs = new byte[0];
    byte[] Ys = new byte[0];
    byte[] Zs = new byte[0];

    // Фильтруем данные по времени
    int TimeFromIndex = TimeFromComboBox.SelectedIndex;
    int TimeToIndex = TimeToComboBox.SelectedIndex;

    if (TimeToIndex < TimeFromIndex)
    {
        TimeFromIndex = 0;
        TimeFromComboBox.SelectedIndex = 0;
        TimeToIndex = OldXs.Length - 1;
        TimeToComboBox.SelectedIndex = OldXs.Length - 1;
```

```
}

for (int i = TimeFromIndex; i < TimeToIndex; i++)
{
   Xs = Xs.Add(OldXs[i]);
   Ys = Ys.Add(OldYs[i]);
   Zs = Zs.Add(OldZs[i]);
}

byte MinX = Xs.GetMin();
byte MaxX = Xs.GetMax();
byte MinY = Ys.GetMin();
byte MaxY = Ys.GetMax();
Z_HEIGHTS = new int[10, 10];
Z_VALUES = new int[10, 10];
int[,] Duplicates = new int[10, 10];

for (int y = 0; y < 10; y++)
   for (int x = 0; x < 10; x++)
      Duplicates[x, y] = 1;

for (int y = 0; y < 10; y++)
   for (int x = 0; x < 10; x++)
      Z_VALUES[x, y] = -1;

for (int i = 0; i < Xs.Length; i++)
{
   int x = 0;
   int y = 0;
   if (!(MinX == MaxX || MinY == MaxY))
   {
      x = (int)ConvertRange(MinX, MaxX, 0, 10, Xs[i]);
      y = (int)ConvertRange(MinY, MaxY, 0, 10, Ys[i]);
   } else
   {
      if (Ys[i] == MaxY)
         y = 10;
      if (Xs[i] == MaxX)
```

```
                x = 10;
            }

            if (x == 10) x -= 1;
            if (y == 10) y -= 1;

            Duplicates[x, y]++;
            Z_HEIGHTS[x, y] += Zs[i];
            Z_VALUES[x, y] = Zs[i];
        }

        int PrevValue = 0;
        for (int y = 0; y < 10; y++)
            for (int x = 0; x < 10; x++)
                if (Z_VALUES[x, y] != -1)
                    PrevValue = Z_VALUES[x, y];

        for (int y = 0; y < 10; y++)
            for (int x = 0; x < 10; x++)
            {
                if (Z_VALUES[x, y] == -1)
                    Z_VALUES[x, y] = PrevValue;

                PrevValue = Z_VALUES[x, y];
            }

        // Усредняем Z
        for (int y = 0; y < 10; y++)
            for (int x = 0; x < 10; x++)
                Z_HEIGHTS[x, y] /= Duplicates[x, y];
        return Task.CompletedTask;
    }

    private static double Interpolate(double x, double x0, double x1, double y0, double y1)
    {
        if ((x1 - x0) == 0)
        {
            return (y0 + y1) / 2;
```

```
        }
        return y0 + (x - x0) * (y1 - y0) / (x1 - x0);
    }

    private static double ConvertRange(double originalStart, double originalEnd, double newStart, double newEnd, double value)
    {
        double scale = (double)(newEnd - newStart) / (originalEnd - originalStart);
        return newStart + ((value - originalStart) * scale);
    }

    // Задание 5
    private Task ScatterPlot()
    {
        GetZHeightsAndValues();

        const int Bsize = 512; // Размер битмапа
        const int Mgn = 41; // Сдвиг от края битмапа
        const int IntervalSize = (Bsize - Mgn * 2) / 10; // Размер интервала на битмапе
        const int BarPointRadius = 3; // Размер точки деления

        Bitmap b = new Bitmap(Bsize, Bsize);
        Graphics g = Graphics.FromImage(b);

        g.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;
        g.InterpolationMode = InterpolationMode.HighQualityBicubic;
        g.TextRenderingHint = TextRenderingHint.AntiAlias;

        // Фон
        g.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);

        // Координатные оси
        g.DrawLine(new Pen(Color.Black), Mgn, Mgn, Mgn, Bsize - Mgn); // Y
        g.DrawLine(new Pen(Color.Black), Mgn, Bsize - Mgn, Bsize - Mgn, Bsize - Mgn); // X

        Font font = new Font("Arial", 10, FontStyle.Bold);
        g.DrawString("X", font, Brushes.Black, Bsize - Mgn / 2, Bsize - Mgn);
        g.DrawString("Y", font, Brushes.Black, Mgn / 2, Mgn / 2);
```

```
        // Деления
        for (int i = 0; i < 10; i++)
        {
            // Ось X
            int x = Mgn + IntervalSize * i + IntervalSize - BarPointRadius;
            int y = Bsize - Mgn - BarPointRadius;
            string text = (i + 1).ToString();

            g.FillEllipse(Brushes.Black, x, y, BarPointRadius * 2, BarPointRadius * 2);
            g.DrawString(text, font, Brushes.Black, x, Bsize - Mgn);

            // Ось Y
            x = Mgn - BarPointRadius;
            y = Mgn + IntervalSize * i - BarPointRadius;
            text = (10 - i).ToString();

            g.FillEllipse(Brushes.Black, x, y, BarPointRadius * 2, BarPointRadius * 2);
            g.DrawString(text, font, Brushes.Black, Mgn / 2, Mgn + IntervalSize * i);
        }

        // Начало координат
        g.FillEllipse(Brushes.Black, Mgn - BarPointRadius, Bsize - Mgn - BarPointRadius,
BarPointRadius * 2, BarPointRadius * 2);
        g.DrawString("0", font, Brushes.Black, Mgn, Bsize - Mgn);

        // Визуализация на битмапе
        for (int y = 0; y < 10; y++)
            for (int x = 0; x < 10; x++)
                g.FillRectangle(new SolidBrush(Color.FromArgb(Z_VALUES[x, y], Color.Black)), Mgn +
IntervalSize * x, Bsize - Mgn - IntervalSize - (IntervalSize * y), IntervalSize, IntervalSize);

        g.Dispose();
        b.Save(BOTTOM_PATH);
        return Task.CompletedTask;
    }

    private Task DrawHistograms()
```

```
{
    const int Bsize = 512; // Размер битмапа

    Bitmap b_xy = new Bitmap(Bsize, Bsize);
    Bitmap b_yz = new Bitmap(Bsize, Bsize);

    Graphics g_xy = Graphics.FromImage(b_xy);
    Graphics g_yz = Graphics.FromImage(b_yz);

    g_xy.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;
    g_yz.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;
    // Фон
    g_xy.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);
    g_yz.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);
    DensityCellXY = new int[10, 10];
    DensityCellYZ = new int[10, 10];

    int StepX = Bsize / 10;
    int StepY = Bsize / 10;
    int StepZ = Bsize / 10;

    for (int i = 0; i < NODES[0].Values.Length; i++)
    {
        byte x = NODES[XComboBox.SelectedIndex].Values[i];
        byte y = NODES[YComboBox.SelectedIndex].Values[i];
        byte z = NODES[ZComboBox.SelectedIndex].Values[i];
        double NewX = ConvertScale(0, 140, 0, Bsize, x);
        double NewY = ConvertScale(0, 140, 0, Bsize, y);
        double NewZ = ConvertScale(0, 140, 0, Bsize, z);
        int ColumnX = (int)(NewX / StepX);
        int ColumnZ = (int)(NewZ / StepZ);
        int Row = 10 - (int)(NewY / StepY) - 1;
        if (Row < 0) Row = 0;
        if (Row > 9) Row = 9;
        if (ColumnX < 0) ColumnX = 0;
        if (ColumnX > 9) ColumnX = 9;
        if (ColumnZ < 0) ColumnZ = 0;
        if (ColumnZ > 9) ColumnZ = 9;
```

```
    DensityCellXY[ColumnX, Row]++;
    DensityCellYZ[ColumnZ, Row]++;
}
CalculateHistogramsXY(out int[] Xs, out int[] Ys);

int MaxX = Xs.GetMax();
int MaxY = Ys.GetMax();

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    int Value = (int)ConvertScale(0, MaxY, 0, Bsize - StepY, Ys[i]);
    g_xy.FillRectangle(Brushes.Black, Bsize/2 + (StepX/2) * i, 0, StepX/2, Value);
}

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    int Value = (int)ConvertScale(0, MaxX, 0, (Bsize - StepX)/2, Xs[i]);
    g_xy.FillRectangle(Brushes.Black, 0, i * StepY, Value, StepY);
}
g_xy.FillRectangle(Brushes.Green, Bsize/2 - 5, 0, 10, Bsize);



CalculateHistogramsYZ(out int[] Zs, out int[] YZs);
int MaxZ = Zs.GetMax();
int MaxYZ = YZs.GetMax();

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    int Value = (int)ConvertScale(0, MaxY, 0, Bsize - StepY, YZs[i]);
    g_yz.FillRectangle(Brushes.Black, Bsize / 2 + (StepZ / 2) * i, 0, StepZ / 2, Value);
}

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    int Value = (int)ConvertScale(0, MaxZ, 0, (Bsize - StepZ) / 2, Zs[i]);
    g_yz.FillRectangle(Brushes.Black, 0, i * StepY, Value, StepY);
}
g_yz.FillRectangle(Brushes.Green, Bsize / 2 - 5, 0, 10, Bsize);
```

```
    g_xy.Dispose();
    g_yz.Dispose();

    b_xy.Save(BACK_PATH);
    b_yz.Save(LEFT_PATH);

    return Task.CompletedTask;
}
private void CalculateHistogramsXY(out int[] xs, out int[] ys)
{
    xs = new int[10];
    ys = new int[10];

    for (int y = 0; y < DensityCellXY.GetLength(1); y++)
    {
        int SumX = 0;
        int SumY = 0;

        for (int x = 0; x < DensityCellXY.GetLength(0); x++)
        {
            SumX += DensityCellXY[x, y];
            SumY += DensityCellXY[y, x];
        }

        xs[y] = SumX;
        ys[y] = SumY;
    }
}

private void CalculateHistogramsYZ(out int[] zs, out int[] ys)
{
    zs = new int[10];
    ys = new int[10];

    for (int y = 0; y < DensityCellYZ.GetLength(1); y++)
    {
        int SumZ = 0;
```

```
            int SumY = 0;

            for (int z = 0; z < DensityCellYZ.GetLength(0); z++)
            {
                SumZ += DensityCellYZ[z, y];
                SumY += DensityCellYZ[y, z];
            }

            zs[y] = SumZ;
            ys[y] = SumY;
        }
    }

    int[,] DensityCellXY;
    int[,] DensityCellYZ;
    public static double ConvertScale(double originalStart, double originalEnd, double newStart, double newEnd, double value)
    {
        return newStart + ((value - originalStart) * ((double)(newEnd - newStart) / (originalEnd - originalStart)));
    }
    private Task PointsSync()
    {
        const int Bsize = 512; // Размер битмапа
        const int PointRadius = 4; // Размер точки деления

        Bitmap b_xy = new Bitmap(Bsize, Bsize);
        Bitmap b_yz = new Bitmap(Bsize, Bsize);

        Graphics g_xy = Graphics.FromImage(b_xy);
        Graphics g_yz = Graphics.FromImage(b_yz);

        g_xy.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;
        g_yz.SmoothingMode = SmoothingMode.HighQuality;

        // Фон
        g_xy.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);
        g_yz.FillRectangle(Brushes.White, 0, 0, Bsize, Bsize);
```

```
        g_xy.InterpolationMode = InterpolationMode.HighQualityBicubic;
        g_yz.InterpolationMode = InterpolationMode.HighQualityBicubic;

        byte MinX = NODES[XComboBox.SelectedIndex].Values.GetMin();
        byte MaxX = NODES[XComboBox.SelectedIndex].Values.GetMax();
        byte MinY = NODES[YComboBox.SelectedIndex].Values.GetMin();
        byte MaxY = NODES[YComboBox.SelectedIndex].Values.GetMax();
        byte MinZ = NODES[ZComboBox.SelectedIndex].Values.GetMin();
        byte MaxZ = NODES[ZComboBox.SelectedIndex].Values.GetMax();

        for (int i = 0; i < NODES[0].Values.Length; i++)
        {
            byte x = NODES[XComboBox.SelectedIndex].Values[i];
            byte y = NODES[YComboBox.SelectedIndex].Values[i];
            byte z = NODES[ZComboBox.SelectedIndex].Values[i];

            int gx = (int)ConvertRange(MinX, MaxX, 0, Bsize, x);
            int gy = (int)ConvertRange(MinY, MaxY, 0, Bsize, z);
            int gz = (int)ConvertRange(MinZ, MaxZ, 0, Bsize, y);

            g_xy.FillRectangle(Brushes.SteelBlue, gx - PointRadius, gy - PointRadius, PointRadius * 2,
PointRadius * 2);
            g_yz.FillRectangle(Brushes.SteelBlue, gy - PointRadius, gz - PointRadius, PointRadius * 2,
PointRadius * 2);
        }

        g_xy.Dispose();
        g_yz.Dispose();

        b_xy.Save(FRONT_PATH);
        b_yz.Save(RIGHT_PATH);
        return Task.CompletedTask;
    }

    // Задание 2
    private void LoadCANFileButton_Click(object sender, EventArgs e)
    {
```

```
try
{
    DialogResult res = openFileDialog1.ShowDialog();
    if (res == DialogResult.OK)
    {
        byte[] Data = File.ReadAllBytes(openFileDialog1.FileName);
        PACKAGES = new Package[0];
        NODES = new Node[0];

        // Определение уникальных узлов
        HashSet<string> UniqueNodes = new HashSet<string>();

        // Заполняем пакеты
        for (int i = 0; i < Data.Length; i += 19)
        {
            byte[] TimeBytes = { Data[i], Data[i + 1] };
            int Seconds = BitConverter.ToInt16(TimeBytes, 0);

            string Time = TimeSpan.FromSeconds(Seconds).ToString();
            byte Target = Data[i + 6];
            byte Source = Data[i + 7];
            byte Value = Data[i + 9];

            UniqueNodes.Add(Source.ToString() + " -> " + Target.ToString());
            PACKAGES = PACKAGES.Add(new Package(Time, Source, Target, Value));
        }

        // Заполняем узлы
        foreach (var n in UniqueNodes)
        {
            Node node = new Node(n);
            foreach (var p in PACKAGES)
                if (node.BelongsToNode(p))
                    node.AddValue(p.Time, p.Value);

            NODES = NODES.Add(node);
        }
```

```
            NodesComboBox.Items.AddRange(UniqueNodes.ToArray());
            NodesComboBox.SelectedIndex = 0;

            XComboBox.Items.AddRange(UniqueNodes.ToArray());
            XComboBox.SelectedIndex = 0;

            YComboBox.Items.AddRange(UniqueNodes.ToArray());
            YComboBox.SelectedIndex = 1;

            ZComboBox.Items.AddRange(UniqueNodes.ToArray());
            ZComboBox.SelectedIndex = 2;

            TimeFromComboBox.Items.AddRange(NODES[0].TimeStamps);
            TimeFromComboBox.SelectedIndex = 0;

            TimeToComboBox.Items.AddRange(NODES[0].TimeStamps);
            TimeToComboBox.SelectedIndex = NODES[0].TimeStamps.Length - 1;

            FillDataGrid(UniqueNodes);
            StatAnalys();
            DrawHistograms();
            ScatterPlot();
            DrawEverything();
        }
        else MessageBox.Show("Error, you don't take any file.");
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show("Error, your file have incorrect type. You must take .csv.");
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

private void GetScreenshotButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (opengl1 == null) return;
    DialogResult res = saveFileDialog1.ShowDialog();
    try
```

```
        {
            if (res == DialogResult.OK)
            {
                Mat Screenshot = GetScreenshot(DataControl);
                Screenshot.SaveImage(saveFileDialog1.FileName);
            }
        }
        catch
        {
            MessageBox.Show("Something wrong with your picture");
        }
    }

    private void DataControl_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
    {
        is_rotate_change = true;
        start_mouse_pose = new int[] { e.X, e.Y };
    }

    private async void DataControl_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
    {
        if (is_rotate_change)
        {
            angleX -= (float)((((double)(start_mouse_pose[0] - e.X)) * (Math.PI / 3)) / half_picture_size);
            angleY -= (float)((((double)(start_mouse_pose[1] - e.Y)) * (Math.PI / 6)) / half_picture_size);

            start_mouse_pose = new int[] { e.X, e.Y };
            try
            {
                angleX_bar.Value = check_angle((int)((180f / (float)Math.PI) * angleX));
                angleY_bar.Value = check_angle_y((int)((90f / (float)Math.PI) * angleY));
            }
            catch { }
            //debug.Text = "Y angle is:" + Math.Round(angleY, 2).ToString() + " X angle is:" +
Math.Round(angleX, 2).ToString();
            await Task.Delay(1);
            DrawEverything();
        }
```

```
}
public int check_angle(int angle)
{
    if (angle < -180) return -180;
    else if (angle > 180) return 180;
    return angle;
}
public int check_angle_y(int angle)
{
    if (angle < 0) return 0;
    else if (angle > 180) return 180;
    return angle;
}
private void DataControl_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    is_rotate_change = false;
}

private async void DataControl_MouseWheel(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (e.Delta < 0)
        distance_z++;
    else
        distance_z--;
    await Task.Delay(1);
    DrawEverything();
}

private void CheckBoxes_CheckChanged(object sender, EventArgs e) => DrawEverything();

private async void ComboBoxes_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (PACKAGES == null || NODES == null) return;
    if (NodesComboBox.SelectedIndex == -1) return;
    if (XComboBox.SelectedIndex == -1) return;
    if (YComboBox.SelectedIndex == -1) return;
    if (ZComboBox.SelectedIndex == -1) return;
    if (TimeFromComboBox.SelectedIndex == -1) return;
```

```
    if (TimeToComboBox.SelectedIndex == -1) return;
    if (TimeFromComboBox.SelectedIndex == TimeToComboBox.SelectedIndex) return;

    StatAnalys();
    await DrawHistograms();
    await ScatterPlot();
    //AveragePlot();
    //MedianPlot();
    await PointsSync();
    DrawEverything();
}

private void angleY_bar_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (!is_rotate_change)
    {
        angleY = (float)(((float)Math.PI / 180f) * angleY_bar.Value) + Math.PI;
        DrawEverything();
    }
}

private void angleX_bar_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (!is_rotate_change)
    {
        angleX = (float)(((float)Math.PI / 180f) * angleX_bar.Value);
        DrawEverything();
    }
}

private void sliding_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    StatAnalys();
    DrawEverything();
}

private void HideLeftPlaneCheckBox_Click(object sender, EventArgs e)
{
```

```
        if (HideTopPlaneCheckBox.Checked) StatAnalys();
        DrawEverything();
    }
}

public struct Package
{
    public string Time { get; }
    public byte Source { get; }
    public byte Target { get; }
    public byte Value { get; }

    public Package(string time, byte source, byte target, byte value)
    {
        Time = time;
        Source = source;
        Target = target;
        Value = value;
    }
}

public class Node
{
    public string Name { get; private set; }
    public string[] TimeStamps { get; private set; }
    public byte[] Values { get; private set; }

    public Node(string name)
    {
        Name = name;
        TimeStamps = new string[0];
        Values = new byte[0];
    }

    public void AddValue(string time, byte value)
    {
        TimeStamps = TimeStamps.Add(time);
        Values = Values.Add(value);
```

```
        }

        public bool BelongsToNode(Package package) =>
            package.Source.ToString() + " -> " + package.Target.ToString() == Name;
    }

}
```