

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Доцент факультета компьютерных
наук, заместитель декана по
учебно-методической работе,
канд. социол. наук

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия» профессор
департамента программной инженерии,
канд. техн. наук

_____ И. Ю. Самоненко
« ____ » _____ 2020 г.

_____ В. В. Шилов
« ____ » _____ 2020 г.

Приложение для визуализации метода рекурсивного спуска

Текст программы

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1-ЛУ

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				

Исполнитель:
студент группы БПИ 199

_____ К. Н. Борисов
« ____ » _____ 2020 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЕТОДА РЕКУРСИВНОГО СПУСКА

Текст программы

RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1

Листов 40

Инв. № подл	Подш. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подш. и дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				

Содержание

1	ParserApp	3
1.1	ParserApp.csproj	3
1.2	App.xaml	3
1.3	App.xaml.cs	4
1.4	AssemblyInfo.cs	4
1.5	MainWindow.xaml	4
1.6	MainWindow.xaml.cs	8
1.7	TreeCanvas.cs	21
2	ParserLib	28
2.1	ParserLib.csproj	28
2.2	HistoryEntry.cs	28
2.3	HistoryToken.cs	31
2.4	Parser.cs	32
2.5	ParserHistory.cs	33
2.6	ParserTreeToken.cs	36
2.7	RtfBuilder.cs	37
3	Лист регистрации изменений	40

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 ParserApp

1.1 ParserApp.csproj

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk.WindowsDesktop">

  <PropertyGroup>
    <OutputType>WinExe</OutputType>
    <TargetFramework>net45</TargetFramework>
    <UseWPF>true</UseWPF>
    <ApplicationIcon>logo.ico</ApplicationIcon>
  </PropertyGroup>

  <ItemGroup>
    <Content Include="tutorials\*.*">
      <CopyToOutputDirectory>PreserveNewest</CopyToOutputDirectory>
    </Content>
  </ItemGroup>

  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="Emoji.Wpf" Version="0.0.19-experimental" />
    <PackageReference Include="Newtonsoft.Json" Version="12.0.3" />
  </ItemGroup>

  <ItemGroup>
    <ProjectReference Include="..\ParserLib\ParserLib.csproj" />
  </ItemGroup>

  <ItemGroup>
    <Reference Include="System.Windows.Forms" />
  </ItemGroup>

  <Target Name="PreBuild" BeforeTargets="PreBuildEvent">
    <Exec Command="copy /Y ..\pre-commit ..\.git\hooks" />
    <!-- magick convert -density 384 -background transparent logo.svg -define
    icon:auto-resize -colors 256 logo.ico -->
  </Target>

</Project>
```

1.2 App.xaml

```
<Application x:Class="ParserApp.App"
  xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
  xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
  xmlns:local="clr-namespace:ParserApp"
  StartupUri="MainWindow.xaml">
  <Application.Resources>
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

    </Application.Resources>
</Application>

```

1.3 App.xaml.cs

```

using System.Windows;

namespace ParserApp {
    /// <summary>
    /// Interaction logic for App.xaml
    /// </summary>
    public partial class App : Application {
    }
}

```

1.4 AssemblyInfo.cs

```

using System.Windows;

[assembly: ThemeInfo(
    ResourceDictionaryLocation.None, //where theme specific resource dictionaries
    are located
                                     //(used if a resource is not found in the
                                     page,
                                     // or application resource dictionaries)
    ResourceDictionaryLocation.SourceAssembly //where the generic resource
    dictionary is located
                                     //(used if a resource is not found
                                     in the page,
                                     // app, or any theme specific
                                     resource dictionaries)
)]

```

1.5 MainWindow.xaml

```

<Window x:Class="ParserApp.MainWindow"
    xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
    xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
    xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/expression/blend/2008"
    xmlns:mc="http://schemas.openxmlformats.org/markup-compatibility/2006"
    xmlns:local="clr-namespace:ParserApp"
    xmlns:emoji="clr-namespace:Emoji.Wpf;assembly=Emoji.Wpf"
    mc:Ignorable="d"
    Title="Визуализация парсеров" Height="450" Width="800" AllowDrop="true">

    <Window.Resources>
        <RoutedUICommand x:Key="TogglePauseCommand"/>
        <RoutedUICommand x:Key="NextFrameCommand"/>
        <RoutedUICommand x:Key="PrevFrameCommand"/>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

<RoutedUICommand x:Key="FirstFrameCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="LastFrameCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="ReverseCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="SaveCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="LoadCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="NextTutorialCommand"/>
<RoutedUICommand x:Key="PrevTutorialCommand"/>

<Style x:Key="commonButtonStyle" TargetType="{x:Type Control}">
    <Setter Property="Margin" Value="7,0,0,0"/>
    <Setter Property="FontFamily" Value="Segoe UI Symbol"/>
    <Setter Property="Height" Value="20"/>
    <Setter Property="Width" Value="20"/>
</Style>
</Window.Resources>

<Window.CommandBindings>
    <CommandBinding Command="{StaticResource TogglePauseCommand}"
        Executed="TogglePauseEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource NextFrameCommand}"
        Executed="NextFrameEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource PrevFrameCommand}"
        Executed="PrevFrameEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource FirstFrameCommand}"
        Executed="FirstFrameEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource LastFrameCommand}"
        Executed="LastFrameEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource ReverseCommand}"
        Executed="ReverseEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource SaveCommand}"
        Executed="SaveEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource LoadCommand}"
        Executed="LoadEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource NextTutorialCommand}"
        Executed="NextTutorialEvent"/>
    <CommandBinding Command="{StaticResource PrevTutorialCommand}"
        Executed="PrevTutorialEvent"/>
</Window.CommandBindings>

<Window.InputBindings>
    <KeyBinding Key="Space" Command="{StaticResource TogglePauseCommand}"/>
    <KeyBinding Key="N" Command="{StaticResource NextFrameCommand}"/>
    <KeyBinding Key="P" Command="{StaticResource PrevFrameCommand}"/>
    <KeyBinding Key="Home" Command="{StaticResource FirstFrameCommand}"/>
    <KeyBinding Key="End" Command="{StaticResource LastFrameCommand}"/>
    <KeyBinding Key="R" Command="{StaticResource ReverseCommand}"/>
    <KeyBinding Key="S" Command="{StaticResource SaveCommand}"/>
    <KeyBinding Key="S" Modifiers="Ctrl" Command="{StaticResource
        SaveCommand}"/>

```

ИЗМ.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТИ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

<KeyBinding Key="0" Command="{StaticResource LoadCommand}"/>
<KeyBinding Key="0" Modifiers="Ctrl" Command="{StaticResource
LoadCommand}"/>

<KeyBinding Key="L" Command="{StaticResource NextFrameCommand}"/>
<KeyBinding Key="K" Command="{StaticResource TogglePauseCommand}"/>
<KeyBinding Key="J" Command="{StaticResource PrevFrameCommand}"/>

<KeyBinding Key="PageDown" Command="{StaticResource
NextTutorialCommand}"/>
<KeyBinding Key="PageUp" Command="{StaticResource PrevTutorialCommand}"/>

<!-- незя тк у нас textbox -->
<!-- <KeyBinding Key="OemPeriod" Command="{StaticResource
NextFrameCommand}"/> -->
<!-- <KeyBinding Key="OemComma" Command="{StaticResource
PrevFrameCommand}"/> -->
</Window.InputBindings>

<Grid>
  <Grid.RowDefinitions>
    <RowDefinition Height="120"/>
    <RowDefinition />
    <RowDefinition Height="30"/>
    <RowDefinition Height="20"/>
    <RowDefinition Height="30"/> <!-- 20+30 = 50 -->
  </Grid.RowDefinitions>
  <Grid.ColumnDefinitions>
    <ColumnDefinition />
    <ColumnDefinition Width="400"/>
  </Grid.ColumnDefinitions>

  <RichTextBox x:Name="richTextBox" Grid.Column="1" IsReadOnly="True"
Panel.ZIndex="1"/>
  <emoji:RichTextBox x:Name="tutorialBox" Grid.Column="1" IsReadOnly="True"
Panel.ZIndex="1" Grid.Row="1" Grid.RowSpan="3"
VerticalScrollBarVisibility="Auto" BorderBrush="#FFABADB3">
    <emoji:RichTextBox.Resources>
      <Style TargetType="Hyperlink">
        <Setter Property="Cursor" Value="Hand" />
        <EventSetter Event="MouseLeftButtonDown"
Handler="HyperlinkClick" />
      </Style>
    </emoji:RichTextBox.Resources>
  </emoji:RichTextBox>

  <Border Grid.Column="1" Grid.Row="4" Panel.ZIndex="2"
BorderBrush="#ABADB3" BorderThickness="1,0,0,0">
    <DockPanel HorizontalAlignment="Left">

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

<DockPanel.Resources>
    <Style TargetType="{x:Type Button}" BasedOn="{StaticResource
commonButtonStyle}"/>
    <Style TargetType="{x:Type ToggleButton}"
        BasedOn="{StaticResource commonButtonStyle}"/>
</DockPanel.Resources>

<Button x:Name="prevTutorialButton" ToolTip="Предыдущий туториал"
Content="⏮" Command="{StaticResource
PrevTutorialCommand}"/>
<Button x:Name="nextTutorialButton" ToolTip="Следующий туториал"
Content="⏭" Command="{StaticResource
NextTutorialCommand}"/>
<ToggleButton x:Name="trimTreeButton" ToolTip="Подравнивать дерево"
Content="✂"/>
<ToggleButton x:Name="oriTreeButton" ToolTip="Поменять ориентацию
дерева" Content="↻" RenderTransformOrigin="0.5,0.5">
    <ToggleButton.RenderTransform>
        <RotateTransform Angle="-180"/>
    </ToggleButton.RenderTransform>
</ToggleButton>
<ToggleButton x:Name="gravTreeButton" ToolTip="Поменять гравитацию
дерева" Content="⚖"/>
<ToggleButton x:Name="helpTreeButton" ToolTip="Режим новичка"
Content="🆘"/>
</DockPanel>
</Border>

<local:TreeCanvas x:Name="canvas" Grid.RowSpan="2">
    <TextBox x:Name="inputBox" Opacity="0" Panel.ZIndex="1"/>
</local:TreeCanvas>

<Slider x:Name="mainSlider" Margin="42,0,10,0" VerticalAlignment="Center"
Grid.Row="3" IsSnapToTickEnabled="True" TickFrequency="1" Minimum="0"
Maximum="1" Grid.RowSpan="2"/>
<Button
    x:Name="playButton" ToolTip="Воспроизведение" Content="⏮"
    Command="{StaticResource TogglePauseCommand}" Margin="7,0,0,0"
    HorizontalAlignment="Left" Grid.Row="3" VerticalAlignment="Center"
    Height="30" Width="30" FontFamily="Segoe UI Symbol" Grid.RowSpan="2"/>

<DockPanel Grid.Row="2" VerticalAlignment="Center">
    <DockPanel.Resources>
        <Style TargetType="{x:Type ToggleButton}" BasedOn="{StaticResource
commonButtonStyle}"/>
        <Style TargetType="{x:Type Button}" BasedOn="{StaticResource
commonButtonStyle}"/>
    </DockPanel.Resources>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата


```

<!-- &#x0001f4be;&#x0001f5ab;
&#x0001f331;&#x0001f332;&#x0001f333;&#x0001f334;
&#x0001f335;&#x0001f33e;&#x0001f33f;&#x2618;&#x0001f340; &#x0001f4c2;
-->
<Button x:Name="loadButton" ToolTip="Загрузить сохранение"
Content="&#x0001f4c2;" Command="{StaticResource LoadCommand}"/>
<Button x:Name="saveButton" ToolTip="Сохранить" Content="&#x0001f4be;"
Command="{StaticResource SaveCommand}"/>
<ToggleButton x:Name="reverseButton" ToolTip="Прокрутка назад"
Content="&#x25c0;" Command="{StaticResource ReverseCommand}"/>
<Button x:Name="firstButton" ToolTip="Первый кадр" Content="&#x23ee;"
Command="{StaticResource FirstFrameCommand}"/>
<Button x:Name="prevButton" ToolTip="Предыдущий кадр"
Content="&#x23ea;" Command="{StaticResource PrevFrameCommand}"/>
<Button x:Name="nextButton" ToolTip="Следующий кадр"
Content="&#x23e9;" Command="{StaticResource NextFrameCommand}"/>
<Button x:Name="lastButton" ToolTip="Последний кадр"
Content="&#x23ed;" Command="{StaticResource LastFrameCommand}"/>

<TextBlock Text="Скорость:" ToolTip="(кадров в секунду)"
Margin="7,0,0,0" VerticalAlignment="Center"/>
<TextBox x:Name="speedBox" Width="40" Margin="7,0,0,0"/>
<Slider x:Name="speedSlider" Maximum="60" Margin="7,0,10,0"
VerticalAlignment="Center"/>
</DockPanel>
</Grid>
</Window>

```

1.6 MainWindow.xaml.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.Globalization;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Markup;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Threading;
using Microsoft.Win32;
using Newtonsoft.Json;
using ParserLib;

```

```
namespace ParserApp {
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

/// <summary>
/// Interaction logic for MainWindow.xaml
/// </summary>
[JsonObject(MemberSerialization.OptIn)]
public partial class MainWindow : Window {
    #region json properties
    /// <summary>
    /// Индекс текущего кадра
    /// </summary>
    [JsonProperty("historyIndex")]
    private int historyIndex = 0;
    /// <summary>
    /// Включена ли пауза
    /// </summary>
    [JsonProperty("isPaused")]
    private bool isPaused = true;
    /// <summary>
    /// Идёт ли прокрутка в обратную сторону
    /// </summary>
    [JsonProperty("isReversed")]
    private bool isReversed = false;
    /// <summary>
    /// Список цветов
    /// </summary>
    [JsonProperty("colors")]
    private List<Brush> colors;

    /// <summary>
    /// Скорость автоматической прокрутки
    /// </summary>
    [JsonProperty("speed")]
    private double speed {
        get => speedSlider.Value;
        set => SetSpeed(value);
    }
    /// <summary>
    /// Надо ли подровнять дерево
    /// </summary>
    [JsonProperty("treeTrim")]
    private bool treeTrim {
        get => (bool)trimTreeButton.IsChecked;
        set => trimTreeButton.IsChecked = value;
    }
    /// <summary>
    /// Ориентация дерева
    /// </summary>
    [JsonProperty("treeOrientation")]
    private bool treeOrientation {
        get => (bool)oriTreeButton.IsChecked;
    }

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        set => oriTreeButton.IsChecked = value;
    }
    /// <summary>
    /// Гравитация дерева
    /// </summary>
    [JsonProperty("treeGravity")]
    private bool treeGravity {
        get => (bool)gravTreeButton.IsChecked;
        set => gravTreeButton.IsChecked = value;
    }
    /// <summary>
    /// Режим новичка
    /// </summary>
    [JsonProperty("treeHelp")]
    private bool treeHelp {
        get => (bool)helpTreeButton.IsChecked;
        set => helpTreeButton.IsChecked = value;
    }

    /// <summary>
    /// Строка, синтаксический анализ которой будет визуализироваться
    /// </summary>
    [JsonProperty("inputString")]
    private string inputString {
        get => theHistory.InputString;
        set => RunParser(value);
    }
    #endregion

    /// <summary>
    /// Индекс текущей страницы объяснений
    /// </summary>
    private int tutorialIndex;

    /// <summary>
    /// Таймер автоматической прокрутки
    /// </summary>
    private DispatcherTimer mainTimer = new DispatcherTimer();
    /// <summary>
    /// Таймер для проверки корректности числа, введенного в поле ввода
    скорости
    /// </summary>
    private DispatcherTimer speedBoxTimer = new DispatcherTimer();

    /// <summary>
    /// Синтаксический анализатор
    /// </summary>
    private Parser parser = new Parser("simple");
    /// <summary>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```
/// История
/// </summary>
private ParserHistory theHistory;
/// <summary>
/// Путь к файлу автосохранения
/// </summary>
private const string autosavePath = "./autosave.json"; // todo

public MainWindow() {
    InitializeComponent();
    InitializeEvents();

    speed = 4;
    SelectTutorialPage(0);
}

/// <summary>
/// Инициализирует события элементов интерфейса
/// </summary>
private void InitializeEvents() {
    Drop += MainWindowDrop;
    mainSlider.ValueChanged += MainSliderChange;
    speedSlider.ValueChanged += SpeedSliderChange;

    speedBoxTimer.Interval = TimeSpan.FromSeconds(2);
    speedBoxTimer.Tick += SpeedBoxChange;

    speedBox.LostFocus += SpeedBoxChange;
    speedBox.TextChanged += (o, e) => {
        speedBoxTimer.Stop();
        speedBoxTimer.Start();

        var r = speed;
        double.TryParse(
            speedBox.Text.Replace(',', '.', ' '),
            NumberStyles.Any,
            CultureInfo.InvariantCulture,
            out r
        );
        if (r < 0) r = 0;
        if (r > 60) r = 60;
        if (r.ToString("0.###", CultureInfo.InvariantCulture) ==
            speedBox.Text) {
            SpeedBoxChange(o, e);
        }
    };
    speedBox.KeyDown += (o, e) => {
        if (e.Key == Key.Return || e.Key == Key.Escape) {
            SpeedBoxChange(o, e);
        }
    };
}
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

    }
};

inputBox.LostKeyboardFocus += InputBoxChange;
inputBox.KeyDown += (o, e) => {
    if (e.Key == Key.Return || e.Key == Key.Escape) {
        InputBoxChange(o, e);
        Keyboard.ClearFocus();
    }
};
inputBox.GotKeyboardFocus += (o, e) => { inputBox.Opacity = 1; };

mainTimer.Tick += (ob, ea) => { if (!isPaused) NextFrame(); };
mainTimer.Start();

RoutedEventHandler t = (ob, ea) => DisplayHistoryEntry();
trimTreeButton.Click += t;
oriTreeButton.Click += t;
gravTreeButton.Click += t;
helpTreeButton.Click += t;
}

/// <summary>
/// Подгружает страницу объяснений с данным индексом
/// </summary>
private void SelectTutorialPage(int i) {
    try {
        if (!File.Exists($"./tutorials/{i}.rtf")) return;
        using (var fs = File.OpenRead($"./tutorials/{i}.rtf")) {
            tutorialBox.SelectAll();
            tutorialBox.Selection.Load(fs, DataFormats.Rtf);
        }
        if (File.Exists($"./tutorials/{i}.json"))
            Load($"./tutorials/{i}.json");

        tutorialIndex = i;
        prevTutorialButton.IsEnabled = tutorialIndex != 0;
        nextTutorialButton.IsEnabled = File.Exists($"./tutorials/{i + 1}.rtf");
    } catch (Exception) {
        MessageBox.Show(
            "Что-то пошло не так, и у нас не получилось загрузить"
            "тutorиал",
            "Тutorиал",
            MessageBoxButton.OK,
            MessageBoxImage.Error
        );
    }
}
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

// костыль потомучто richTextBox.Rtf = str; не работает на wpf
// то есть "он меняет содержимое richTextBox-а на то что написано в строке
document"
/// <summary>
/// Меняет содержимое richTextBox-а на то, что написано в строке
/// </summary>
private void SetRtf(string document) {
    var documentBytes = Encoding.UTF8.GetBytes(document);
    using (var reader = new MemoryStream(documentBytes)) {
        reader.Position = 0;
        richTextBox.SelectAll();
        richTextBox.Selection.Load(reader, DataFormats.Rtf);
    }
}

/// <summary>
/// Обновляет текущий кадр
/// </summary>
private void DisplayHistoryEntry() {
    var entry = theHistory[historyIndex];
    mainSlider.ToolTip = historyIndex.ToString();
    mainSlider.Value = historyIndex;
    entry.SetSettings(
        treeTrim,
        treeOrientation,
        treeGravity
    );
    SetRtf(entry.RtfGrammar);

    canvas.DisplayHistoryEntry(entry, treeHelp);
}

/// <summary>
/// Обновляет цветовую палитру
/// </summary>
private void CanvasLegend(bool drawText = false) {
    if (colors == null) return; // just in case
    canvas.InitLegend(colors, theHistory.RuleNames, drawText);
    DisplayHistoryEntry();
}

/// <summary>
/// Запускает синтаксический анализатор
/// </summary>
private void RunParser(string input) {
    if (input == "") return;
    double historyProgress = 0;
    if (theHistory != null) {

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        historyProgress = historyIndex / (double)(theHistory.Count() - 1);
    }

    inputBox.Text = input;
    theHistory = parser.Run(input);

    historyIndex = (int)(historyProgress * (theHistory.Count() - 1));

    mainSlider.Maximum = theHistory.Count() - 1;
    canvas.WriteString(input);
    CanvasLegend();
}

/// <summary>
/// Изменяет скорость автоматической прокрутки
/// </summary>
private void SetSpeed(double newValue) {
    if (newValue < 0) newValue = 0;
    if (newValue > 60) newValue = 60;
    if (double.IsNaN(newValue)) newValue = 4;

    speedBox.Text = newValue.ToString("0.###",
        CultureInfo.InvariantCulture);
    speedSlider.Value = newValue;

    var t = 1 / newValue;
    var max = int.MaxValue / 1e7;
    if (t > max || t <= 0) t = max;
    mainTimer.Interval = TimeSpan.FromSeconds(t);
}

/// <summary>
/// Загружает сохранение
/// </summary>
private void Load(string path = autosavePath) {
    var colorBackup = colors;
    colors = null;
    try {
        var str = File.ReadAllText(path);
        JsonConvert.PopulateObject(str, this);
        if (colors == null || colors.Count == 0) colors = colorBackup;
        reverseButton.Checked = isReversed;
        playButton.Content = isPaused ? "\u25b6" : "\u23f8";
        playButton.ToolTip = isPaused ? "Воспроизведение" : "Пауза";

        // это надо если у нас в сэйве нету inputString
        CanvasLegend();
    } catch (Exception) {
        if (path == autosavePath) return;
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        MessageBox.Show(
            "Что-то пошло не так, и у нас не получилось загрузить файл",
            "Загрузка",
            MessageBoxButton.OK,
            MessageBoxImage.Error
        );
    } finally {
        if (colors == null) colors = colorBackup;
    }
}

/// <summary>
/// Сохраняет текущее состояние в файл
/// </summary>
private void Save(string path = autosavePath) {
    try {
        if (path.EndsWith(".png")) {
            CanvasLegend(true);
            ExportToPng(path, canvas);
            CanvasLegend(false);
        } else if (path.EndsWith(".svg")) {
            throw new NotImplementedException();
        } else if (path.EndsWith(".xaml")) {
            File.WriteAllText(path, XamlWriter.Save(canvas));
        } else {
            var str = JsonConvert.SerializeObject(this,
                Formatting.Indented);
            File.WriteAllText(path, str);
        }
    } catch (Exception) {
        if (path == autosavePath) return;
        MessageBox.Show(
            "Что-то пошло не так, и у нас не получилось сохранить файл",
            "Сохранение",
            MessageBoxButton.OK,
            MessageBoxImage.Error
        );
    }
}

#region events
/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при изменении значения
/// основного бегунка
/// </summary>
private void MainSliderChange(object o, EventArgs e) {
    historyIndex = (int)mainSlider.Value;
    DisplayHistoryEntry();
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата


```

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при изменении значения бегунка
/// скорости
/// </summary>
private void SpeedSliderChange(object o, EventArgs e) {
    SetSpeed(speedSlider.Value);
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при изменении значения поля
/// ввода скорости
/// </summary>
private void SpeedBoxChange(object o, EventArgs e) {
    speedBoxTimer.Stop();
    // есть ли какойто менее костыльный способ парсить оба стиля дабла?
    var r = speed;
    double.TryParse(
        speedBox.Text.Replace(',', '.', ' '),
        NumberStyles.Any,
        CultureInfo.InvariantCulture,
        out r
    );
    SetSpeed(r);
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при изменении значения поля
/// ввода строки
/// </summary>
private void InputBoxChange(object o, EventArgs e) {
    inputBox.Opacity = 0;
    if (inputBox.Text == "") {
        inputBox.Text = inputString;
        MessageBox.Show(
            "В поле ввода была введена пустая строка, а пустую
            строку\нельзя парсить.",
            "Входная строка",
            MessageBoxButton.OK,
            MessageBoxImage.Error
        );
    } else inputString = inputBox.Text;
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается после перетаскивания файла в
/// это окно
/// </summary>
private void MainWindowDrop(object o, DragEventArgs e) {

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        if (!e.Data.GetDataPresent(DataFormats.FileDrop)) return;
        var files = (string[])e.Data.GetData(DataFormats.FileDrop);
        Load(files[0]);
    }

    /// <summary>
    /// Обработчик события, которое вызывается при нажатии на гиперссылку
    /// </summary>
    private void HyperlinkClick(object o, EventArgs e) {
        var hyperlink = (Hyperlink)o;
        Process.Start(hyperlink.NavigateUri.ToString());
    }

    /// <summary>
    /// Показывает следующий кадр
    /// </summary>
    private void NextFrame() {
        historyIndex += isReversed ? -1 : 1;

        if (historyIndex >= theHistory.Count() || historyIndex < 0) {
            historyIndex -= isReversed ? -1 : 1;
            if (!isPaused) TogglePause();
            return;
        }

        DisplayHistoryEntry();
    }

    /// <summary>
    /// Показывает предыдущий кадр
    /// </summary>
    private void PrevFrame() {
        isReversed = !isReversed;
        NextFrame();
        isReversed = !isReversed;
    }

    /// <summary>
    /// Показывает первый кадр
    /// </summary>
    private void FirstFrame() {
        historyIndex = !isReversed ? 0 : theHistory.Count() - 1;
        DisplayHistoryEntry();
    }

    /// <summary>
    /// Показывает последний кадр
    /// </summary>
    private void LastFrame() {

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        historyIndex = isReversed ? 0 : theHistory.Count() - 1;
        DisplayHistoryEntry();
    }

    /// <summary>
    /// Переключает паузу
    /// </summary>
    private void TogglePause() {
        isPaused = !isPaused;
        playButton.Content = isPaused ? "\u25b6" : "\u23f8";
        playButton.ToolTip = isPaused ? "Воспроизведение" : "Пауза";
    }

    /// <summary>
    /// Меняет направление автоматической прокрутки
    /// </summary>
    private void Reverse() {
        isReversed = !isReversed;
        reverseButton.IsChecked = isReversed;
        if (isPaused && isReversed) TogglePause();
    }

    /// <summary>
    /// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
    /// быстрого вызова для показа следующего кадра
    /// </summary>
    private void NextFrameEvent(object o, EventArgs e) {
        NextFrame();
    }

    /// <summary>
    /// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
    /// быстрого вызова для показа предыдущего кадра
    /// </summary>
    private void PrevFrameEvent(object o, EventArgs e) {
        PrevFrame();
    }

    /// <summary>
    /// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
    /// быстрого вызова для показа первого кадра
    /// </summary>
    private void FirstFrameEvent(object o, EventArgs e) {
        FirstFrame();
    }

    /// <summary>
    /// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
    /// быстрого вызова для показа последнего кадра

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```
/// </summary>
private void LastFrameEvent(object o, EventArgs e) {
    LastFrame();
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
/// быстрого вызова для переключения паузы
/// </summary>
private void TogglePauseEvent(object o, EventArgs e) {
    TogglePause();
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
/// быстрого вызова для изменения направления автоматической прокрутки
/// </summary>
private void ReverseEvent(object o, EventArgs e) {
    Reverse();
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
/// быстрого вызова для сохранения текущего состояния
/// </summary>
private void SaveEvent(object o, EventArgs e) {
    var dia = new SaveFileDialog();
    dia.Filter = "Сохранить текущее состояние (*.json)|*.json|Векторный
    рисунок дерева (*.xaml)|*.xaml|Растровый рисунок дерева
    (*.png)|*.png";
    dia.DefaultExt = "json";
    dia.FileName = "tree.json";
    dia.InitialDirectory =
    Environment.GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.Desktop);

    var t = isPaused;
    isPaused = true;
    var rt = dia.ShowDialog();
    isPaused = t;
    if (rt != true) return; // так надо: !tr не работает

    Save(dia.FileName);
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
/// быстрого вызова для загрузки сохранения
/// </summary>
private void LoadEvent(object o, EventArgs e) {
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

var dia = new OpenFileDialog();
dia.Filter = "Загрузить текущее состояние (*.json)|*.json";
dia.DefaultExt = "json";
dia.FileName = "tree.json";
dia.InitialDirectory =
Environment.GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.Desktop);

var t = isPaused;
isPaused = true;
var rt = dia.ShowDialog();
isPaused = t;
if (rt != true) return; // так надо: !tr не работает

Load(dia.FileName);
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
быстрого вызова для показа следующей страницы объяснений
/// </summary>
private void NextTutorialEvent(object o, EventArgs e) {
    SelectTutorialPage(tutorialIndex + 1);
}

/// <summary>
/// Обработчик события, которое вызывается при нажатии кнопки или клавиши
быстрого вызова для показа предыдущей страницы объяснений
/// </summary>
private void PrevTutorialEvent(object o, EventArgs e) {
    SelectTutorialPage(tutorialIndex - 1);
}

#endregion

/// <summary>
/// Делает снимок данного элемента и сохраняет его в файл с данным именем
/// </summary>
static private void ExportToPng(string path, FrameworkElement element) {
    if (path == null) return;

    // Save current canvas transform
    var transform = element.LayoutTransform;
    // reset current transform (in case it is scaled or rotated)
    element.LayoutTransform = null;

    // Get the size of canvas
    var size = new Size(element.ActualWidth, element.ActualHeight);
    // Measure and arrange the surface
    // VERY IMPORTANT

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        element.Measure(size);
        element.Arrange(new Rect(size));

        // Create a render bitmap and push the surface to it
        var renderBitmap = new RenderTargetBitmap((int)size.Width,
            (int)size.Height, 96d, 96d, PixelFormats.Pbgra32);
        renderBitmap.Render(element);

        // Create a file stream for saving image
        using (var outStream = new FileStream(path, FileMode.Create)) {
            // Use png encoder for our data
            var encoder = new PngBitmapEncoder();
            // push the rendered bitmap to it
            encoder.Frames.Add(BitmapFrame.Create(renderBitmap));
            // save the data to the stream
            encoder.Save(outStream);
        }

        // Restore previously saved layout
        element.LayoutTransform = transform;
    }
}
}

```

1.7 TreeCanvas.cs

```

using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Shapes;
using ParserLib;

namespace ParserApp {
    /// <summary>
    /// Отрисовка синтаксического дерева и палитры его цветов
    /// </summary>
    internal class TreeCanvas : Canvas {
        /// <summary>
        /// Шрифт, который везде используется
        /// </summary>
        private readonly FontFamily font = new FontFamily("Consolas");

        /// <summary>
        /// Ставит в соответствие названия правил и их цвета
        /// </summary>
        private Dictionary<string, Brush> colorDict;
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

/// <summary>
/// Поле ввода, где пользователь вводит строку, синтаксический анализ
которой будет визуализироваться.
/// </summary>
private TextBox inputBox;

/// <summary>
/// Тот кадр, который сейчас нарисован
/// </summary>
private HistoryEntry lastHistoryEntry;

/// <summary>
/// Нарисовано ли сейчас дерево в режиме новичка
/// </summary>
private bool lastHelp;

/// <summary>
/// Ширина каждого символа в строке
/// </summary>
private const int CharWidth = 20;

/// <summary>
/// Начальная позиция строки
/// </summary>
private const int TextStart = 15;

/// <summary>
/// Размер шрифта
/// </summary>
private const int FontSize = 26;

/// <summary>
/// Размер шрифта подписей к цветам палитры
/// </summary>
private const int LegendFontSize = 12;

/// <summary>
/// Позиция поля ввода
/// </summary>
private const int TextblockTop = 10;

/// <summary>
/// Позиция верхушки дерева
/// </summary>
private const int TreeTop = 50;

/// <summary>
/// Вертикальное расстояние между узлами дерева
/// </summary>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

private const int TreeVSpace = 15;

/// <summary>
/// Высота каждого узла дерева
/// </summary>
private const int RectHeight = 10;

/// <summary>
/// Рисует строку
/// </summary>
public void WriteString(string text) {
    var pos = TextStart;

    // удаляем весь старый текст (если он есть)
    foreach (var tb in Children.OfType<TextBlock>().ToList()) {
        Children.Remove(tb);
    }

    foreach (var chr in text) {
        var txt = new TextBlock();
        txt.FontSize = FontSize;
        txt.Text = chr.ToString();
        txt.FontFamily = font;
        SetTop(txt, TextblockTop);
        SetLeft(txt, pos);
        Children.Add(txt);
        pos += CharWidth;
    }

    if (inputBox == null) {
        inputBox = Children.OfType<TextBox>().First();
    }
    SetTop(inputBox, TextblockTop + 4);
    SetLeft(inputBox, TextStart);
    inputBox.Width = pos - TextStart;
    inputBox.Height = FontSize;
    inputBox.FontSize = FontSize - 8;
}

/// <summary>
/// Рисует цветовую палитру
/// </summary>
public void InitLegend(
    List<Brush> colors,
    IEnumerable<string> names,
    bool drawText = false
) {
    if (colors.Count == 0) return;

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата


```

// удаляем все старые кружочки
foreach (var el in Children.OfType<Ellipse>().ToList()) {
    Children.Remove(el);
}

// удаляем все старые подписи
foreach (var tb in Children.OfType<TextBlock>().ToList()) {
    if (tb.FontSize == LegendFontSize) Children.Remove(tb);
}

colorDict = new Dictionary<string, Brush>();

var i = 0;
var pos = 5;
var originalColorsLength = colors.Count;
foreach (var ruleName in names) {
    if (i == colors.Count) colors.Add(colors[i %
        originalColorsLength]);
    var value = colors[i];
    colorDict[ruleName] = value;

    var el = new Ellipse();
    el.Width = el.Height = LegendFontSize;
    el.Fill = value;
    el.ToolTip = ruleName;
    SetTop(el, pos);
    SetRight(el, 5);
    Children.Add(el);

    // изменение цветов при клике на Ellipse
    var currentIndex = i;
    el.MouseDown += (o, e) => {
        var c = GetColor();
        if (c != null) colors[currentIndex] = c;
        InitLegend(colors, names);
        DisplayHistoryEntry(lastHistoryEntry, lastHelp);
    };

    if (drawText) {
        var txt = new TextBlock();
        txt.FontSize = LegendFontSize;
        txt.Text = ruleName;
        txt.FontFamily = font;
        SetTop(txt, pos);
        SetRight(txt, 20);
        Children.Add(txt);
    }

    pos += 19;
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        i++;
    }
}

/// <summary>
/// Рисует один узел дерева
/// </summary>
private void DrawRect(HistoryToken tok, int pos) {
    var rect = new Border();
    rect.CornerRadius = new CornerRadius(5, 5, 5, 5);
    var end = tok.EndPos;
    if (end == -1) {
        end = pos;
        rect.CornerRadius = new CornerRadius(5, 0, 0, 5);
    }

    rect.Background = colorDict[tok.Name];
    rect.Height = RectHeight;
    rect.Width = (end - tok.StartPos) * CharWidth;
    rect.ToolTip = tok.Name;

    if (tok.Trimmable) rect.Opacity = .5;

    SetTop(rect, TreeTop + tok.DisplayLevel * TreeVSpace);
    SetLeft(rect, TextStart + tok.StartPos * CharWidth);
    Children.Add(rect);
}

/// <summary>
/// Рисует дерево
/// </summary>
public void DisplayHistoryEntry(HistoryEntry entry, bool help) {
    lastHistoryEntry = entry;
    lastHelp = help;

    // удаляем строе дерево
    foreach (var tb in Children.OfType<Border>().ToList()) {
        Children.Remove(tb);
    }

    foreach (var tok in entry) {
        DrawRect(tok, entry.CursorPos);
    }

    // удаляем стрые линии
    foreach (var line in Children.OfType<Line>().ToList()) {
        Children.Remove(line);
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```
        if (help) DrawConventionalTree(entry.GetEdges());
    }

    /// <summary>
    /// Рисует ветки дерева
    /// </summary>
    private void DrawConventionalTree(Dictionary<HistoryToken, HistoryToken>
edges) {
        foreach (var edge in edges) {
            var line = new Line();
            line.X1 = GetNodeCenterX(edge.Key);
            line.Y1 = GetNodeCenterY(edge.Key);
            line.X2 = GetNodeCenterX(edge.Value);
            line.Y2 = GetNodeCenterY(edge.Value);
            line.Stroke = Brushes.Orange;
            line.StrokeThickness = 2;
            Children.Add(line);
        }
    }

    /// <summary>
    /// Считает X координату центра узла дерева
    /// </summary>
    private double GetNodeCenterX(HistoryToken node) {
        var end = node.EndPos;
        if (end == -1) {
            end = lastHistoryEntry.CursorPos;
        }

        return TextStart + node.StartPos * CharWidth + (end - node.StartPos) *
CharWidth / 2.0;
    }

    /// <summary>
    /// Считает Y координату центра узла дерева
    /// </summary>
    private double GetNodeCenterY(HistoryToken node) {
        return TreeTop + node.DisplayLevel * TreeVSpace + RectHeight / 2.0;
    }

    /// <summary>
    /// Запрашивает у пользователя собственный цвет, открывая диалоговое окно
    /// </summary>
    static private Brush GetColor() {
        var dia = new System.Windows.Forms.ColorDialog();
        if (dia.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK) {
            var c = dia.Color;
            return new SolidColorBrush(Color.FromArgb(c.A, c.R, c.G, c.B));
        }
    }
}
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```
        }
        return null;
    }
}
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2 ParserLib

2.1 ParserLib.csproj

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk">

  <PropertyGroup>
    <TargetFramework>net45</TargetFramework>
    <OutputType>Library</OutputType>
    <GenerateAssemblyInfo>>false</GenerateAssemblyInfo>
  </PropertyGroup>

  <ItemGroup>
    <Content Include="parsers\*.*">
      <CopyToOutputDirectory>PreserveNewest</CopyToOutputDirectory>
    </Content>
  </ItemGroup>

  <ItemGroup>
    <PackageReference Include="System.ValueTuple" Version="4.5.0" />
  </ItemGroup>

</Project>
```

2.2 HistoryEntry.cs

```
using System;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace ParserLib {
  /// <summary>
  /// Синтаксическое дерево в какой-то момент времени
  /// </summary>
  public class HistoryEntry : IEnumerable<HistoryToken> {
    /// <summary>
    /// Узлы дерева
    /// </summary>
    private HistoryToken[] treeRanges;
    /// <summary>
    /// Описание формальной грамматики в формате RTF
    /// </summary>
    public string RtfGrammar { get; }
    /// <summary>
    /// Индекс последнего анализируемого символа
    /// </summary>
    public int CursorPos { get; }
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

/// <summary>
/// Сломано ли это дерево и надо ли его отображать
/// </summary>
internal bool isBroken = false;
/// <summary>
/// Надо ли подравнивать это дерево
/// </summary>
private bool isTrimmed = false;
/// <summary>
/// Ветки дерева
/// </summary>
private Dictionary<HistoryToken, HistoryToken> edges;

internal HistoryEntry(HistoryToken[] ranges, string rtf) {
    RtfGrammar = rtf;
    if (ranges.Length == 0) {
        ranges = new HistoryToken[] { new HistoryToken() };
        isBroken = true;
    }
    treeRanges = ranges;
    CursorPos = treeRanges.Max(e => Math.Max(e.StartPos, e.EndPos - 1)) +
    1;
}

/// <summary>
/// Меняет настройки
/// </summary>
public void SetSettings(bool trim, bool orientation, bool gravity) {
    isTrimmed = trim;
    CalculateDisplayLevels(orientation ^ gravity);
    if (gravity) InvertDisplayLevels();
    edges = null;
}

/// <summary>
/// Находит список всех веток дерева, но возвращает словарь, где ключ это
узел, а значение это его родитель
/// </summary>
public Dictionary<HistoryToken, HistoryToken> GetEdges() {
    if (this.edges != null) return this.edges;
    var edges = new Dictionary<HistoryToken, HistoryToken>();
    var stacks = new HistoryToken[CursorPos];
    foreach (var tok in this.OrderBy(e => -e.RecLevel)) {
        var end = tok.EndPos;
        if (end == -1) end = CursorPos;

        for (var i = tok.StartPos; i < end; i++) {
            if (stacks[i] != null) {
                edges[stacks[i]] = tok;
            }
        }
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        }
        stacks[i] = tok;
    }
}
this.edges = edges;
return edges;
}

/// <summary>
/// Переворачивает дерево
/// </summary>
private void InvertDisplayLevels() {
    var maxDisplayLevel = this.Max(e => e.DisplayLevel);
    foreach (var tok in this) {
        tok.DisplayLevel = maxDisplayLevel - tok.DisplayLevel;
    }
}

/// <summary>
/// Рассчитывает гравитацию
/// </summary>
private void CalculateDisplayLevels(bool orientation = false) {
    var recLvs = new int[CursorPos];

    IEnumerable<HistoryToken> t = this.OrderBy(e => -e.RecLevel);
    if (orientation) t = t.Reverse();
    foreach (var tok in t) {
        var end = tok.EndPos;
        if (end == -1) end = CursorPos;

        var slice = new ArraySegment<int>(recLvs, tok.StartPos, end -
            tok.StartPos);
        tok.DisplayLevel = slice.Max();

        for (var i = tok.StartPos; i < end; i++) {
            recLvs[i] = tok.DisplayLevel + 1;
        }
    }
}

/// <summary>
/// Переопределяет метод класса Object
/// </summary>
public override string ToString() {
    return string.Join(" ", (object[])treeRanges);
}

/// <summary>
/// Реализует интерфейс IEnumerable<HistoryToken>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

    /// </summary>
    public IEnumerator<HistoryToken> GetEnumerator() {
        var t = treeRanges.Where(e => !e.Name.StartsWith("\\"));
        if (isTrimmed) t = t.Where(e => !e.Trimmable);
        return t.GetEnumerator();
    }

    /// <summary>
    /// Реализует интерфейс IEnumerable
    /// </summary>
    IEnumerator IEnumerable.GetEnumerator() {
        return GetEnumerator();
    }
}
}

```

2.3 HistoryToken.cs

```

namespace ParserLib {
    /// <summary>
    /// ParserTreeToken но без служебных полей
    /// </summary>
    public class HistoryToken {
        /// <summary>
        /// Название правила, по которому был построен этот узел
        /// </summary>
        public string Name { get; }
        /// <summary>
        /// Индекс первого символа, входящего в этот узел
        /// </summary>
        public int StartPos { get; }
        /// <summary>
        /// Индекс последнего символа, входящего в этот узел
        /// </summary>
        public int EndPos { get; }

        /// <summary>
        /// Глубина этого узла в дереве
        /// </summary>
        internal int RecLevel { get; }
        /// <summary>
        /// Можно ли этот узел убирать при обрезке дерева
        /// </summary>
        public bool Trimmable { get; }
        /// <summary>
        /// Визуальный уровень узла
        /// </summary>
        public int DisplayLevel { get; internal set; }
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата


```

internal HistoryToken(ParserTreeToken tok) {
    Name = tok.Name;
    StartPos = tok.StartPos;
    EndPos = tok.EndPos;
    RecLevel = tok.RecLevel;
    DisplayLevel = RecLevel;
    Trimmable = tok.ChildCount == 1 && tok.EndPos >= 0;
}

internal HistoryToken() { }

/// <summary>
/// Переопределяет метод класса Object
/// </summary>
public override string ToString() {
    if (EndPos == -1) return $"{StartPos}:-({Name}, {RecLevel})";
    return $"{StartPos}:{EndPos}({Name}, {RecLevel})";
}
}
}

```

2.4 Parser.cs

```

using System.Diagnostics;
using System.IO;

namespace ParserLib {
    /// <summary>
    /// Запуск синтаксического анализатора
    /// </summary>
    public class Parser {
        /// <summary>
        /// Название синтаксического анализатора
        /// </summary>
        private string name;
        public Parser(string name) {
            this.name = name;
        }

        /// <summary>
        /// Запускает синтаксический анализатор
        /// </summary>
        public ParserHistory Run(string input) {
            var rtf = File.ReadAllText("parsers/" + name + ".rtf");
            var tree = new ParserHistory(rtf, input);

            var process = new Process();
            process.StartInfo.CreateNoWindow = true;
            process.StartInfo.UseShellExecute = false;

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

        process.StartInfo.RedirectStandardInput = true;
        process.StartInfo.RedirectStandardOutput = true;
        process.OutputDataReceived += (sender, args) => {
            tree.Add(args.Data);
        };
        process.StartInfo.FileName = "parsers/" + name + ".exe";
        process.Start();
        process.BeginOutputReadLine();

        process.StandardInput.Write(input);
        process.StandardInput.Close();

        process.WaitForExit();
        return tree;
    }
}

```

2.5 ParserHistory.cs

```

using System;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace ParserLib {
    /// <summary>
    /// Строит синтаксическое дерево и хранит каждую его версию
    /// </summary>
    public class ParserHistory : IEnumerable<HistoryEntry> {
        /// <summary>
        /// Внутренний стек, используемый для построения дерева
        /// </summary>
        private Stack<ParserTreeToken> stack = new Stack<ParserTreeToken>();
        /// <summary>
        /// Список узлов, которые сейчас есть в дереве
        /// </summary>
        private List<ParserTreeToken> state = new List<ParserTreeToken>();
        /// <summary>
        /// Предыдущая позиция конца узла
        /// </summary>
        private int prevPos = -1;

        /// <summary>
        /// Оригинальная грамматика, из которой делаются все остальные
        /// </summary>
        public string OriginalRtf { get; }
        /// <summary>
        /// Входная строка

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

/// </summary>
public string InputString { get; }

/// <summary>
/// Имена всех правил
/// </summary>
public IEnumerable<string> RuleNames => RtfBuilder.GetNames(OriginalRtf);

/// <summary>
/// Список всех старых деревьев
/// </summary>
private List<HistoryEntry> history = new List<HistoryEntry>();

/// <summary>
/// Делает копию поля state
/// </summary>
private HistoryToken[] CopyState() {
    return state.Select(e => e.Clone()).ToArray();
}

internal ParserHistory(string rtf, string input) {
    OriginalRtf = rtf;
    InputString = input;
}

/// <summary>
/// Сохраняет текущее состояние в поле history
/// </summary>
private void SaveState() {
    var tokens = CopyState();
    var rtf = RtfBuilder.Build(OriginalRtf, stack);
    var r = new HistoryEntry(tokens, rtf);
    if (!r.isBroken) history.Add(r);
}

/// <summary>
/// Добавляет узел в дерево.
/// Принимает на вход строки от синтаксического анализатора.
/// Здесь происходит основное построение дерева
/// </summary>
public void Add(string line) {
    if (line == null) return;
    line = line.Trim();
    if (line == "") return;

    if (line.StartsWith("eval failed: SyntaxError:")) {
        // todo
        return;
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

var words = line.Split(new string[] { " " },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
var pos = int.Parse(words[0].Split(':').Last()) - 1;

var hasFailed = prevPos > pos;
while (prevPos > pos) {
    var t = state.Last();
    if (t.EndPos == -1) break;
    t.Parent.ChildCount--;
    state.RemoveAt(state.Count - 1);
    prevPos = t.EndPos;
}
prevPos = pos;

if (hasFailed) SaveState();

if (words[1] == "rule.enter") {
    var val = 0;
    ParserTreeToken parent = null;
    if (stack.Count != 0) {
        parent = stack.Peek();
        parent.ChildCount++;
        var dict = stack.Peek().Dict;
        dict.TryGetValue(words[2], out val);
        dict[words[2]] = val + 1;
    }
    var t = new ParserTreeToken(parent, words[2], val, pos,
stack.Count);
    state.Add(t);
    stack.Push(t);
} else {
    var t = stack.Pop();
    t.EndPos = pos;
    if (words[1] != "rule.match") {
        t.EndPos = -2;
        if (t.Parent != null) t.Parent.ChildCount--;
        var i = state.IndexOf(t);
        state.RemoveRange(i, state.Count - i);
    }
}

SaveState();
}

/// <summary>
/// Реализует интерфейс IEnumerable<HistoryToken>
/// </summary>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

public IEnumerator<HistoryEntry> GetEnumerator() =>
history.GetEnumerator();
/// <summary>
/// Реализует интерфейс IEnumerable
/// </summary>
IEnumerator IEnumerable.GetEnumerator() => history.GetEnumerator();
/// <summary>
/// Индексатор
/// </summary>
public HistoryEntry this[int i] => history[i];
}
}

```

2.6 ParserTreeToken.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace ParserLib {
    /// <summary>
    /// Узел синтаксического дерева
    /// </summary>
    internal class ParserTreeToken {
        /// <summary>
        /// Родитель
        /// </summary>
        public ParserTreeToken Parent { get; }
        /// <summary>
        /// Название правила, по которому был построен этот узел
        /// </summary>
        public string Name { get; }
        /// <summary>
        /// Каким по счету ребёнком является этот узел
        /// </summary>
        public int Index { get; }
        /// <summary>
        /// Индекс первого символа, входящего в этот узел
        /// </summary>
        public int StartPos { get; }
        /// <summary>
        /// Глубина этого узла в дереве
        /// </summary>
        public int RecLevel { get; }
        /// <summary>
        /// Индекс последнего символа, входящего в этот узел
        /// </summary>
        public int EndPos { get; set; }
        /// <summary>

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

    /// Количество детей
    /// </summary>
    public int ChildCount { get; set; }
    /// <summary>
    /// Количество детей каждого типа
    /// </summary>
    public Dictionary<string, int> Dict { get; }

    public ParserTreeToken(ParserTreeToken parent, string name, int index, int
startPos, int recLevel) {
        if (name.StartsWith("_") && name.EndsWith("_") && name.Length > 1) {
            var chars = Enumerable.Range(0, name.Length / 2 - 1)
                .Select(i => (char)Convert.ToUInt16(name.Substring(i * 2 + 1,
                2), 16));
            name = '"' + string.Join("", chars) + '"';
        }
        Parent = parent;
        Name = name;
        Index = index;
        StartPos = startPos;
        RecLevel = recLevel;
        EndPos = -1;
        Dict = new Dictionary<string, int>();
    }

    /// <summary>
    /// Переопределяет метод класса Object
    /// </summary>
    public override string ToString() {
        return $"{StartPos}:{EndPos}({Name}, {Index})";
    }

    /// <summary>
    /// Делает копию этого узла, выбрасывая служебные поля
    /// </summary>
    public HistoryToken Clone() {
        return new HistoryToken(this);
    }
}
}

```

2.7 RtfBuilder.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text.RegularExpressions;

```

```

namespace ParserLib {

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

/// <summary>
/// Подсветка того кода, который сейчас выполняются
/// </summary>
internal class RtfBuilder {
    /// <summary>
    /// Массив строк RTF кода
    /// </summary>
    private string[] lines;

    private RtfBuilder(string rtf) {
        lines = rtf.Split('\n'); //.Where(e=>e.StartsWith("\\cf")).ToArray();
    }

    /// <summary>
    /// Выделяет жирным правило, соответствующее данному узлу дерева
    /// </summary>
    private void HighlightIdentifier(ParserTreeToken t) {
        if (t.Parent == null) return;
        var lineIndex = Array.FindIndex(lines, e => e.StartsWith("\\cf2 " +
            t.Parent.Name));
        var line = lines[lineIndex];

        var i = 0;
        var regex = @"\\b{\}(\cf[0-9] )" + Regex.Escape(t.Name);
        line = Regex.Replace(line, regex, m => {
            if (i++ == t.Index) return @"b " + m.Groups[1].Value + t.Name;
            return m.Groups[1].Value + t.Name;
        });
        line = line.Replace("\\b{ }", "");

        lines[lineIndex] = line;
    }

    /// <summary>
    /// Завершить построение грамматики
    /// </summary>
    private string End() {
        return string.Join("\n", lines).Replace("{ }", "0");
    }

    /// <summary>
    /// Собирает грамматику путём создания экземпляра класса RtfBuilder и
    /// вызова его методов HighlightIdentifier и End
    /// </summary>
    public static string Build(string rtf, IEnumerable<ParserTreeToken>
        tokens) {
        var builder = new RtfBuilder(rtf);
        foreach (var tok in tokens) {
            builder.HighlightIdentifier(tok);
        }
    }
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

```

    }
    return builder.End();
}

/// <summary>
/// Возвращает имена правил, которые присутствуют в грамматике
/// </summary>
public static IEnumerable<string> GetNames(string rtf) {
    return rtf.Split('\n')
        .Where(e => e.StartsWith("\\cf"))
        .Select(e => e.Split(new string[] { "\\cf4" },
            StringSplitOptions.None)[0].Split(' ')[1]);
}
}
}

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.13-01 ТП 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]