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

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Старший преподаватель департамента программной инженерии факультета компьютерных наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. А. Шершаков «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г. | УТВЕРЖДАЮ  Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия» профессор департамента программной инженерии, канд. техн. наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. В. Шилов «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г. |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № дубл.*** |  |
| ***Взам. инв. №*** |  |
| ***Подп. и дата*** |  |
| ***Инв. № подл*** | RU.17701729.04.01-01 ПЗ 01-1-ЛУ |

**ПРОГРАММА-РАСШИРЕНИЕ MICROSOFT VISIO ДЛЯ ИМПОРТА ГРАФОВ В ФОРМАТЕ DOT**

**Пояснительная записка**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.04.01-01 ПЗ 01-1-ЛУ**

Исполнитель  
студент группы БПИ173  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Переплетчиков А. И. /  
«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.

**Москва 2019**

УТВЕРЖДЕНRU.17701729.04.01-01 ПЗ 01-1-ЛУ

|  |  |
| --- | --- |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл | RU.17701729.04.01-01 ПЗ 01-1 |

**ПРОГРАММА-РАСШИРЕНИЕ MICROSOFT VISIO ДЛЯ ИМПОРТА ГРАФОВ В ФОРМАТЕ DOT**

**Пояснительная записка**

**RU.17701729.04.01-01 ПЗ 01-1**

**Листов 16**

**Москва 2019**

**Содержание**

[**1. Введение** 3](#_Toc8332614)

[**1.1. Наименование программы** 3](#_Toc8332615)

[**1.2. Основания для разработки** 3](#_Toc8332616)

[**2. Назначение и область применения** 4](#_Toc8332617)

[**2.1. Назначение разработки** 4](#_Toc8332618)

[**2.1.1. Функциональное назначение** 4](#_Toc8332619)

[**2.1.2. Эксплуатационное назначение** 4](#_Toc8332620)

[**2.2. Область применения** 4](#_Toc8332621)

[**3. Технические характеристики** 5](#_Toc8332622)

[**3.1. Постановка задачи на разработку программы** 5](#_Toc8332623)

[**3.2. Описание и обоснование алгоритма и функционирования программы** 5](#_Toc8332624)

[**3.2.1. Описание алгоритма и функционирования программы** 5](#_Toc8332625)

[**3.2.2. Обоснование выбора алгоритма** 6](#_Toc8332626)

[**3.3. Описание и обоснование метода организации входных и выходных данных** 7](#_Toc8332627)

[**3.3.1. Описание метода организации входных и выходных данных** 7](#_Toc8332628)

[**3.3.2. Обоснование метода организации входных и выходных данных** 7](#_Toc8332629)

[**3.4. Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств** 7](#_Toc8332630)

[**3.4.1. Состав технических и программных средств** 7](#_Toc8332631)

[**3.4.2. Обоснование выбора состава технических и программных средств** 8](#_Toc8332632)

[**4. Технико-экономические показатели** 9](#_Toc8332633)

[**4.1. Предполагаемая потребность** 9](#_Toc8332634)

[**4.2. Ориентировочная экономическая эффективность** 9](#_Toc8332635)

[**4.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами** 9](#_Toc8332636)

[**Приложение 1. Список используемой литературы** 10](#_Toc8332637)

[**Приложение 2. Описание и функциональное назначение классов** 11](#_Toc8332638)

[**Приложение 3. Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств** 12](#_Toc8332639)

# **1. Введение**

## **1.1. Наименование программы**

Наименование программы: «Программа-расширение Microsoft Visio для импорта графов в формате DOT».

## **1.2. Основания для разработки**

Основанием для разработки программы является Приказ НИУ ВШЭ № 6.18.1-02/1112-19 от 11.12.2015 г.

Программа разрабатывается в рамках выполнения курсовой работы по теме «Программа-расширение Microsoft Visio для импорта графов в формате DOT».

# **2. Назначение и область применения**

## **2.1. Назначение разработки**

### **2.1.1. Функциональное назначение**

Программа предназначена для импорта графов в виде файла с расширением .dot и .gv в программу пакета Microsoft Office™ Microsoft Visio и визуализации графов в виде вершин, связанных ребрами. Визуализированный в Microsoft Visio граф должен иметь все атрибуты, указанные в импортируемом файле (цвета, толщина ребер, названия вершин и прочие атрибуты, поддерживаемые языком DOT).

### **2.1.2. Эксплуатационное назначение**

Программа будет использоваться для работы с графами в широко распространённом инструменте Microsoft Visio с возможностью в дальнейшем модификации с учетом имеющегося функционала инструмента, в том числе, в учебных и научных целях.

## **2.2. Область применения**

Программа будет применяться для облегчения работы с графами, записанных на языке описания графов DOT, в программе Microsoft Visio: для импорта содержимого DOT файла на страницу документа Visio в виде схем и корректного экспорта графа-схемы в DOT файл с учетом всех изменений, произведенных пользователем во время работы с документом.

# **3. Технические характеристики**

## **3.1. Постановка задачи на разработку программы**

Программа должна обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

1. возможность импорта файла расширения .dot или .gv, в котором содержится информация на языке описания графов DOT;
2. визуализация графа, записанного в импортируемом файле, на отдельной странице документа Visio при помощи стандартных фигур Microsoft Visio с учетом всех атрибутов вершин и ребер, указанных в импортируемом файле;
3. импорт нового DOT файла без перезапуска программы;
4. хранение связанных пар страницы и представленного на ней графа;
5. экспорт содержимого с учетом всех изменений, произведенных пользователем, обратно в .dot или .gv файл.

## **3.2. Описание и обоснование алгоритма и функционирования программы**

### **3.2.1. Описание алгоритма и функционирования программы**

Программа-расширение Microsoft Visio для импорта графов в формате DOT использует набор инструментов Visual Studio Tools for Office (VSTO) для взаимодействия с объектной моделью Microsoft Visio и библиотеку Graphviz4Net для взаимодействия с DOT графами. Сценарий работы программы может отличаться в зависимости от действий пользователя, упрощенно главный алгоритм выглядит следующим образом:

1. При помощи диалогового окна выбора файла пользователь может выбрать файл с расширением .dot или .gv;
2. Основной класс программы ThisAddIn создает новую страницу для активного документа Visio, связывая ее с новым объектом класса VisioGraph, наследующего класс DotGraph, в конструктор которого в строковом формате передается содержимое раннее открытого файла;
3. С помощью анализатора для формальных языков, написанного при помощи инструмента ANTLR (*ANother Tool for Language Recognition*), входящего в библиотеку Graphviz4Net, содержимое файла транслируется в объект класса DotGraph;
4. Запускается метод отображения содержимого импортируемого файла на соответствующей странице документа Visio. Сначала в левом верхнем углу страницы размещаются фигуры, соответствующие вершинам графа, для каждой фигуры устанавливается соответствующие стили, указанные в числе атрибутов вершины. Затем каждому ребру импортируемого графа на странице документа сопоставляется объект типа «соединительная линия (connector)», связывающая соответствующие вершины;
5. После добавления всех вершин и ребер на страницу документа Visio программа запускает алгоритм «лэйаутинга (layout algorithm)» для корректного и понятного отображения получившейся схемы на странице.

Программа поддерживает не только возможность импорта графа из файла на страницу документа, но и экспорта содержимого страницы обратно в файл с учетом всех изменений, произведенных пользователем. Для того, чтобы фиксировать изменения содержимого страницы, используются события, порождаемые при работе пользователя с документом:

1. При возникновении события BeforePageDeleted (перед удалением страницы) программа также удаляет из коллекции соответствующий данной странице объект VisioGraph;
2. При возникновении события BeforeShapeDeleted (перед удалением фигуры) программа проверяет, какой тип фигуры был удален (проверяет наличие данной фигуры в словаре vertices или edges) и в зависимости от этого удаляет в графе либо ребро, либо вершину со всеми смежными ей ребрами;
3. При возникновении события ConnectionsAdded (после добавления новой соединительной линии) программа добавляет соответствующее ребро в объект графа;
4. При возникновении события ConnectionsDeleted (после удаления соединительной линии) программа удаляет из графа соответствующее ребро, связывавшее вершины;

Программа также реагирует на изменение пользователем стилей фигур страницы (изменение цвета, текста и т.д.). При попытке пользователя экспортировать граф в файл открывается диалоговое окно сохранения файла, объект класса DotGraph записывается выбранный файл на языке DOT.

### **3.2.2. Обоснование выбора алгоритма**

Выбор данного алгоритма обоснован функциональными требованиями, представленными в техническом задании проекта – весь заявленной функционал реализован в полном объеме. Набор инструментов VSTO использован, т.к. он является наиболее распространенным и простым средством разработки расширений для программ пакета Microsoft Office. Библиотека Graphviz4Net была выбрана среди множества других библиотек для работы с графами, т.к. она включает в себя ANTLR парсер для языка DOT, возможность чтения и записи в DOT файл, а также поставляется с открытым исходным кодом и доступна для возможных изменений.

## **3.3. Описание и обоснование метода организации входных и выходных данных**

### **3.3.1. Описание метода организации входных и выходных данных**

#### **3.3.1.1. Описание метода организации входных данных**

Программа позволяет вводить входные данные (граф, записанный на языке DOT, хранящийся в файле с расширением .dot или .gv) при помощи диалогового окна открытия файла Windows Forms.

#### **3.3.1.2. Описание метода организации выходных данных**

Программа выводит прочитанный ранее граф на новую страницу открытого документа Visio. Граф представлен в виде схемы, состоящей из различных фигур (вершин) и соединительных линий (ребер) между ними. Программа сохраняет схему в виде графа, записанном на языке DOT, в файле, выбранном пользователем при помощи диалогового окна сохранения файла Windows Forms.

### **3.3.2. Обоснование метода организации входных и выходных данных**

#### **3.3.2.1. Обоснование метода организации входных данных**

Выбранный метод организации входных данных обеспечивает максимально удобную и комфортную работу пользователя.

#### **3.3.2.2. Обоснование метода организации выходных данных**

Граф визуализируется на отдельной странице документа для того, чтобы не смешиваться с другими схемами, уже имеющимися в документе. Это также обеспечивает удобство работы с графом и его удаления (достаточно удалить лишь страницу, на которой он размещен).

## **3.4. Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств**

### **3.4.1. Состав технических и программных средств**

#### **3.4.1.1. Состав технических средств**

Для нормального функционирования программы требуется компьютер, оснащенный следующими техническими компонентами:

1. процессор не ниже Intel Pentium/Celeron, AMD K6/Athlon/Duron или совместимый с ними с тактовой частотой не ниже 1 ГГц;
2. 512 Мб ОЗУ или более;
3. жесткий диск с объемом свободной памяти не менее 1,5 Гб;
4. VGA-совместимые видеоадаптер и монитор с разрешением не ниже 1280х800;
5. клавиатура и мышь.

#### **3.4.1.2. Состав программных средств**

Для нормального функционирования программы требуется компьютер, оснащенный следующими программными компонентами:

1. операционная система Microsoft Windows XP (SP2, SP3) / Vista / 7 / 8 / 8.1 / 10;
2. библиотека Microsoft .NET Framework 4.5 и выше;
3. установленная программа Microsoft Visio.

### **3.4.2. Обоснование выбора состава технических и программных средств**

#### **3.4.2.1. Обоснование выбора состава технических средств**

При процессоре ниже указанного может некорректно работать программа Microsoft Visio и данное расширение к ней.

При количестве памяти ОЗУ ниже указанного его может не хватить для успешного корректной работы программы Microsoft Visio и данного расширения.

Не менее 1,5 Гб свободного места на жестком диске требуется для корректной работы операционной системы, библиотеки Microsoft .NET Framework, Microsoft Visio и данной программы.

При разрешении экрана ниже указанного окна программы могут отображаться некорректно.

Клавиатура и мышь требуются для ввода входных данных и управления программой.

#### **3.4.2.2. Обоснование выбора состава программных средств**

Поскольку программа выполнена с использованием библиотеки Microsoft .NET Framework 4.5.2, для ее выполнения требуется библиотека Microsoft .NET Framework версии не ниже 4.5, которая, в свою очередь, требует одну из указанных операционных систем.

# **4. Технико-экономические показатели**

## **4.1. Предполагаемая потребность**

Программа может быть использована любым пользователем Microsoft Visio в случае необходимости визуализации графа, записанного в файле, в документе Visio. Наличие обратной связи – возможности экспорта графа из документа в DOT файл – делает данную программу полноценным инструментом работы с графами, полезным преподавателям или студентам, изучающим графы и алгоритмы работы с ними, исследователям, выполняющим эксперименты в области Process Mining и других областях науки, использующих графы.

## **4.2. Ориентировочная экономическая эффективность**

Программа может быть выложена в любой магазин программного обеспечения в качестве самостоятельного продукта или быть включена в уже существующий набор инструментов для работы с графами или набор расширений для Microsoft Visio. Подробная оценка экономической эффективности продукта не проводилась.

## **4.3. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами**

Программа имеет русскоязычный интерфейс и более широкий набор функций, чем у аналогов, найденных в интернете.

# **Приложение 1. Список используемой литературы**

1. Подбельский В. В. Язык C#. Базовый курс: учеб. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2013.
2. Шилдт, Г. C# 4.0: полное руководство: пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2013.
3. Microsoft Developer Network (MSDN) [Электронный ресурс] // URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/default.aspx> (Дата обращения: 14.05.2016, режим доступа: свободный).
4. Единая система программной документации: сборник, офиц. изд. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

# **Приложение 2. Описание и функциональное назначение классов**

Описываются только классы, созданные для данного проекта. Используемые классы сторонних библиотек (Graphviz4Net) не описываются.

*Табл. 1. Описание и функциональное назначение классов*

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Назначение |
| ThisAddIn | Класс, автоматически создаваемый Visual Studio в проекте надстройки VSTO кода. Содержит методы и обработчики событий, использующиеся для доступа к объектной модули Visio. |
| Ribbon | Класс ленты с инструментами, содержит обработчик нажатий кнопок ленты пользователем. |
| VisioGraph | Класс, наследующий класс DotGraph (через композицию), входящий в библиотеку Graphviz4Net. Выполняет роль ретранслятора из DOT графа в граф-схему на странице документа Visio. |
| GraphParser | Используется для получения инстанса объекта DotGraph путем парсинга исходной строки, представляющей код на языке DOT. |
| VisioColor | Статический класс, обеспечивающий ретрансляцию цвета из цветовой схемы программы GraphViz в цвет, доступный в объектной модели Visio. |

# **Приложение 3. Описание и функциональное назначение полей, методов и свойств**

*Табл. 2. Описание и функциональное назначение полей и свойств класса ThisAddIn*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Назначение |
| graphs | private | Dictionary<Visio.Page, VisiGraph> | Хранит пары значений типа страница документа Visio – граф, соответствующий данной странице |

*Табл. 3. Описание и функциональное назначение методов класса ThisAddIn*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| ShowGraph | public | void | string | Метод, отображающий граф на странице документа Visio |
| ExportGraph | public | void | string | Метод, экспортирующий граф со страницы документа в DOT файл |
| Layout | public | void | - | Производит перепланировку графа |
| Invert | public | void | - | Инвертирует выбранные ребра |
| Select | public | void | int | Выделяет вершины графа в зависимости от ключа |
| RemovePageIfError | public | void | - | Если в ходе импорта графа возникла ошибка, данный метод удаляет страницу, соответствующую ему |
| ErrorMessage | public | void | - | Выводит сообщение об ошибке в новое окно |
| DeleteGraph | private | void | Visio.Page | Удаляет граф из словаря, если была удалена данная страница |
| AddEdge | private | void | Visio.Connects | Данный метод вызывается при срабатывании события «Добавить соединение» и добавляет ребро в граф |
| DeleteShape | private | void | Visio.Shape | Данный метод вызывается при срабатывании события «Удалить фигуру» и удаляет ребро или вершину из графа |
| DeleteEdge | private | void | Visio.Connects | Данный метод вызывается при срабатывании события «Удалить соединение» и удаляет ребро из графа |
| ChangeText | private | void | Visio.Shape | Данный метод вызывается при срабатывании события «Изменить текст» |
| AddShape | private | void | Visio.Shape | Данный метод вызывается при срабатывании события «Добавить фигуру» и добавляет вершину в граф |

*Табл. 4. Описание и функциональное назначение методов класса Ribbon*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| openFileButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Выбрать файл» |
| exportGraphButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Сохранить изменения» |
| selectAllNodesButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Выделить все вершины» |
| selectConnectedNodeButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Выделить соединенные вершины» |
| selectNonConnectedNodesButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Выделить несоединенные вершины» |
| selectAllEdges\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Выделить все ребра» |
| invertButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Инвертировать ребро» |
| layoutButton\_Click | private | void | object, RibbonControl | Обработчик нажатия на кнопку «Планировка» |

*Табл. 5. Описание и функциональное назначение методов класса GraphParser*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| ParseGraphData | public | DotGraph<string> | string | Возвращает объект типа DotGraph путем парсинга кода, записанного на языке DOT, при помощи ANTLR парсера, входящего в библиотеку Graphviz4Net |

*Табл. 6. Описание и функциональное назначение методов класса VisioColor*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| ParseGraphData | public | DotGraph<string> | string | Возвращает объект типа DotGraph путем парсинга кода, записанного на языке DOT, при помощи ANTLR парсера, входящего в библиотеку Graphviz4Net |

*Табл. 7. Описание и функциональное назначение полей и свойств класса VisioGraph*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Назначение |
| gParser | private | GraphParser | Хранит пары значений типа страница документа Visio – граф, соответствующий данной странице |
| graph | private | DotGraph<string> | Граф из библиотеки Graphviz4Net |
| vertices | private | Dictionary <DotVertex<string>, Visio.Shape> | Хранит пары типа вершина графа – фигура на странице, ей соответствующая |
| edges | private | Dictionary <DotEdge<string>, Visio.Shape> | Хранит пары типа ребро графа – фигура на странице, ему соответствующая |
| newEdges | private | Dictionary <Visio.Shape, List<Visio.Shape>> | При добавлении нового соединения хранит тут новые ребра, не имеющие одного из концов |

*Табл. 8. Описание и функциональное назначение методов класса VisioGraph*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Аргументы | Назначение |
| PrsentGraphInVisio | public | void | Visio.Documents, Visio.Page | Отрисовывает граф на странице документа Visio |
| PresentNodes | private | void | Visio.Documents, Visio.Page | Отрисовывает вершины графа на странице документа Visio |
| PresentEdges | private | void | Visio.Documents, Visio.Page | Отрисовывает ребра графа на странице документа Visio |
| Invert | public | void | Visio.Window | Инвертирует выбранное ребро |
| Select | public | void | int, Visio.Window | В зависимости от ключа, передаваемого в качестве целочисленного параметра, выделяет все, соединенные или несоединенные вершины |
| AddNode | public | void | Visio.Shape | При добавлении фигуры на страницу добавляет вершину в объект graph |
| ChangeLabel | public | void | Visio.Shape | При изменении текста фигуры меняет соответствующий атрибут у вершины или ребра графа |
| AddEdge | public | void | Visio.Connects | При добавлении нового соединения добавляет ребро в объект graph |
| DeleteEdge | public | void | Visio.Connects | При удалении соединения двух фигур удаляет соответствующее ребро графа |
| DeleteShape | public | void | Visio.Shape | При удалении фигуры удаляет вершину или ребро у графа |
| GetDotShapes | private | Dictionary<string, string> | - | Каждой строке названия фигуры из набора Visio сопоставляет название фигуры из языка DOT |
| GetMasterShapes | private | Dictionary<string, Visio.Master> | Visio.Documents | Каждой строке названия фигуры из языка DOT сопоставляет Master-фигуру из доступных в Visio |
| LineStyle | private | string | string | Для одного из стилей линий языка DOT возвращает числовое представление атрибута фигуры в Visio |
| ExportGraph | public | void | string | Записывает объект graph в файл по указанному адресу |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лист регистрации изменений | | | | | | | | | |
| Изм. | Номера листов | | | | Всего листов (страниц) в документе | № документа | Входя- щий № сопро- водит. докум. и дата | Под- пись | Дата |
| изменен- ных | заменен- ных | новых | аннулиро- ванных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |