

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по учебной практике**  
**Тема: разработка приложения, визуализирующего работу алгоритма**  
**поиска мостов в графе на языке Java.**

Студент гр. 0383	_____	Подопригора И.П.
Студент гр. 0383	_____	Пенкин М.В.
Студент гр. 0383	_____	Позолотин К.С.
Руководитель	_____	Ефремов М.А.

Санкт-Петербург  
2022

## ЗАДАНИЕ НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ

Студент Подопригора И.П. группы 0383

Студент Пенкин М.В. группы 0383

Студент Позолотин К.С. группы 0383

Тема практики: разработка приложения, визуализирующего работу алгоритма поиска мостов в графе на языке Java.

Задание на практику:

Командная итеративная разработка визуализатора алгоритма(ов) на Java с графическим интерфейсом.

Алгоритм: поиск мостов в графе.

Сроки прохождения практики: 29.06.2020 – 12.07.2020

Дата сдачи отчета: 12.07.2020

Дата защиты отчета: 12.07.2020

Студент		Подопригора И.П.
Студент		Пенкин М.В.
Студент		Позолотин К.С.
Руководитель		Ефремов М.А.

## **АННОТАЦИЯ**

Цель данной практики заключается в изучении языка программирования Java и применении полученных знаний путём создания приложения с графическим интерфейсом, реализующего визуализацию алгоритма поиска мостов в графе и удобное взаимодействие с пользователем.

## **SUMMARY**

The purpose of this practice is to learn the Java programming language and apply the knowledge gained by creating an application with a graphical interface that implements the visualization of the algorithm for finding bridges in a graph and convenient user interaction.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1.	Требования к программе	7
1.1.	Исходные требования к программе	7
1.2.	Диаграмма сценариев использования	8
2.	План разработки и распределение ролей в бригаде	10
2.1.	План разработки	10
2.2.	Распределение ролей в бригаде	10
3.	Реализация приложения	11
3.1.	Интерфейс приложения	11
3.2.	Реализованные классы и методы	12
4.	Тестирование	13
4.1	Тестирование класса Graph	13
4.2	Тестирование класса BridgesFinder	14
	Заключение	15
	Список использованных источников	16
	Приложение А. Исходный код	17

## ВВЕДЕНИЕ

Цель практики: разработать визуализатор алгоритма поиска мостов в графе на языке Java с графическим интерфейсом.

Задачи практики:

1. Изучить новый язык программирования Java и его основные средства.
2. Научиться разработке в команде с использованием системы контроля версий Git.
3. Реализовать выбранный алгоритм на языке Java с визуализацией и графическим интерфейсом.
4. Защитить разработанный проект.

Реализуемый алгоритм:

Алгоритм поиска мостов в графе. Пусть дан неориентированный граф. Мостом называется такое ребро, удаление которого делает граф несвязным (или, точнее, увеличивает число компонент связности). Требуется найти все мосты в заданном графе.

В начале работы алгоритма запустим обход в глубину из произвольной вершины графа; обозначим её через *root*. Заметим следующий факт: пусть мы находимся в обходе в глубину, просматривая сейчас все рёбра из вершины *v*. Тогда, если текущее ребро  $(v, to)$  таково, что из вершины *to* и из любого её потомка в дереве обхода в глубину нет обратного ребра в вершину *v* или какого-либо её предка, то это ребро является мостом. В противном случае оно мостом не является. Теперь осталось научиться проверять этот факт для каждой вершины эффективно. Для этого воспользуемся "временами входа в вершину", вычисляемыми алгоритмом поиска в глубину.

Итак, пусть  $t\_in[v]$  — это время захода поиска в глубину в вершину *v*. Теперь введём массив  $f\_up[v]$ , который и позволит нам отвечать на вышеописанные запросы. Время  $f\_up[v]$  равно минимуму из времени захода в саму вершину  $t\_in[v]$ , времён захода в каждую вершину *p*, являющуюся концом некоторого обратного ребра  $(v, p)$ , а также из всех значений  $f\_up[to]$  для каждой

вершины  $to$ , являющейся непосредственным сыном  $v$  в дереве поиска. Тогда, из вершины  $v$  или её потомка есть обратное ребро в её предка тогда и только тогда, когда найдётся такой сын  $to$ , что  $f_{up}[to] \geq t_{in}[v]$ . Таким образом, если для текущего ребра  $(v, to)$  (принадлежащего дереву поиска) выполняется  $f_{up}[to] > t_{in}[v]$ , то это ребро является мостом; в противном случае оно мостом не является.

# 1. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

## 1.1. Исходные Требования к программе

Программа должна содержать графический интерфейс, понятный для пользователя.

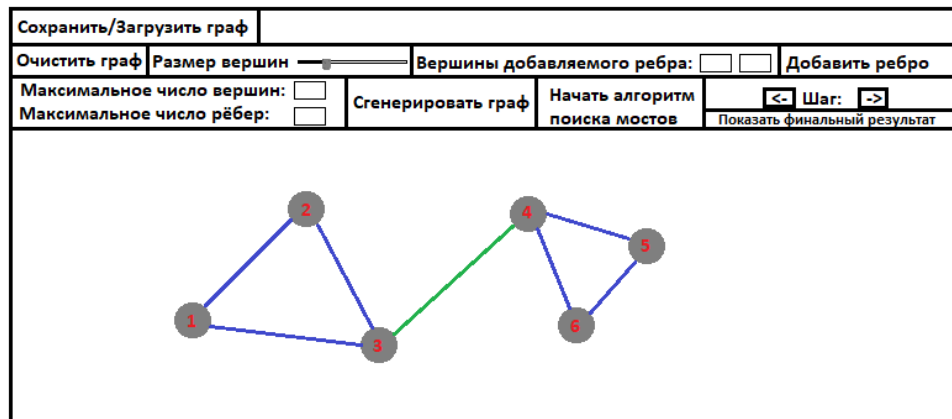


Рис. 1. Эскиз графического интерфейса

Должна быть возможность задавать входные данные через графический интерфейс: добавление вершин в текущий граф по щелчку мыши, и добавление ребра между указанными вершинами по кнопке. Также должно быть реализовано задание графа через файл и с помощью случайной генерации. Результат работы алгоритма на текущем заданном графе должен отображаться по нажатию соответствующей кнопки: рёбра-мосты должны стать обозначенными отличным от изначального цветом (зелёным).

## **1.2. Диаграмма сценариев использования**

На рис. 2. представлена диаграмма сценариев использования, на которой изображены основные возможности по использованию приложения, которые есть у пользователя.

Пользователь может задавать граф через загрузку из файла (меню в левой верхней части интерфейса), задавать вершины через клик по области в нижней части интерфейса, на которой отрисовывается граф, задавать ребра, указав номера вершин, которые необходимо соединить, в двух полях для ввода чисел рядом с кнопкой “добавить ребро”, также в приложении есть возможность сгенерировать случайный граф, за что отвечает кнопка “сгенерировать случайный граф” и два поля для ввода чисел, в которые вносятся максимальное число вершин и ребер генерируемого графа.

Пользователь имеет возможность начать задание нового графа с помощью кнопки “очистить граф” в левой части интерфейса.

Посмотреть найденные в текущем заданном графе рёбра-мосты можно по нажатию кнопки “показать мосты”, после чего ребра-мосты будут обозначены зелёным цветом.



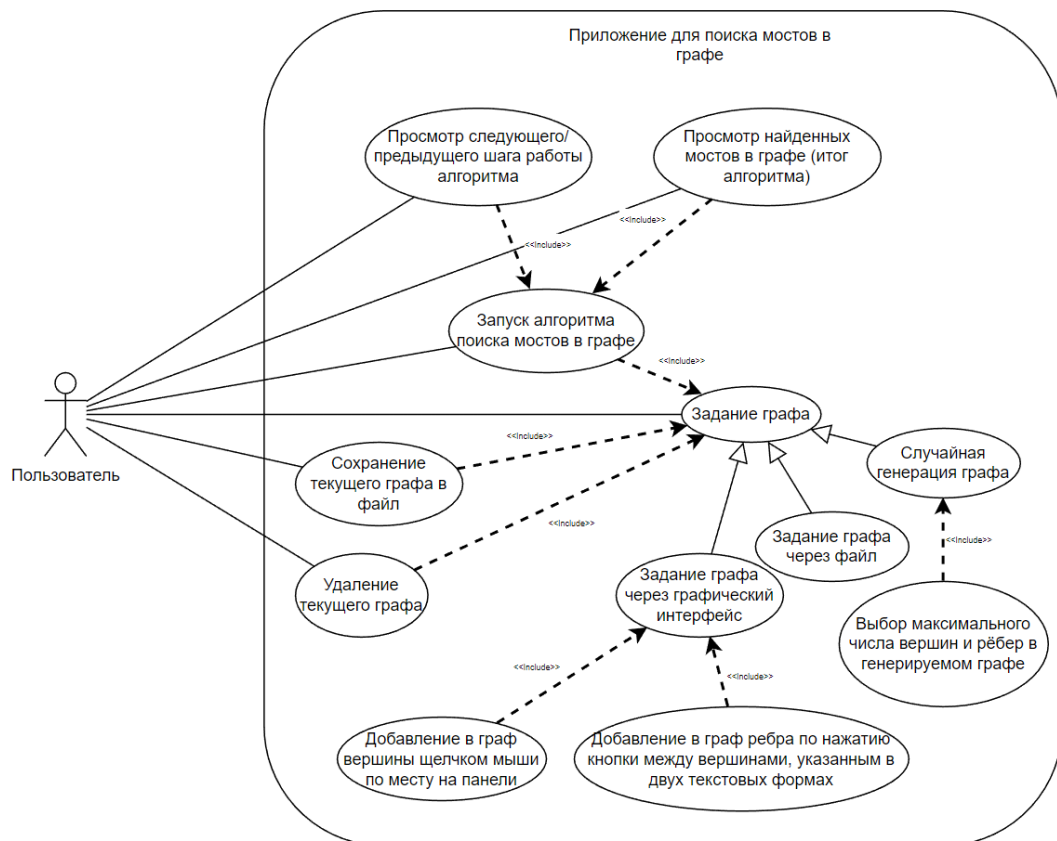


Рис. 2. Диаграмма сценариев использования.

## **2. ПЛАН РАЗРАБОТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ В БРИГАДЕ**

### **2.1. План разработки**

1. Согласование спецификации и плана разработки – **2 июля**;
2. Разработка прототипа приложения с реализованным (возможно неполным) графическим интерфейсом, хотя бы одним способом задать входные данные и с реализованной возможностью увидеть результат работы алгоритма - до **4 июля**;
3. Утверждение первой версии приложения - **4 июля**
4. Создание финальной версии приложения - до **8 июля**.
5. Утверждение финальной версии приложения - **8 июля**.

### **2.2. Распределение ролей в бригаде**

Подопригора И.П. - реализация основных элементов графического интерфейса, его связи с реализуемым алгоритмом и реализация задания входных данных через графический интерфейс.

Пенкин М.В. - реализация алгоритма поиска мостов в графе и его тестирование.

Позолотин К.С. - реализация считывания графа из файла, случайной генерации графа.

### 3. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ

#### 3.1. Интерфейс приложения.

Реализованный графический интерфейс приложения представлен на рис.

3.

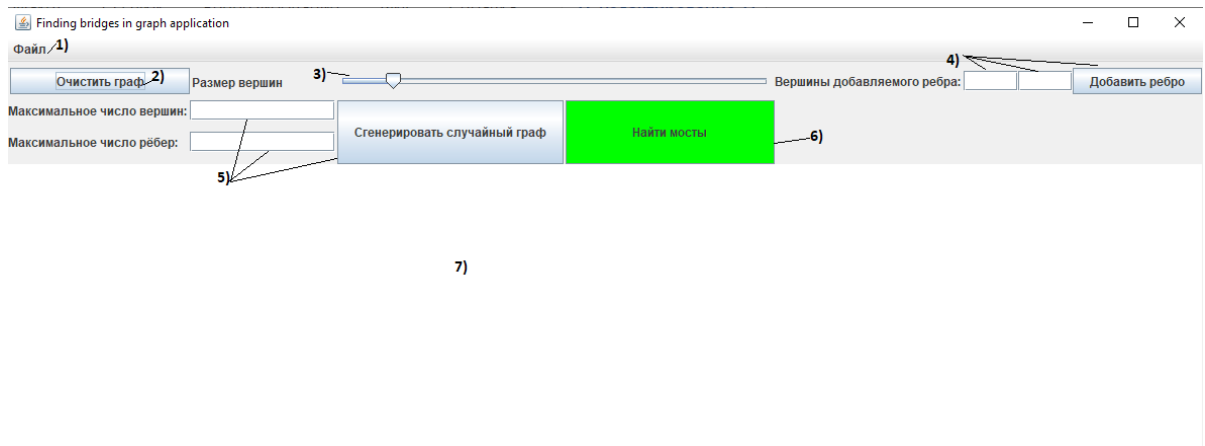


Рис. 3. Элементы графического интерфейса.

- 1) - Меню работы с файлами, содержащее элементы, отвечающие за загрузку графа из файла и сохранение графа в файл.
- 2) Кнопка очистки текущего графа (удаление всех вершин и рёбер).
- 3) Ползунок, отвечающий за размер отображаемых вершин графа.
- 4) Элементы, отвечающие за добавление ребра в граф: кнопка добавления ребра и две текстовые формы, в которые заносятся номера рёбер, которые необходимо соединить ребром.
- 5) Элементы, отвечающие за случайную генерацию графа: кнопка генерации графа и две текстовые формы, в которые заносятся максимальное количество вершин в генерируемом графе и максимальное число рёбер.
- 6) Кнопка, отвечающая за пометку рёбер, являющихся мостами в текущем графе.
- 7) Область, в которой задаётся граф.

### 3.2. Реализованные классы и методы.

Класс Graph содержит информацию о графе в виде списка смежности, вершины в графе имеют номера от 0 до n-1 (n - число вершин). Граф имеет поле для хранения информации о рёбрах - мостах. В методе clear() граф очищается, в методах addVertex() и addEdge(int v1, int v2) происходит добавление вершины и ребра в граф соответственно.

Класс DrawableGraph наследуется от Graph и дополнительно содержит информацию о координатах вершин.

Класс GraphDrawPanel реализует панель, на которой отрисовывается граф. В методе paintComponent(Graphics g) происходит отрисовка графа на панели.

Класс AppFrame содержит элементы графического интерфейса и поле с объектом класса DrawableGraph.

Класс RandomGraphGenerator генерирует случайный граф в методе generate, принимающем в аргументах ссылку на объект графа и информацию об ограничениях на максимальное количество вершин и рёбер, а также границы координат, по которым вершины будут располагаться на поле.

Класс BridgesFinder реализует алгоритм поиска мостов в графе в методе findBridges, принимающем в аргументах объект графа и возвращающем список ребер-мостов в графе.

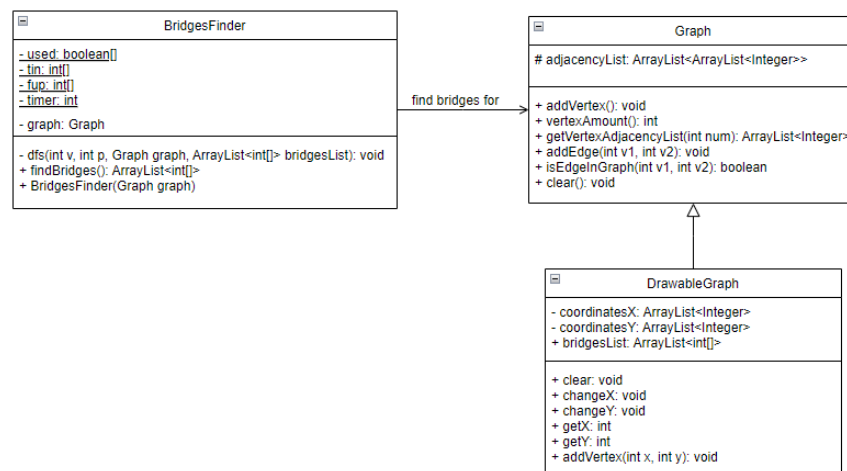


Рис. 4. UML-диаграмма классов, отвечающих за хранение графа и реализацию алгоритма.

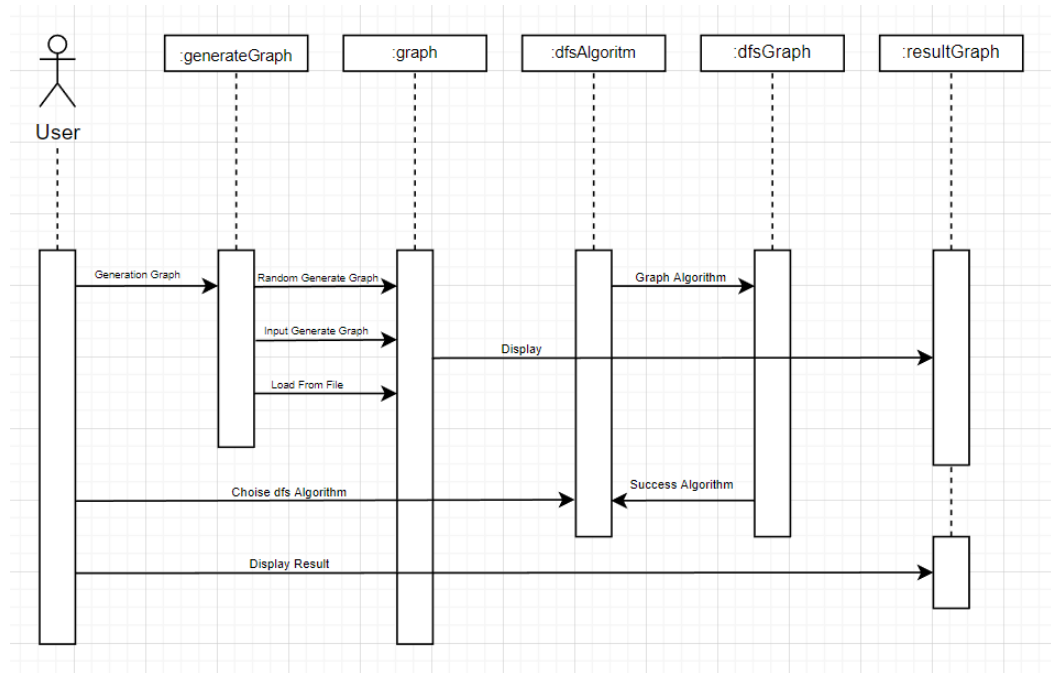


Рис. 5. Диаграмма последовательности.

## 4. ТЕСТИРОВАНИЕ

### 4.1. Тестирование класса Graph.

Для тестирования структуры представления графа был реализован тесткласс GraphTest, который с помощью аннотированных(@Test) методов addVertex(), vertexAmount(), getVertexAdjacencyList(), addEdge() и isEdgeInGraph() проверяет, правильно ли обрабатываются и создаются графы, заданные в методах тестирования.

Результаты тестирования структуры представления графа представлены в таблице 1.

Таблица 1:

Название	Входной граф	Результат	Комментарий
Подсчет количества вершин в графе	Вершина 0	5 вершин	ВЕРНО
	Вершина 1		
	Вершина 2		
	Вершина 3		
	Вершина 4		
Добавление вершин в граф	Вершина 0	2 вершины добавлены в граф	ВЕРНО
	Вершина 1		
Добавление ребер в граф	Вершина 0	Ребро 0-1 добавлено в граф	ВЕРНО
	Вершина 1		
	Ребро 0-1		
Проверка списка смежности в графе	Вершина 0	Список смежности: [[], [], [0,1]]	ВЕРНО
	Вершина 1		
	Вершина 2		
	Ребро 2-0		
	Ребро 2-1		

### 4.2. Тестирование класса BridgesFinder.

Для тестирования работы алгоритма поиска мостов в графе был реализован тест-класс BridgesFinderTest, который с помощью аннотированных(@Test) методов find1Bridges(), find2Bridges() ) соответственно проверяет, корректно ли ищутся мосты в заданном графе, на примере графов с одним и двумя мостами.

Результаты тестирования алгоритма поиска мостов в графе представлены в таблице 2.

Таблица 2:

Название	Входной граф	Результат	Комментарий
Граф с 2 вершинами и ребром между ними	Вершина 0 Вершина 1 Ребро 0-1	Мост 0-1	ВЕРНО
Граф без вершин и без ребер	Ничего	Мост не найден	ВЕРНО
Граф с 2 мостами	Вершина 0 Вершина 1 Вершина 2 Вершина 3 Ребро 0-1 Ребро 2-1	Мост 0-1 Мост 2-1	ВЕРНО

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе данной практики были изучены основы языка Java и была выполнена основная задача практики - реализация приложения с графическим интерфейсом, предназначенного для нахождения рёбер-мостов в заданном графе. Для создания графического интерфейса была использована библиотека swing.

Для совместной работы была использована система контроля версий git, что позволило каждому участнику команды по разработке приложения наиболее быстро работать над своей частью. Реализованное приложение обладает удобным и понятным интерфейсом.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. "Java: The Complete Reference, Twelfth Edition 12th Edition" Herbert Schildt -- справочник по последнему JDK.
2. Документация к JavaFX - FXML. URL: [https://openjfx.io/javadoc/18/javafx.fxml/javafx/fxml/docfiles/introduction\\_to\\_fxml.html](https://openjfx.io/javadoc/18/javafx.fxml/javafx/fxml/docfiles/introduction_to_fxml.html).
3. Документация к Junit. URL: <https://junit.org/junit5/docs/current/userguide/>.
4. "Modern Java in Action" Raoul-Gabriel Urma и др. -- описание некоторых новых возможностей последней Java.
5. Описание алгоритма поиска мостов в графе. URL: [https://e-maxx.ru/algo/bridge\\_searching](https://e-maxx.ru/algo/bridge_searching)

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ИСХОДНЫЙ КОД ПРИЛОЖЕНИЯ**

[https://github.com/PodoprigoraIvan/Bridges\\_in\\_graph\\_Java](https://github.com/PodoprigoraIvan/Bridges_in_graph_Java)