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

ОТЧЕТ

по учебной практике

Тема: Алгоритм Борувки

Студент гр. 8303 _____ Абибулаев Э.Э.

Студент гр. 8303 _____ Рудько Д.Ю.

Студент гр. 8303 _____ Парфентьев Л.М.

Руководитель _____ Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2020

ЗАДАНИЕ

НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ

Студент Абибулаев Э.Э. группы 8303

Студент Рудько Д.Ю. группы 8303

Студент Парфентьев Л.М. группы 8303

Тема практики: Алгоритм Борувки

Задание на практику:

Командная итеративная разработка визуализатора алгоритма на Java с графическим интерфейсом.

Алгоритм: Борувки.

Сроки прохождения практики: 29.06.2020 – 12.07.2020

Дата сдачи отчета: 00.07.2020

Дата защиты отчета: 00.07.2020

Студент гр. 8303	_____	Абибулаев Э.Э.
Студент гр. 8303	_____	Рудько Д.Ю.
Студент гр. 8303	_____	Парфентьев Л.М.
Руководитель	_____	Ефремов М.А.

АННОТАЦИЯ

Целью данной учебной практики является разработка графического приложения визуализации алгоритма Борувки поиска минимального остовного дерева в графе. Приложение пишется на языке Java с использованием фреймворка JavaFX.

Приложение разрабатывается бригадой из трех человек за несколько итераций.

SUMMARY

The purpose of this educational practice is to develop a graphical application for visualizing the Boruvka algorithm for finding the minimum spanning tree in a graph. The application is written in Java using the JavaFX framework.

The application is developed by a team of three people for several iterations.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Требования к программе.....5
1.1. Начальные требования.....5
Диаграмма сценариев использования:.....6
2. План разработки и распределение ролей в команде.....7
2.1. План разработки.....7
2.2. Распределение ролей в бригаде.....7
3. Особенности реализации.....8
3.1. Структура проекта.....8
Диаграммы классов.....9
3.2 Описание алгоритма.....10
3.3 Диаграммы состояний.....11
4. Тестирование.....13
4.1. План тестирования.....13

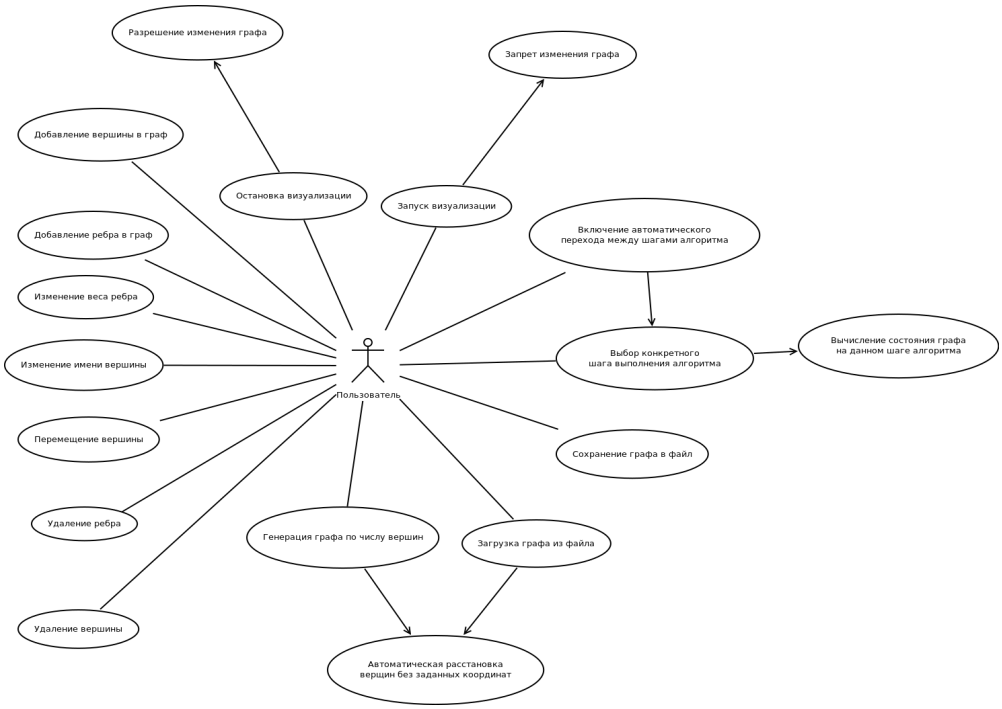
1. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

1.1. Начальные требования

- Программа представляет собой визуализацию алгоритма Борувки нахождения наименьшего остовного дерева.
- Граф, на котором выполняется алгоритм, можно загружать из файла, а также создавать или модифицировать в самой программе.
- Визуализация пошаговая: на каждом шаге может происходить следующее:
    - Выбор очередного ребра;
    - Объединение компонент связности.
- Граф можно загрузить из файла и сохранить в файл.
    - При загрузке у части вершин могут быть указаны координаты. У остальных вершин координаты должны выставляться автоматически.
    - При сохранении графа координаты вершин записываются в файл.
- Перед запуском алгоритма граф можно изменять.
    - У вершин можно менять текст.
    - У ребер можно менять веса.
    - Можно добавлять новые ребра и вершины.
    - Можно удалять ребра и вершины.
- После запуска алгоритма граф становится неизменяемым. При выходе из режима визуализации граф снова становится изменяемым.

- При визуализации алгоритма отображается дополнительная информация.
    - Вершины и рёбра из разных компонент связности раскрашены разными цветами. Цвета выбираются случайным образом при запуске алгоритма.
    - При отображении каждого шага, на котором выбирается новое ребро, это ребро подсвечивается.
    - Не выбранные ребра внутри компонент связности (т.е. такие ребра, которые точно не будут выбраны на последующих шагах), будут отображаться специальным образом (тонкими светлыми линиями).

Диаграмма сценариев использования:



2. ПЛАН РАЗРАБОТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ В КОМАНДЕ

2.1. План разработки

- 2 июля: распределение ролей в бригаде; UML-диаграмма сценариев использования.
- 4 июля: графический интерфейс (не рабочий), проектирование классов программы, проектирование поведения программы.
- 6 июля: случайная генерация входных данных, обычная реализация алгоритма (до конца без промежуточных результатов) с отображением результата, план тестирования.
- 8 июля: прототип визуализации, тестирование, пошаговая реализация алгоритма.
- 10 июля: подготовка итогового “релиза”, завершение отчета.

2.2. Распределение ролей в бригаде

- Абибулаев Э.Э.: разработка визуализации и графического интерфейса.
- Рудько Д.Ю.: реализация алгоритма.
- Парфентьев Л.М.: тестирование и сборка приложения.

3. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

3.1. Структура проекта

- Класс, реализующий граф – `Graph`. Вспомогательные классы `Graph.Edge` и `Graph.Node` представляют рёбра и узлы графа.
- Класс, содержащий реализацию алгоритма – `BoruvkaAlgorithm`. Этот класс получает граф в конструкторе.
- Промежуточные состояния, которые отображаются при визуализации, являются объектами `BoruvkaSnapshot`. Эти объекты содержат всю необходимую информацию, такую как тип шага и состав компонент связности.
- Промежуточные состояния могут соответствовать шагам различного типа. Шаги представлены абстрактным классом `BoruvkaStep`, а также его наследниками.
- Из объекта алгоритма промежуточные состяния запрашиваются как из итератора – методом `next`. Метод `hasNext` проверяет, что остались ещё не отданные состояния.
- Алгоритм может вычислять все состояния сразу (при вызове конструктора или первом вызове `next`), а может вычислять их по мере необходимости,
- Компоненты сзязности, образующиеся при выполнении алгоритма, представлены классом `Group`.
- Класс отображения – `ConcreteGraphView`. Он получает обновления графа через интерфейс `Subscriber`. Отображение отвечает за отрисовку графа и шагов алгоритма на экране. Промежуточные

сосотяния алгоритма отображение получает через метод setSnapshot, вызываемый контроллером.

- Класс контроллера – `GraphViewController`. Он взаимодействует с отображением через интерфейс `GraphView`; он также содержит ссылки на граф и на алгоритм (если он запущен). Контроллер реализует все операции, выполняемые из графического интерфейса над графом или алгоритмом. Также контроллер хранит предыдущие промежуточные состояния алгоритма для навигации.
- Генерация графа выполняется несколькими классами. Они используются остальной частью программы через фасад `GraphGenerationFacade`.
- Ввод-вывод графов выполняется классом `GraphIO`.

Диаграммы классов

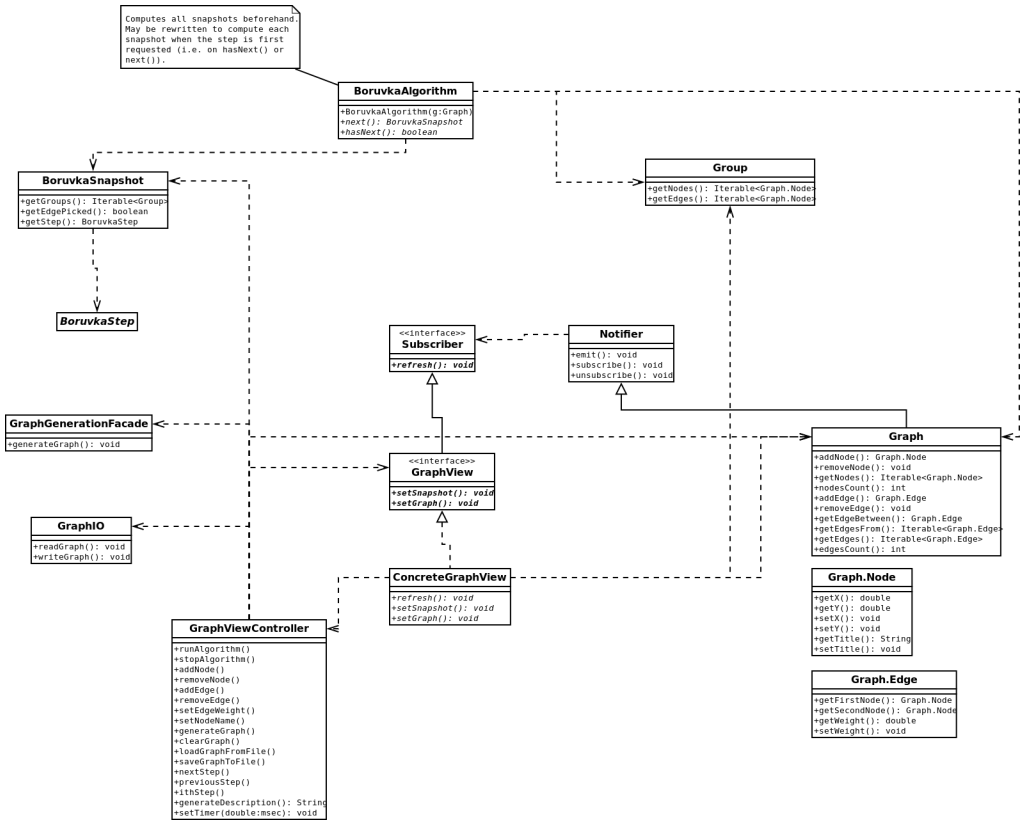


Рисунок 1: Основная диаграмма классов

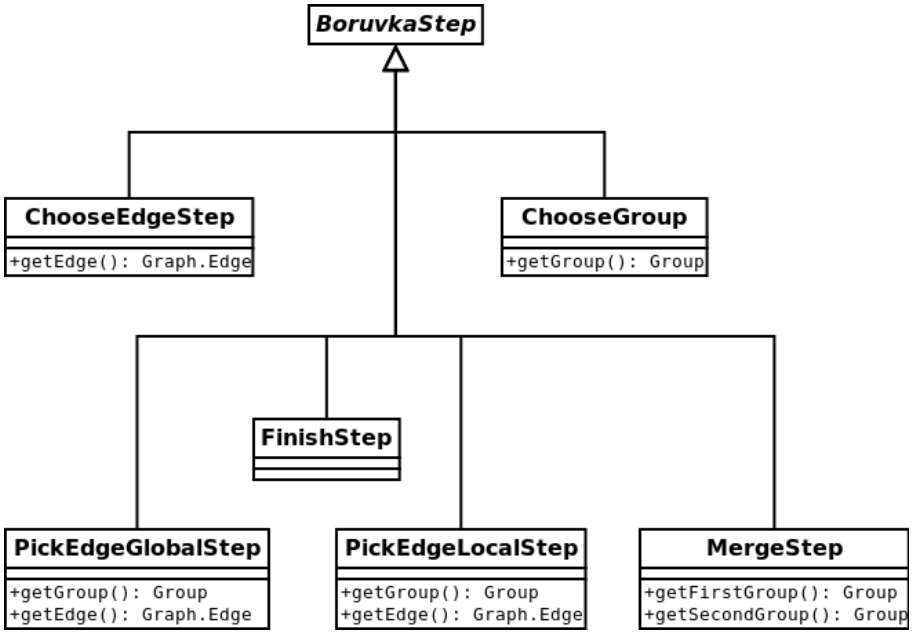


Рисунок 2: Диаграмма классов шагов алгоритма

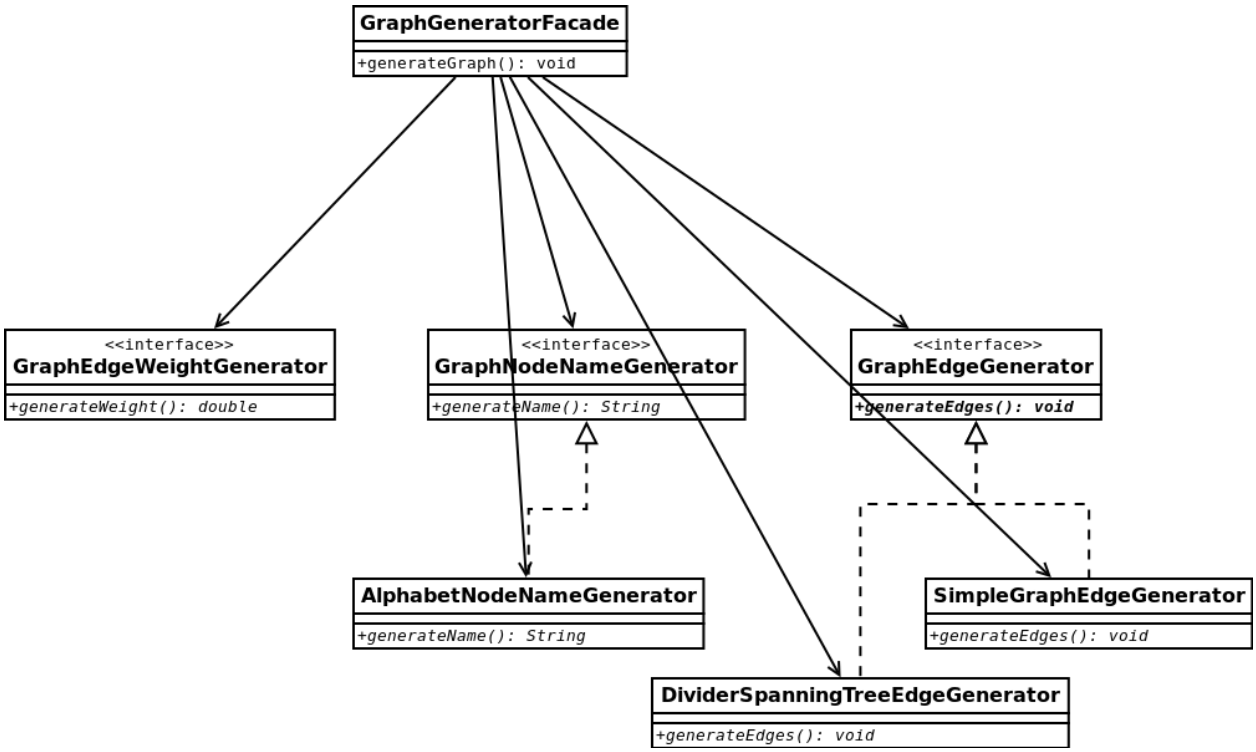


Рисунок 3: Диаграмма классов генерации графов

3.2 Описание алгоритма

Алгоритм Борувки работает следующим образом:

1. Изначально, граф, который в итоге станет минимальным каркасом исходного графа, содержит все его вершины, и не содержит ни одного ребра. Таким образом, каждая вершина составляет отдельную компоненту связности.

2. На каждом шаге, из исходного графа для каждой компоненты связности выбирается самое дешёвое ребро, ведущее в другую компоненту. Затем, эти рёбра добавляются в каркас.

3. Алгоритм завершает работу когда ни для одной компоненты связности не нашлось подходящего ребра.

3.3 Диаграммы состояний

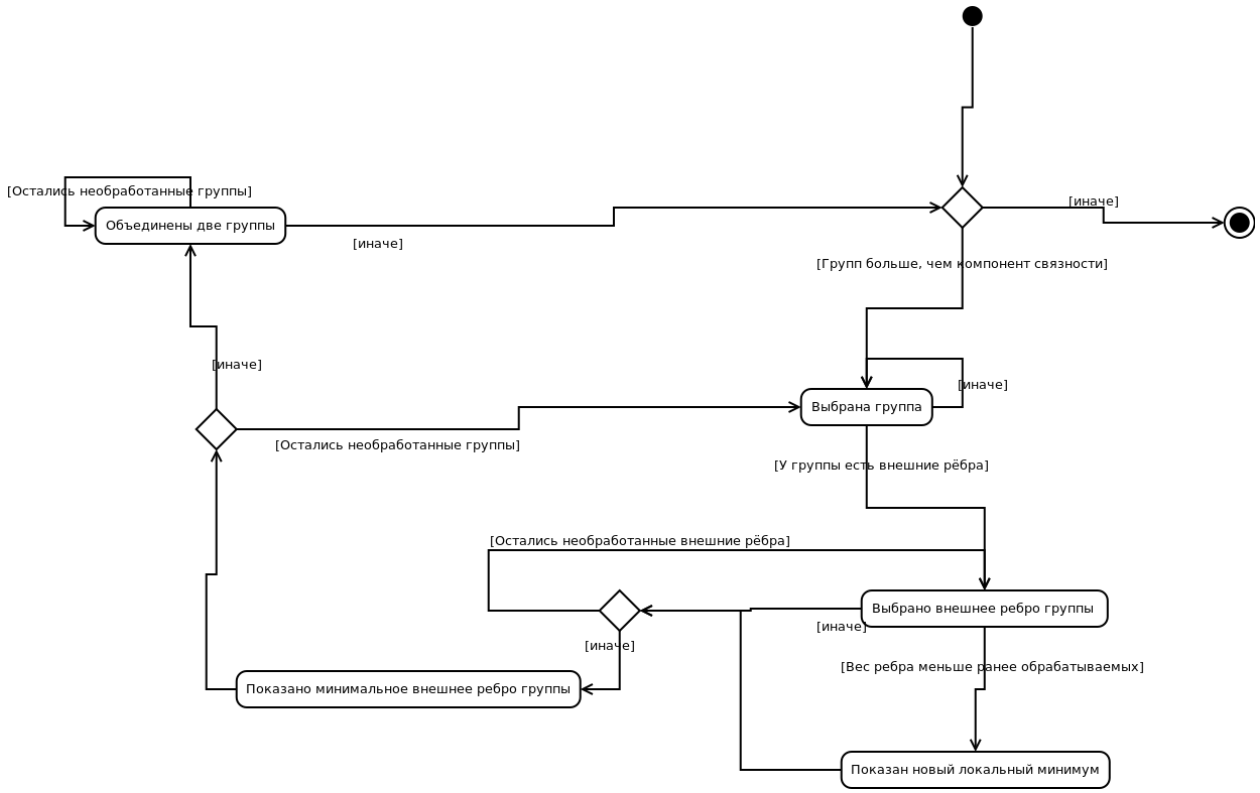


Рисунок 4: Диаграмма состояний визуализации

На рисунке 4 показана диаграмма состояний визуализации алгоритма. Состояния соответствуют подклассам `BoruvkaStep` с рисунка 2.

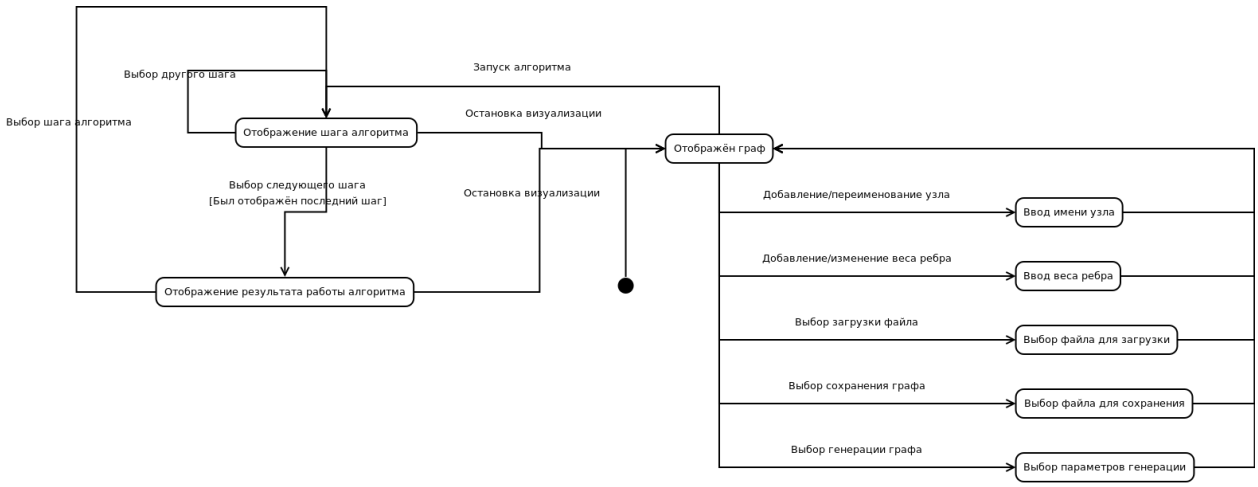


Рисунок 5: Диаграмма состояний пользовательского интерфейса

4. ТЕСТИРОВАНИЕ

4.1. План тестирования

- Тестирование операций графа:
  - Базовый функционал
  - Добавление ребра в несуществующую вершину, запрос рёбер несуществующей вершины и т. п. должны выдавать исключение.
  - Удаление вершины должно вызывать удаление связанных с ней рёбер.
  - При перечислении рёбер через getEdges не должно быть дубликатов
- Тестирование алгоритма:
  - Базовый функционал
  - Корректная обработка неоднозначных ситуаций (два ребра с одинаковым весом: поведение будет явно задано в спецификации)
  - Корректная обработка несвязных графов (требует верного определения условия завершения)

Таблица 1: Запланированные тестовые случаи

Тестируемая функция	Входные данные	Ожидаемый результат
`Graph.addNode`, `Graph.removeNode`	Вершина создаётся и дважды удаляется.	Добавление вершины должно сработать, равно как и первое её удаление. При повторном удалении выбрасывается `NoSuchElementException`.
`Graph.nodesCount`	Создаётся случайное число вершин, несколько удаляются.	`Graph.nodesCount` возвращает число добавленных и не удалённых вершин.
`Graph.getNodes`	Создаётся случайное число вершин, несколько удаляются.	`Graph.getNodes` возвращает каждую добавленную, но не удалённую вершину по одному

		разу
`Graph.addEdge`	Ребро создаётся между парой существующих вершин, между существующей и удалённой, между двумя удалёнными.	Первый случай должен сработать, остальные – вызвать `NoSuchElementException`.
`Graph.removeEdge`	Ребро создаётся между парой существующих вершин, а затем дважды удаляется.	Добавление должно сработать, первое удаление тоже. Второе удаление должно вызвать `NoSuchElementException`.
`Graph.edgesCount`	Создаётся случайное число рёбер, несколько удаляются.	`Graph.edgesCount` возвращает число добавленных, но не удалённых рёбер.
`Graph.getEdges`	Создаётся случайное число рёбер, несколько удаляются.	`Graph.getEdges` возвращает каждое созданное, но не удалённое ребро по одному разу.
`Graph.removeNode`	Создаётся пара вершин и ребро между ними. Затем одна из вершин удаляется.	При удалении вершины ребро также должно быть удалено.
`Graph.getEdgeBetween`	Создаётся пара вершин, между ними добавляется ребро.	Это ребро должно быть получено при вызове `Graph.getEdgeBetween` вне зависимости от порядка, в котором указаны вершины.
`Graph.getEdgeBetween`	Запрашивается ребро между вершинами, между которыми его нет.	Должно быть получено значение `null`.
`Graph.getEdgesFrom`	Создаётся случайный граф, запрашиваются рёбра, идущие из какого-либо узла.	Должны быть получены все рёбра, идущие из вершины (для получения настоящего списка используется `Graph.getEdgeBetween`).
`Graph.DEdge.firstNode`, `Graph.Dedge.secondNode`, `Graph.getEdgeBetween`	Создаётся случайный граф.	Каждое ребро `e` в графе `g` можно получить через `g.getEdgeBetween(e.firstNode(), e.secondNode())` и `g.getEdgeBetween(e.secondNode(), e.firstNode())`
(класс `Boruvka`)	Случайный связный граф.	Результат является каркасом графа: 1. Это дерево (по количеству

		вершин и количеству рёбер в ответе) 2. Это связный граф (из случайной вершины по рёбрам из ответа достижима каждая другая вершина)
(класс `Boruvka`)	Небольшой случайный связный граф.	Результат является минимальным каркасом графа. Для проверки перебираются все подходящие наборы рёбер подходящего размера.
(класс `Boruvka`)	Граф с произвольным числом вершин и без рёбер.	Результатом должно быть пустое множество рёбер.
(класс `Boruvka`)	Случайный несвязный граф, состоящий из известного числа единиц связности известных размеров.	Результат является лесом, содержащим каркас каждой единицы связности.