

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

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

**СОГЛАСОВАНО**

Преподаватель департамента  
программной инженерии факультета  
компьютерных наук

\_\_\_\_\_ Е. Н. Береснева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия», канд.  
техн. наук, профессор ДПИ ФКН

\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ  
ПО ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА**

**Руководство оператора**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.503200-01 34 01-1-ЛУ**

Исполнитель

Студент группы БПИ163

\_\_\_\_\_/ Д.В. Строков /  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

**Москва 2018**

**УТВЕРЖДЕН**

**RU.17701729.503200-01 34 01-1 ЛУ**

**ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПО  
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА**

**Руководство оператора**

**RU.17701729.503200-01 34 01-1**

**Листов 13**

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**Москва 2018**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
1.1. Функциональное назначение .....	3
1.2. Эксплуатационное назначение.....	3
1.3. Состав функций.....	3
2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ .....	4
2.1. Минимальный состав аппаратных средств .....	4
2.2. Минимальный состав программных средств .....	4
2.3. Требования к персоналу (пользователю) .....	4
3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ .....	5
3.1. Запуск программы.....	5
3.2. Загрузка задачи .....	6
3.3. Подготовка к запуску.....	8
3.4. Запуск.....	8
3.5. Загрузка и сохранение решения .....	10
3.6. Завершение работы .....	10
4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ .....	11
Приложение 1 .....	12

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

### 1.1. Функциональное назначение

Функциональным назначением программы является получение входных данных для задачи маршрутизации с ограничением по грузоподъемности и решение данной задачи с использованием метода имитации отжига, а также наглядная визуализация работы данного алгоритма и вывод результатов его работы.

### 1.2. Эксплуатационное назначение

Эксплуатационным назначением программы является её использование для решения задач маршрутизации с ограничением по грузоподъемности, и получения наглядного отображения работы алгоритма имитации отжига. Также программа может пригодиться для практических целей в логистике – для подбора оптимального маршрута доставки грузов.

### 1.3. Состав функций

- Загрузка файла задачи
- Выполнение алгоритма имитации отжига для задачи на заданных параметрах
- Визуализация графика результатов
- Визуализация текущего графа
- Визуализация текущих маршрутов
- Отображение информации о выполнении алгоритма
- Отображение информации о загруженности транспортных средств
- Сохранение и загрузка файла результатов решения задачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ****2.1. Минимальный состав аппаратных средств**

- Наличие экрана с разрешением не менее 640х480;
- Размер оперативной памяти не менее 1 гигабайт;
- Наличие 300 мегабайт свободного пространства на жестком диске;

**2.2. Минимальный состав программных средств**

Операционная система Windows версии 7 и выше

**2.3. Требования к персоналу (пользователю)**

Для работы программы достаточно одного человека. Оператор обязан уметь пользоваться персональным компьютером под управлением Windows.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Запуск программы

В комплект поставки мобильной игры «Отрезки» (далее – программа) включён CD-диск, содержащий техническую документацию, приложение (папка с исполняемым файлом main.exe и исходный код) и презентацию проекта.

Для запуска программы достаточно открыть файл main.exe.

После запуска появится окно программы с элементами интерфейса (рис.1)

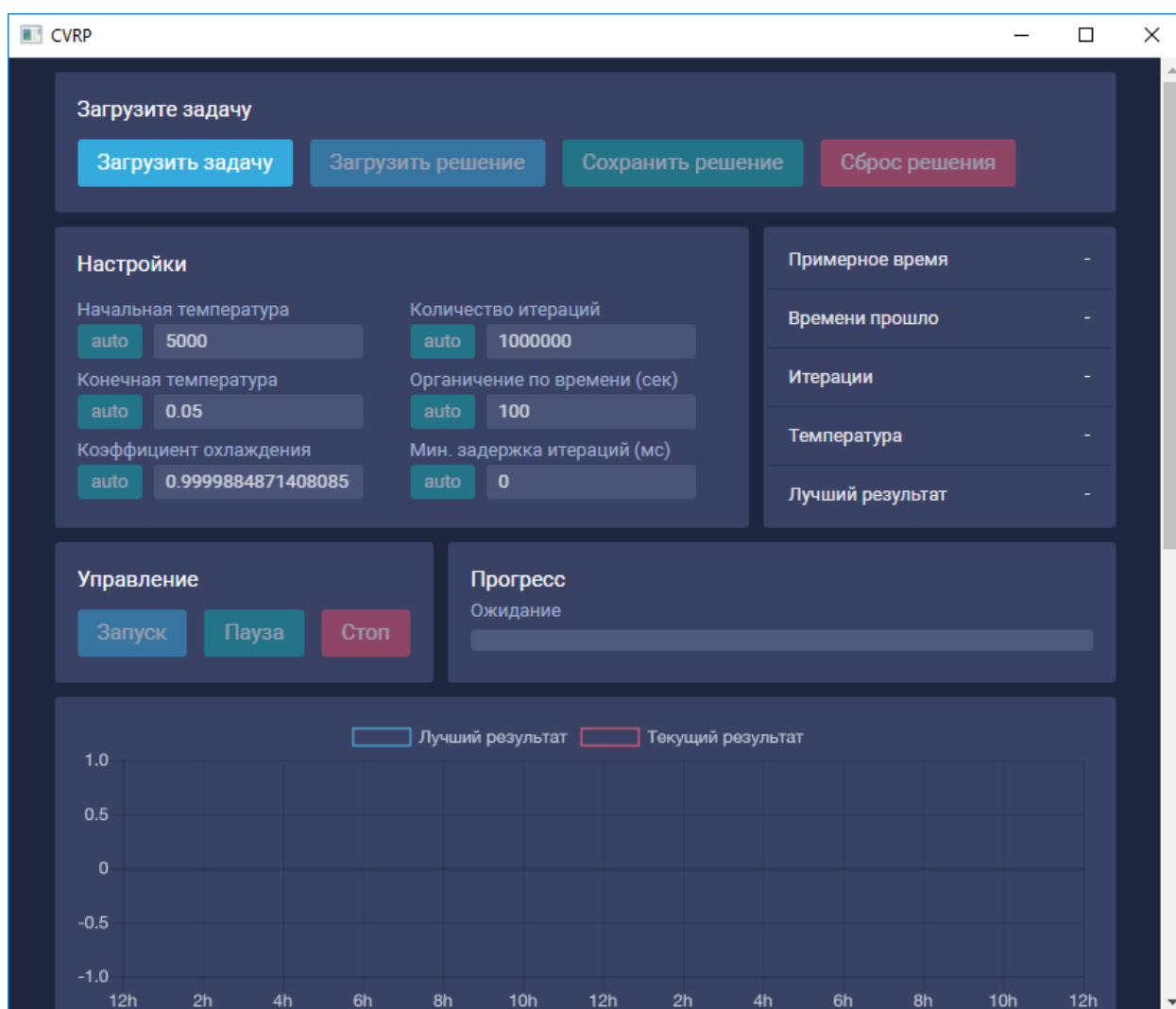


Рис. 1 Окно программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3.2. Загрузка задачи

Чтобы загрузить задачу для решения, необходимо нажать на кнопку “Загрузить задачу” (рис. 1). Появится окно выбора файла (рис. 2). В качестве ознакомительного примера задачи можно загрузить один из файлов в директории samples/input.

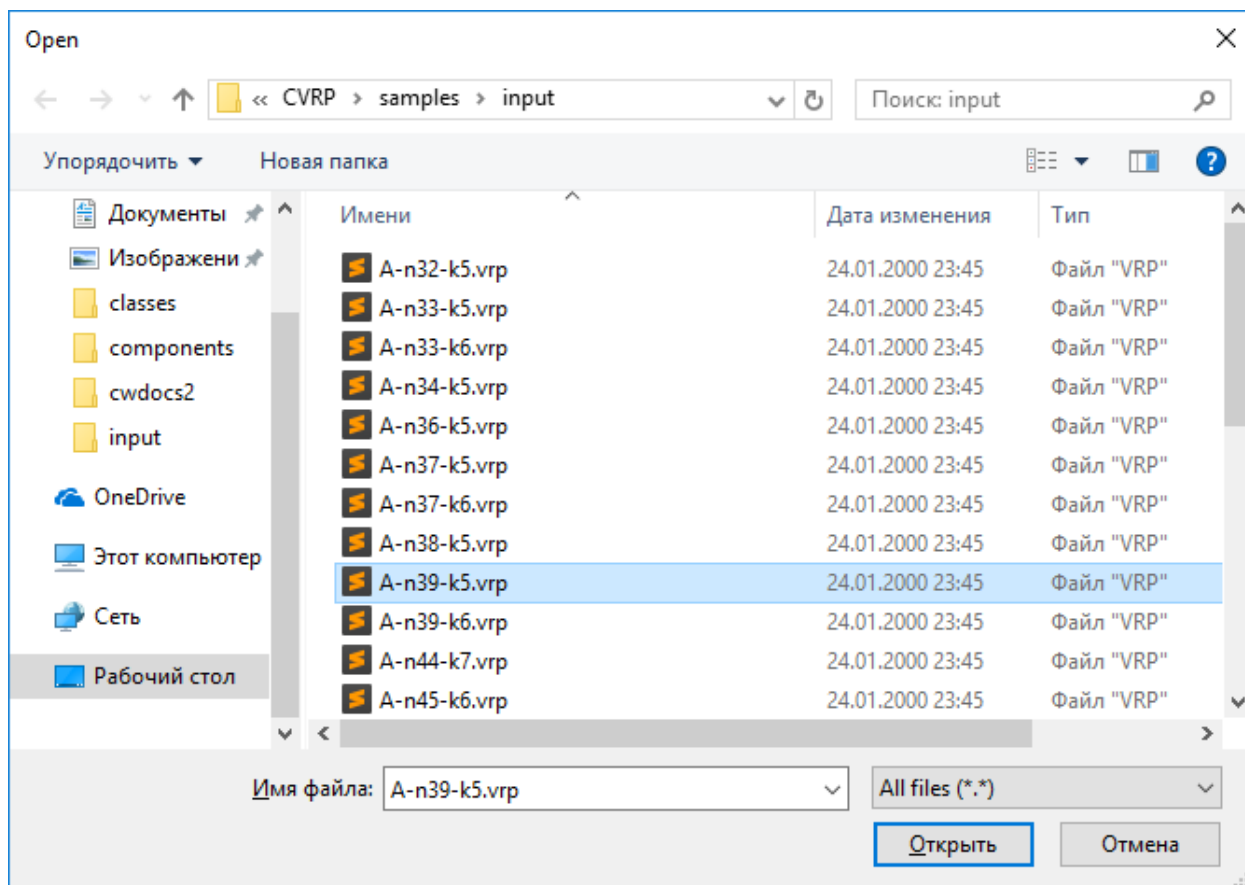


Рис. 2 Выбор файла задачи

В случае выбора корректного файла отобразятся статус загруженной задачи (рис. 3) и вершины графа в нижней части окна программы (рис. 4).

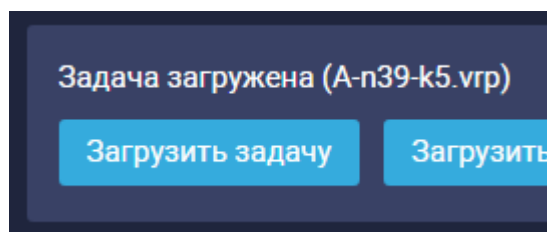


Рис. 3 Загруженная задача

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

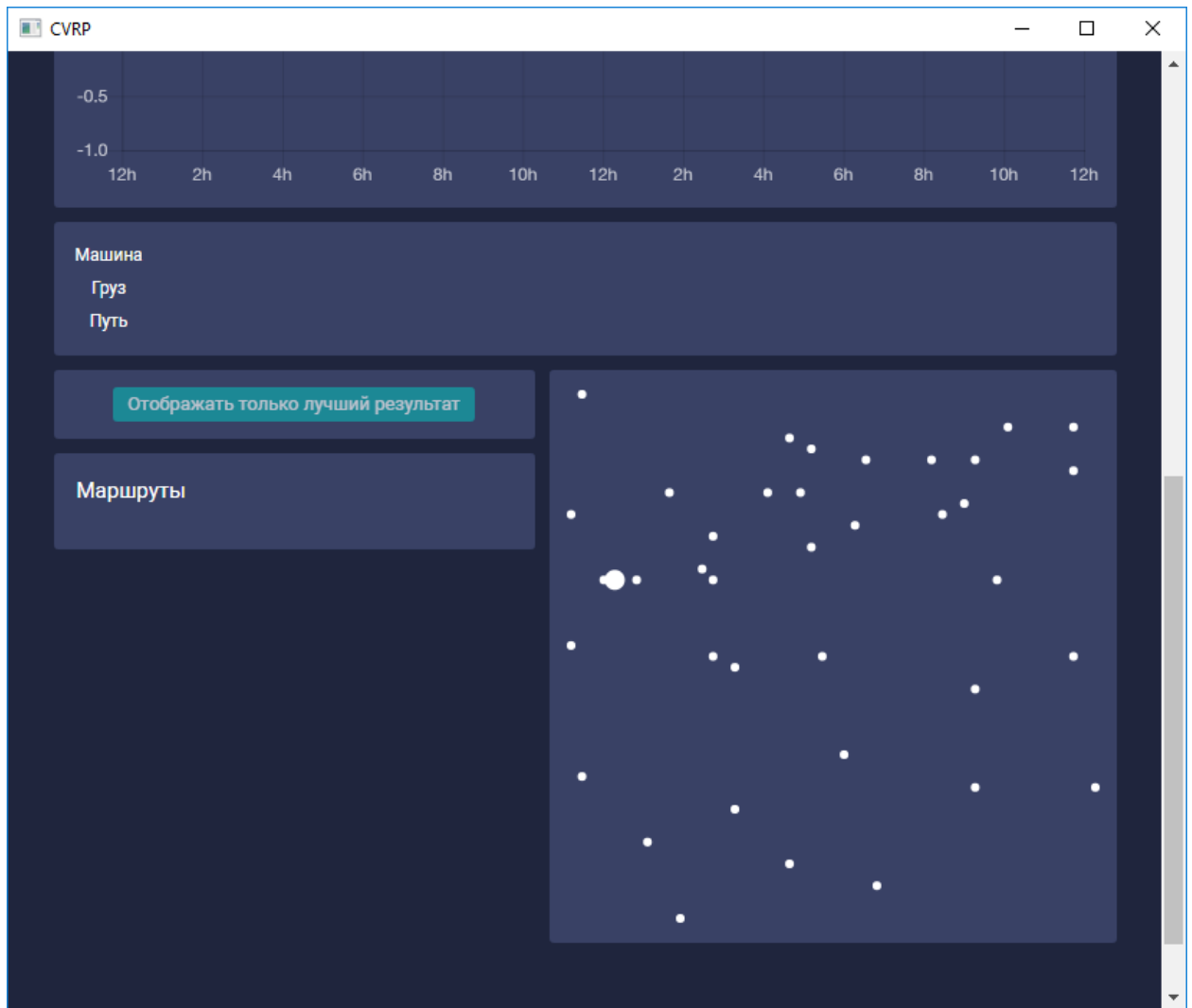


Рис. 4 Вершины графа

В случае указания некорректного файла задачи отобразится статус о некорректном файле задачи (рис. 5).

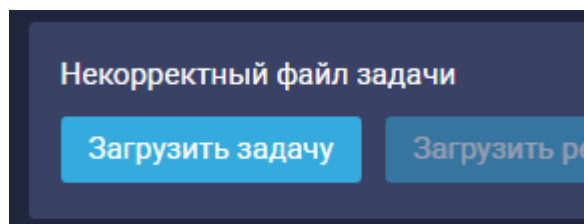


Рис. 5 Некорректный файл задачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



### 3.3. Подготовка к запуску

При загрузке корректной задачи станут активными настройки выполнения алгоритма и будет показано приблизительное время выполнения (рис. 6).

Настройки		Примерное время	
Начальная температура	auto 6714.304895877627	Количество итераций	auto 1000000
Конечная температура	auto 0.05	Ограничение по времени (сек)	auto 100
Коэффициент охлаждения	auto 0.9999881923418489	Мин. задержка итераций (мс)	auto 0
		Примерное время	12с
		Времени прошло	-
		Итерации	-
		Температура	-
		Лучший результат	-

Рис. 6 Настройки запуска и примерное время

Для того чтобы настройка рассчиталась автоматически, необходимо нажать на кнопку “auto” рядом с настройкой (рис. 6).

### 3.4. Запуск

При загрузке корректной задачи активируется управление над выполнением алгоритма, которое позволяет запустить алгоритм, остановить или же поставить на паузу. Также в любой момент можно видеть прогресс выполнения алгоритма. (рис. 7).

Рис. 7 Управление над выполнением алгоритма

Во время и после запуска алгоритма будет виден график лучшего и текущего результата решения задачи по прошедшему времени (рис.8).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Рис. 8 График результата выполнения алгоритма

Также во время и после запуска алгоритма в нижней части окна программы можно наблюдать текущее состояние: выбранные маршруты, их визуализацию, загруженность транспортных средств и их пройденный путь. (рис. 9).

Помимо этого, в любой момент можно включить либо выключить отображение только лучшего результата (рис. 9)

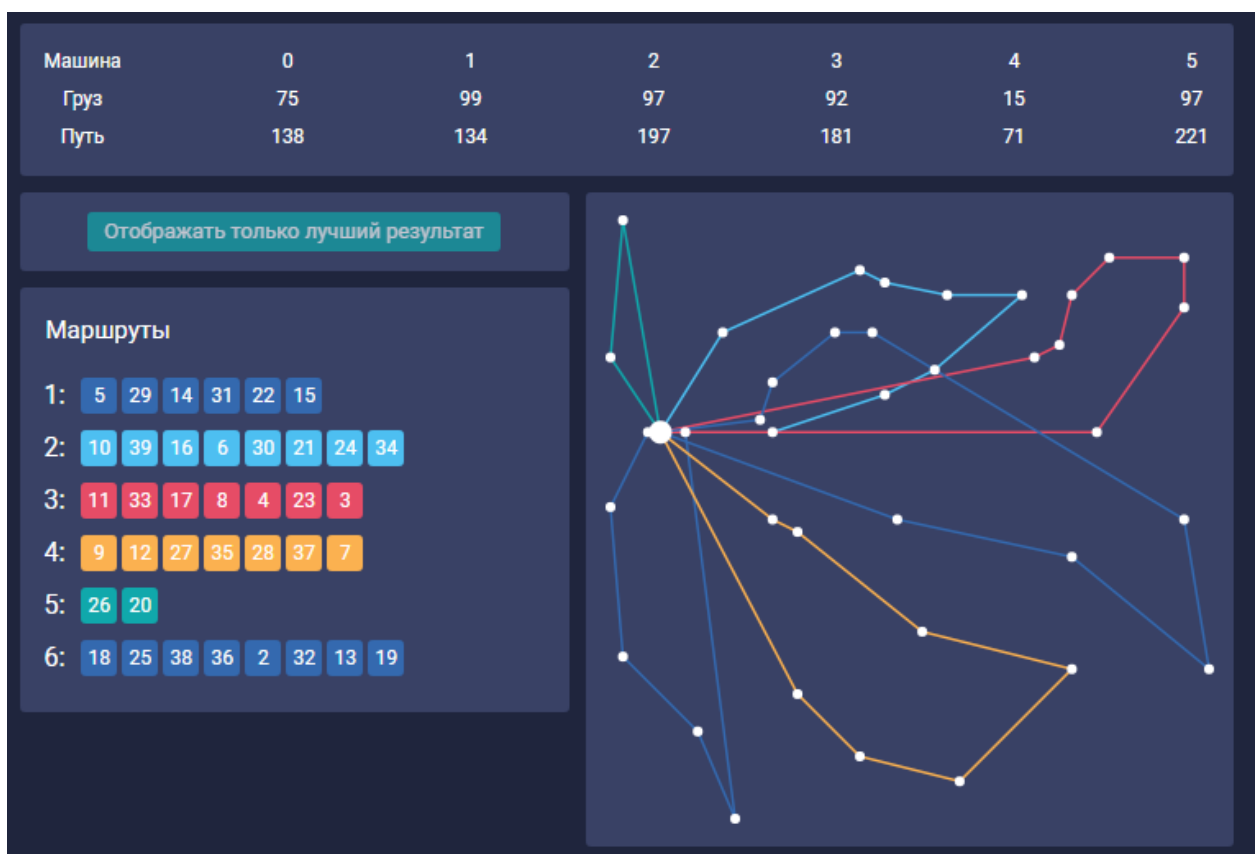


Рис. 9 Текущее состояние выполнения алгоритма

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3.5. Загрузка и сохранение решения

Для загрузки/сохранения/сброса решения следует воспользоваться соответствующими кнопками в верхней части окна программы (рис. 10). При нажатии на кнопки загрузки и сохранения появится окно, аналогичное окну загрузки задачи (рис. 2)

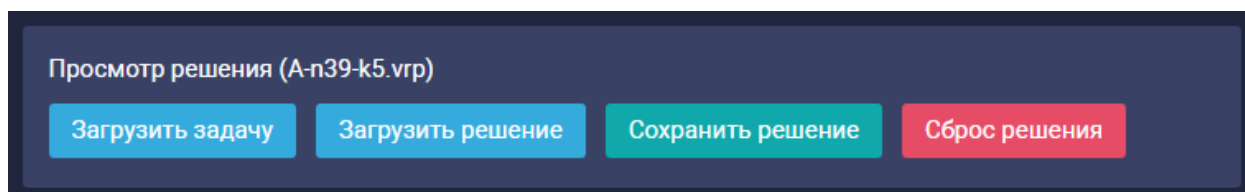


Рис. 10 Управление решением

### 3.6. Завершение работы

Выход из программы осуществляется стандартным способом – по нажатию на крестик в правом верхнем углу интерфейса программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ**

В данном приложении сообщения оператору не предусмотрены.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## Приложение 1

## Список используемой литературы

- 1) ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 2) ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 3) ГОСТ 19.401-78 Текст программы. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 4) ГОСТ 19.505-79 Руководство оператора. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 5) ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 6) ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 7) ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 8) A Simulated Annealing Algorithm for The Capacitated Vehicle Routing Problem H. Harmanani, D. Azar, N. Helal Department of Computer Science & Mathematics Lebanese American University Byblos, 1401 2010, Lebanon; W. Keirouz Department of Computer Science American University of Beirut Beirut, 1107 2020, Lebanon.
- 9) Статья об алгоритме имитации отжига для задачи CVRP, Networking and Emerging Optimization [Электронный ресурс] // URL: <http://neo.lcc.uma.es/vrp/solution-methods/metaheuristics/simulated-annealing/>
- 10) Computer technologies department, ITMO University. Задачи маршрутизации транспорта [Электронный ресурс] // URL: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/vrp-2006>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.503200-01 ТЗ				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата