

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

**ОТЧЕТ**  
**по учебной практике**  
**Тема: Генетические алгоритмы в задаче коммивояжёра с**  
**приоритетами**

Студент гр. 3388

Снигирёв А.А.

Студентка гр. 3388

Титкова С.Д.

Преподаватель

Жангиров Т.Р.

Санкт-Петербург

2025

## **ЗАДАНИЕ НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ**

Студент Снигирёв А.А. группы 3388

Студентка Титкова С.Д. группы 3388

Тема практики: разработка генетического алгоритма для задачи коммивояжёра с приоритетами

Задание на практику:

Командная итеративная разработка генетического алгоритма на C++ с графическим интерфейсом.

Алгоритм: Генетический алгоритм для задачи коммивояжёра с приоритетами.

Сроки прохождения практики: 25.06.2024 – 06.07.2024

Студент	Снигирёв А.А.
---------	---------------

Студентка	Титкова С.Д.
-----------	--------------

Руководитель	Жангиров Т.Р.
--------------	---------------

## **АННОТАЦИЯ**

Цель практики — освоение генетических алгоритмов на примере решения задачи коммивояжёра с приоритетами. В ходе практики изучены ключевые понятия: генотип, популяция, функция приспособленности, отбор, скрещивание и мутация. Реализован генетический алгоритм для поиска оптимального маршрута с учётом приоритетов городов. Дополнительно разработан графический интерфейс для визуализации работы алгоритма.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью учебной практики является изучение генетических алгоритмов как метода эволюционной оптимизации и их применение для решения задачи коммивояжёра с приоритетами.

В ходе практики были поставлены следующие задачи: ознакомление с базовыми понятиями генетических алгоритмов (генотип, популяция, функция приспособленности, отбор, скрещивание, мутация); разработка и реализация генетического алгоритма для задачи коммивояжёра с учётом приоритетов посещаемых городов; создание графического интерфейса для наглядной демонстрации работы алгоритма.

Реализуемый алгоритм основан на принципах естественного отбора: популяция потенциальных решений эволюционирует через последовательность поколений, улучшая свои характеристики. В ходе работы алгоритм оптимизирует маршрут коммивояжёра, минимизируя общую длину пути с учётом заданных приоритетов.

Генетические алгоритмы широко используются для решения NP-трудных задач, включая маршрутизацию, планирование и другие оптимизационные задачи. Реализованный подход может быть адаптирован для более сложных условий, таких как динамически изменяющиеся параметры городов или многокритериальная оптимизация.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

- Программа должна иметь GUI
- Должна быть возможность задать данные из разных источников по выбору пользователя: из файла, ввод через GUI, случайная генерация
- При реализации алгоритмов нельзя использовать библиотеки, решающие задачу напрямую. Генетический алгоритм должен быть реализован вручную. Использовать библиотеки для графического интерфейса/загрузки данных – можно.
- Пользователь должен иметь возможность задавать параметры генетического алгоритма через GUI.
- В приложении должна быть реализована пошаговая демонстрация работы генетического алгоритма. Т.е. должна быть кнопка «следующий шаг» и кнопка «выполнить до конца» (чтобы перейти к конечным результатам). На каждом шаге алгоритма должна быть показано графическое представление наилучшего решения, стоимость этого решения, средняя стоимость поколения.
- В GUI должно быть поле с графиком изменения приспособленности лучший и средней в зависимости от поколения. График должен строиться по ходу выполнения генетического алгоритма.
- После завершения выполнения генетического алгоритма, программа не должна закрываться, а должна быть возможность выполнить его на этих же данных, но с другими параметрами алгоритма, либо загрузить новые данные.
- Плюсом будет реализация следующих функций:
  - На каждом шаге можно выбрать и просмотреть любое решение
  - Возможность просмотра сразу нескольких решений, чтобы их можно было сравнить
  - Возможность вернуться на несколько шагов назад

- Выбор различных модификаций генетических алгоритмов

## 2. ПЛАН РАЗРАБОТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ В БРИГАДЕ

### 2.1. План разработки

Дата	Этап	Выполнено
27.06.25	Формирование бригады, выбор ЯП, распределений ролей в бригаде, выбор задачи.	да
30.06.25	Демонстрация прототипа GUI и плана решения задачи (описание формата данных, используемых функций качества, и т.д.)	
02.07.25	Промежуточная сдача программы. На данном этапе может быть не быть реализован весь функционал, GUI еще не связан с алгоритмом.	
04.07.25	Промежуточная сдача программы. На данном этапе может быть не быть реализован весь функционал, GUI еще не связан с алгоритмом.	
06.07.25	Демонстрация финальной версии программы. Беседа по написанному коду и решаемой задаче.	

### 2.2. Распределение ролей в бригаде

*Снигирёв А.А.:* реализация генетического алгоритма

*Титкова С.Д.:* реализация графического интерфейса, изучение теории и тестирование кода

### 3. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

#### 3.1. Графический интерфейс

Для реализации графического интерфейса используются следующее:

- Qt Framework: используется для создания кроссплатформенного GUI.
- QMainWindow: основной класс окна приложения.
- QGraphicsView/QGraphicsScene: для отображения городов и путей (графическое представление решения).
- QtCharts (QChart, QChartView, QLineSeries): для построения графика приспособленности.
- QFileDialog, QTextEdit, QSpinBox, QDoubleSpinBox, QPushButton, QLabel, QComboBox: для ввода данных, управления и отображения информации.
- QVBoxLayout, QHBoxLayout: для организации компоновки элементов.

**Общая структура:** окно приложения (размер 1400x800 пикселей) разделено на две основные части с помощью горизонтального компоновщика (horizontalLayout):

- Левая часть (1/3 ширины): элементы управления, ввод данных и настройки.
- Правая часть (2/3 ширины): визуализация решений и график

#### *Элементы интерфейса и их расположение*

##### 1. Левая часть: Элементы управления

Расположена слева в вертикальном компоновщике (verticalLayout). Содержит элементы для ввода данных, настройки и управления алгоритмом.

- Кнопки ввода данных (на рисунке 1 обозначено цифрой 1) (в горизонтальном компоновщике buttonLayout):

- *"Загрузить из файла"* (loadFileButton): открывает диалог для выбора текстового файла с данными городов (формат: x,y,приоритет).
- *"Сгенерировать случайно"* (generateRandomButton): запрашивает количество городов и генерирует их случайным образом.
- *"Ввести города"* (inputCitiesButton): считывает данные городов из текстового поля.
- *Расположение:* верхняя часть левого столбца, три кнопки в ряд.
- Текстовое поле (на рисунке 1 обозначено цифрой 2) (textEdit):
  - Поле для ручного ввода координат и приоритетов городов (формат: x,y,приоритет, по одной строке на город).
  - Имеет подсказку: "Введите города (x,y,приоритет) по одному на строку".
  - Минимальная высота: 100 пикселей.
  - *Расположение:* под кнопками ввода данных.
- Группа параметров генетического алгоритма (на рисунке 1 обозначено цифрой 3) (paramsGroup, в компоновщике verticalLayout\_2):
  - *"Размер популяции"* (popSizeSpinBox): числовое поле (10–1000, по умолчанию 100).
  - *"Вероятность мутации"* (mutationRateSpinBox): поле для дробных чисел (0–1, шаг 0.01, по умолчанию 0.01).
  - *"Максимум поколений"* (maxGenSpinBox): числовое поле (100–10000, по умолчанию 1000).
  - *"Применить параметры"* (applyParamsButton): кнопка для применения параметров (пока без функционала).
  - *Расположение:* под текстовым полем, элементы сгруппированы в рамке с заголовком "Параметры генетического алгоритма".
- Возврат назад (на рисунке 1 обозначено цифрой 4) (в горизонтальном компоновщике backLayout):



- *"Вернуться назад"* (backButton): кнопка для возврата на предыдущие шаги (не реализована).
- *Поле шагов* (backStepsSpinBox): указывает количество шагов назад (1–100, по умолчанию 1).
- *Расположение*: под группой параметров, два элемента в ряд.
- *Кнопки управления алгоритмом* (на рисунке 1 обозначено цифрой 4):
  - *"Следующий шаг"* (runStepButton): выполняет один шаг алгоритма, обновляя решение, график и метки.
  - *"Запустить до конца"* (runToEndButton): выполняет алгоритм до максимального числа поколений.
  - *Расположение*: под блоком возврата, каждая кнопка на отдельной строке.
- *Метки информации* (на рисунке 1 обозначено цифрой 5):
  - *Поколение* (generationLabel): показывает номер текущего поколения (например, "Поколение: 0").
  - *Лучшая приспособленность* (bestFitnessLabel): показывает стоимость лучшего решения.
  - *Средняя приспособленность* (avgFitnessLabel): показывает среднюю приспособленность популяции.
  - *Расположение*: под кнопками управления, каждая метка на отдельной строке.
- *Выбор решения* (на рисунке 1 обозначено цифрой 5) (в горизонтальном компоновщике solutionSelectionLayout):
  - *"Выбрать решение"* (solutionComboBox): выпадающий список для выбора отображаемого решения (пока без функционала).
  - *Расположение*: внизу левого столбца.

## 2. Правая часть: Визуализация

Расположена справа в вертикальном компоновщике (verticalLayout\_3) с соотношением высот 2:3 (верхняя часть к нижней).

- Основное окно визуализации (на рисунке 1 обозначено цифрой 3) (graphicsView):
  - Показывает города как красные круги (диаметр 10 пикселей) с метками вида Город N (П: М) (N — номер, М — приоритет).
  - Если есть лучшее решение, рисует путь синими линиями, соединяющими города в порядке посещения, с возвратом в начальный город.
  - Минимальный размер: 400x200 пикселей.
  - *Расположение*: верхняя часть правого столбца, занимает около 40% высоты.
- Окно сравнения (на рисунке 1 обозначено цифрой 7) (в горизонтальном компоновщике compareLayout):
  - *Окно визуализации* (compareGraphicsView): показывает только города (без пути). Предназначено для отображения альтернативного решения. Минимальный размер: 400x200 пикселей.
  - *"Сравнить с"* (compareComboBox): выпадающий список для выбора решения для сравнения (пока без функционала). Максимальная ширина: 150 пикселей.
  - *Расположение*: под основным окном, compareGraphicsView занимает большую часть ширины, а compareComboBox с меткой — узкую правую часть.
- График приспособленности (на рисунке 1 обозначено цифрой 8) (QChartView):
  - Показывает две линии:

- Красная: лучшая приспособленность (стоимость лучшего решения).
- Синяя: средняя приспособленность популяции.
- Оси: горизонтальная — поколения, вертикальная — приспособленность.
- Заголовок: "Динамика приспособленности по поколениям". Легенда включена.
- Минимальный размер: 600х400 пикселей.
- *Расположение:* внизу правого столбца, занимает около 60% ВЫСОТЫ.

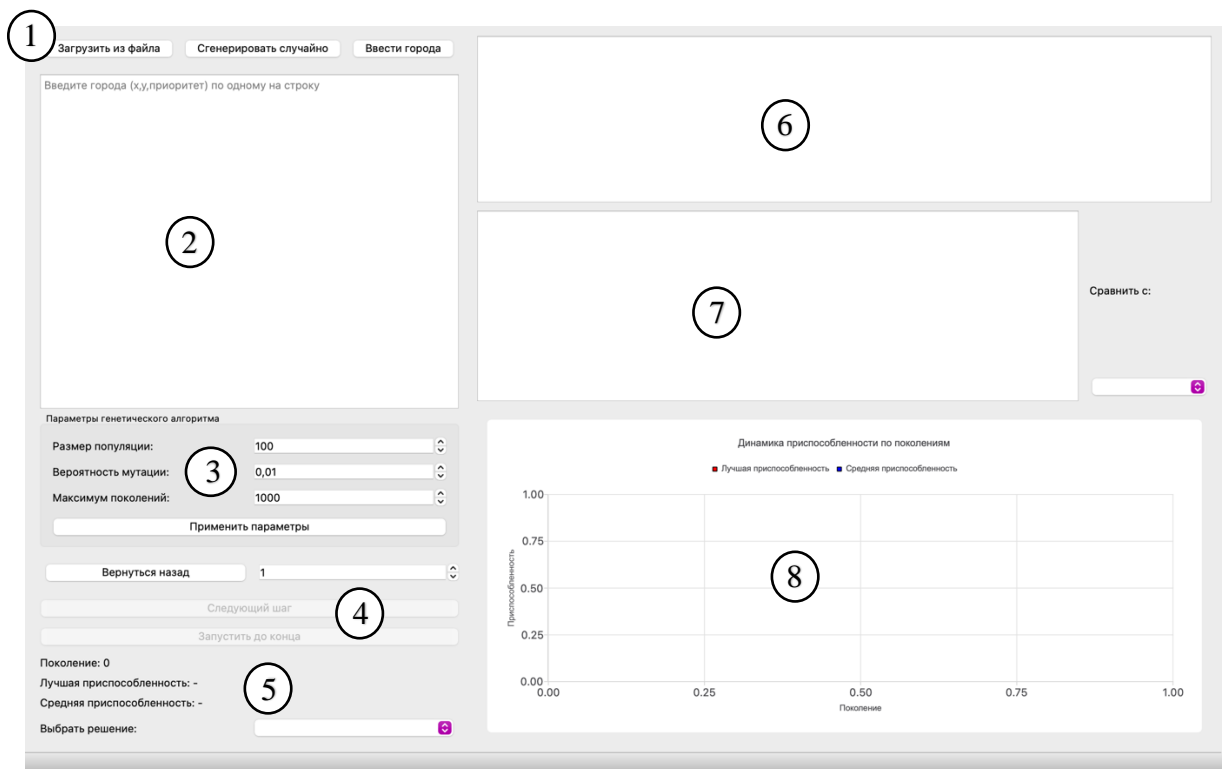


Рисунок 1. Прототип GUI.

## 3.2. Структуры данных

### 1. Структура Town:

- Поля:
  - *int priority*: приоритет города.
  - *string name*: название города.
  - *double x, y*: координаты города (x, y).

2. Вектор `std::vector<Town>`:

- Контейнер для хранения списка объектов типа `Town`.
- Содержит все города, введенные пользователем, и передается в функции для расчёта расстояний и эволюционного алгоритма.

3. Матрица расстояний `std::vector<std::vector<double>>`:

- Двумерный вектор, где элемент `[i][j]` представляет евклидово расстояние между городами `i` и `j`.

4. Словарь приоритетов `std::map<int, std::vector<int>>`:

- Ассоциативный контейнер, где ключ — приоритет, а значение — вектор индексов городов, имеющих этот приоритет.
- Необходим для группировки городов по приоритетам.

5. Популяция `std::vector<std::vector<int>>`:

- Двумерный вектор, где каждый элемент представляет одну особь (хромосому) — последовательность индексов городов, образующих маршрут.
- Создается, как начальная популяция для эволюционного алгоритма. Обновляется в процессе эволюции.

6. Вектор приспособленностей `std::vector<double>`:

- Вектор, содержащий значения приспособленности для каждой особи в популяции.

7. Вектор лучших особей `std::vector<std::vector<int>>`:

- Двумерный вектор, хранящий лучшие особи для каждой итерации эволюционного алгоритма.

8. Вектор лучших приспособленностей `std::vector<double>`:

- Вектор, хранящий значения приспособленности лучших особей для каждой итерации.
- Возвращается как результат работы алгоритма.

### 3.3. Нарботки методов га

В ходе практики необходимо реализовать 3 эволюционных механизма:

- *Отбор*
  - Из всех видов отбор, мы решили остановиться на турнирном, так как он относительно прост в реализации: случайным образом выбирается небольшая группа особей, и из них выбирается лучшая по значению приспособленности. Это требует минимальных вычислений и легко масштабируется.
- *Скращивание*
  - В данном механизме мы остановились на упорядоченном скращивании, так как в задаче коммивояжера важен порядок посещённых городов.
- *Мутации*
  - В реализации алгоритма используется мутация обменом.