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

ОТЧЕТ

по учебной практике

Тема: Генетические алгоритмы и ПСА

Студент гр. 3344 _____ Клюкин А.В.

Студентка гр. 3344 _____ Якимова Ю.А.

Руководитель _____ Жангиров Т.Р.

Санкт-Петербург
2025

ЗАДАНИЕ

НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ

Студент Клюкин А.В., Студентка Якимова Ю.А.
Группа 3344
Тема практики: Генетические алгоритмы и ПСА

Задание на практику:

11)Задача о назначениях

Пусть имеется N работ и N кандидатов на выполнение этих работ, причем назначение j-й работы i-му кандидату требует затрат cij > 0.Необходимо назначить каждому кандидату по работе, чтобы минимизировать суммарные затраты. Причем каждый кандидат может быть назначен на одну работу, а каждая работа может выполняться только одним кандидатом.

Сроки прохождения практики: 25.06.2025 – 07.07.2025

Дата сдачи отчета:

Дата защиты отчета:

Студентка		Якимова Ю.А
Студент		Клюкин А.В.
Руководитель		Жангиров Т.Р.

АННОТАЦИЯ

Практика направлена на изучение и применение генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач. Требуется разработать программу с графическим интерфейсом, которая будет находить оптимальное распределение работ между кандидатами, минимизируя суммарные затраты. Основные этапы включают:

- Реализацию ГА без использования специализированных библиотек.
- Интеграцию GUI для ввода данных различными способами, настройки параметров ГА и визуализации результатов.
- Обеспечение пошагового выполнения алгоритма с отображением лучшего решения, его стоимости и средних показателей поколения.
- Построение графика изменения приспособленности в процессе работы алгоритма.
- Демонстрацию возможности повторного запуска с новыми параметрами и данными.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной практики является изучение принципов работы ГА и применение их для решения задачи на оптимизацию. Разработка программы с графическим интерфейсом для телеметрии и демонстрации пошаговой работы алгоритма для анализа результатов.

Задачи:

- Изучить теоретические основы работы ГА
- Разработать алгоритм, решающий задачу с помощью ГА
- Реализовать графический интерфейс
- Связать графический интерфейс с основным алгоритмом
- Протестировать работу программы на различных входных данных

1. АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1.1. Постановка задачи

Задача заключается в оптимальном разделении N работ между N кандидатами, где каждое значение (i, j) имеет стоимость c[i][j]. Требуется найти такое распределение, что каждый кандидат выполняет ровно одну работу и суммарная стоимость назначений минимальна.

1.2. Представление решения

Кодирование решения - хромосома. Будет представляться в виде массива, длиной N, где индексом элемента является номер кандидата, а значение элемента - номер работы, которую он выполняет.

Функция приспособленности вычисляется как сумма стоимости назначений из данной матрицы. Из хромосомы берется индекс кандидата и номер работы. Чем меньше сумма, тем лучше решение.

Генерация начальной популяции создается случайным образом с проверкой на валидность.

Скрещивание будет реализовано с помощью метода “Упорядоченное скрещивание”. Метод равномерного или k-точечного скрещивания не подходит, тк возможно нарушение валидности хромосомы.

Мутация будет реализована через метод обмена и обращения.

Отбор подчиняется правилу рулетки.

1.3. Структура проекта

Проект разбит на две части - реализация генетического алгоритма и работа с графической составляющей. С точки зрения структуры, будет разделение на несколько модулей. Основные компоненты:

Главный модуль - main.py. Является точкой запуска программы. Инициализирует GUI и управляет запуском ГА.

Модуль генетического алгоритма - genetic_solver.py. Реализация ГА, содержащий методы скрещивания, мутации, отбора.

Модуль управления данными - data_manager.py. Работа со входными

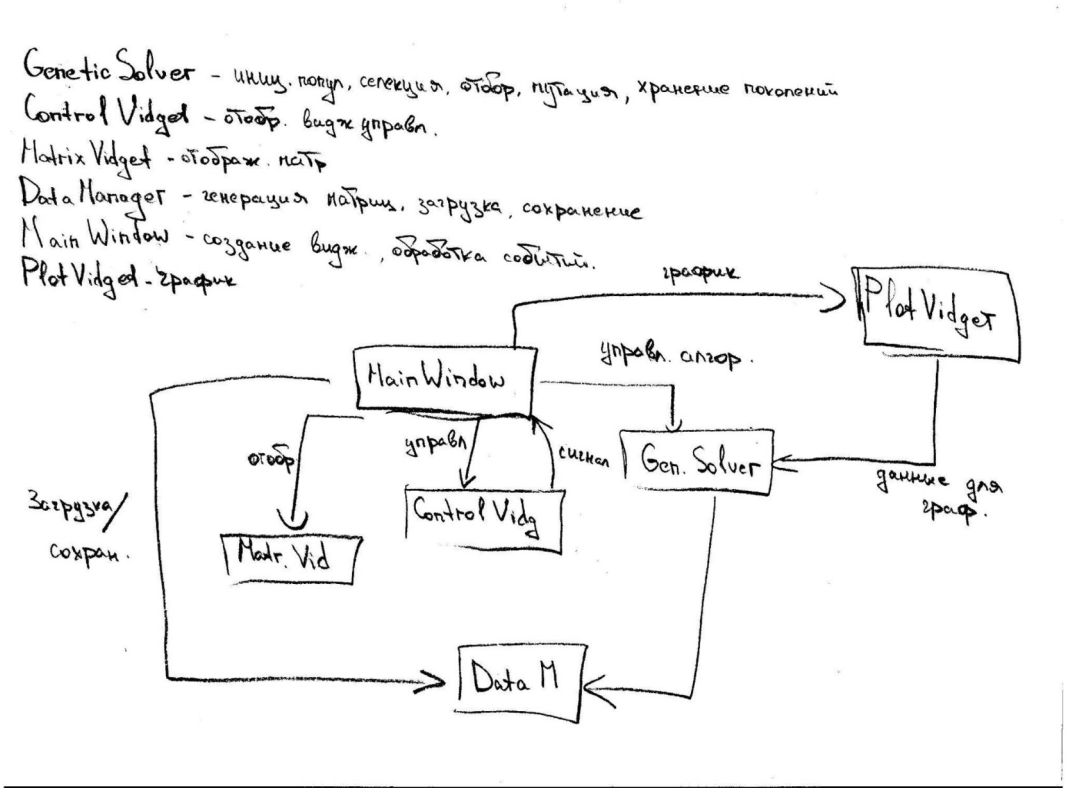
данными, генерацией, хранением для графического представления.

Модули графического интерфейса - matrix_widget, control_widget, plot_widget

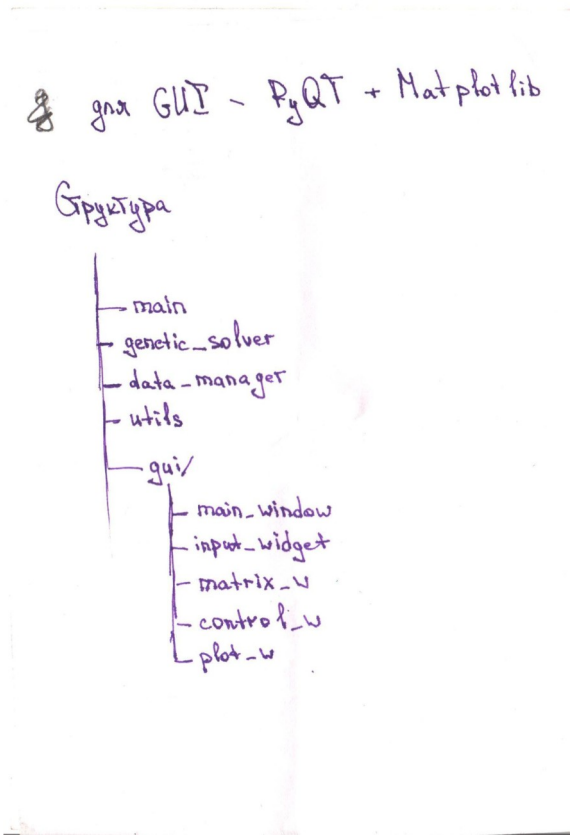
Различные вспомогательные функции - utils.py

Схема взаимодействия модулей

1. Пользователь запускает программу через main.py.
2. main_window.py загружает интерфейс и предоставляет варианты ввода данных (файл, генерация, ручной ввод).
3. data_manager обрабатывает данные и передает матрицу стоимостей в genetic_solver.
4. genetic_solver выполняет алгоритм, обновляя информацию о поколениях.
5. plot_widget и control_widget отображают прогресс и позволяют управлять параметрами.
6. Результаты выводятся в главном окне.



(Рис. 1)



(Рис. 2)

1.4. Прототип GUI

Для создания GUI было решено использовать фреймворк PyQt5. Это решение обусловлено простотой, популярностью фреймворка а также возможностью интеграции MatPlotLib в виджеты.

Для начала будет создано главное окно приложения (main_window). Оно создает другие виджеты и управляет ими, а также обрабатывает основные события.

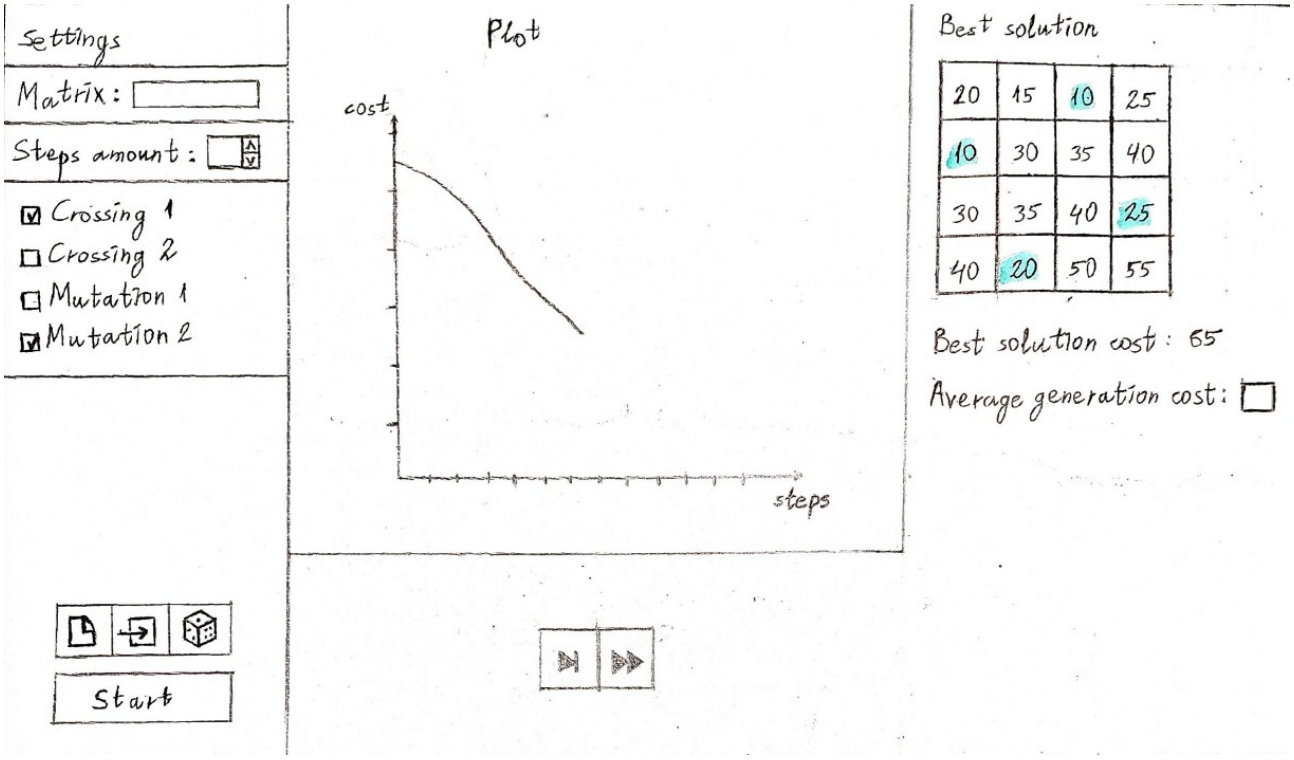
Input_w предоставляет интерфейс для выбора источника входных данных (из файла, ввод через GUI, случайная генерация) и для их ввода/настройки. Обрабатывает ввод пользовательских данных и предоставляет их в структурированном формате.

Matrix_w отображает матрицу затрат.

Plot_w отображает график изменения приспособленности (лучшей и

средней) в зависимости от поколения в процессе работы генетического алгоритма.

Control_w предоставляет элементы управления для управления выполнением генетического алгоритма.



1.5. Порядок реализации, роли и сроки

- Первоначально будут реализованы модуль хранения данных и работа ГА. Параллельно разработан прототип GUI. (02.07)
- Затем ГА будет доработан, а интерфейс связан с данными алгоритма. (04.07)
- Тестирование и демонстрация полного проекта (06.07)

За создание графического интерфейса, взаимодействие с пользователем, визуализацию данных и управление пользовательским вводом отвечает Якимова Ю.А.

За реализацию генетического алгоритма, обработку данных, расчет целевой функции отвечает Клюкин А.В.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ

2.1. Реализация генетического алгоритма

Код состоит из трёх модулей.

- genetic_solver.py — содержит класс GeneticSolver, реализующий генетический алгоритм.
- utils.py — вспомогательные функции для работы с матрицей затрат, сохранения и загрузки состояния алгоритма, а также вывода результатов.
- main.py — основной скрипт для демонстрации работы алгоритма.

Класс GeneticSolver содержит логику генетического алгоритма: инициализацию популяции, отбор, скрещивание, мутацию и управление состоянием. На вход подаются параметры:

- cost_matrix — матрица затрат, где элемент cost_matrix[i][j] представляет стоимость назначения кандидата i на работу j.
- population_size — размер популяции.
- mutation_rate — вероятность мутации особи.
- crossover_rate — вероятность скрещивания родителей.
- max_generations — максимальное количество поколений.
- early_stop — критерий ранней остановки, если улучшение не наблюдается в течение заданного числа поколений.

Содержит следующие методы:

Инициализация популяции (_initialize_population) - создает начальную популяцию случайных перестановок, где каждая перестановка представляет возможное распределение работ.

Расчет приспособленности (_calculate_fitness) - вычисляет стоимость решения как сумму затрат для данного распределения работ.

Отбор (_do_selection) - использует метод рулетки для выбора особей с вероятностью, пропорциональной их приспособленности. Для этого берутся обратные числа от приспособленности, тк нам нужно минимальное. И нормируются по их сумме.

Скрещивание (_ordered_crossover) - реализует упорядоченное скрещивание, создавая потомков на основе частей родительских хромосом. Создаются два потомка.От родителей берется произвольная часть и записывается в потомка. Затем пустые места дополняются оставшимися значениями.

Мутация (_apply_mutation) - применяет два типа мутаций: обмен двух генов и инверсия подпоследовательности.

Сохранение и откат состояния (_save_state, rollback): сохраняет текущее состояние алгоритма (популяцию, выбранных особей, потомков и т.д.) в историю для возможного отката.

Пошаговое выполнение (step, step_clear) - выполняет одну фазу алгоритма (инициализация, отбор, скрещивание или мутация) с подробным выводом информации или без неё, соответственно.

Запуск алгоритма (run) - выполняет алгоритм до достижения критериев остановки.

Вспомогательные функции содержатся в файле utils.py. В их числе:

- Генерация матрицы затрат (generate_cost_matrix)
- Сохранение и загрузка состояния из файла(save_solver_state, load_solver_state)
- Вывод результатов (print_solution, print_cost_matrix)

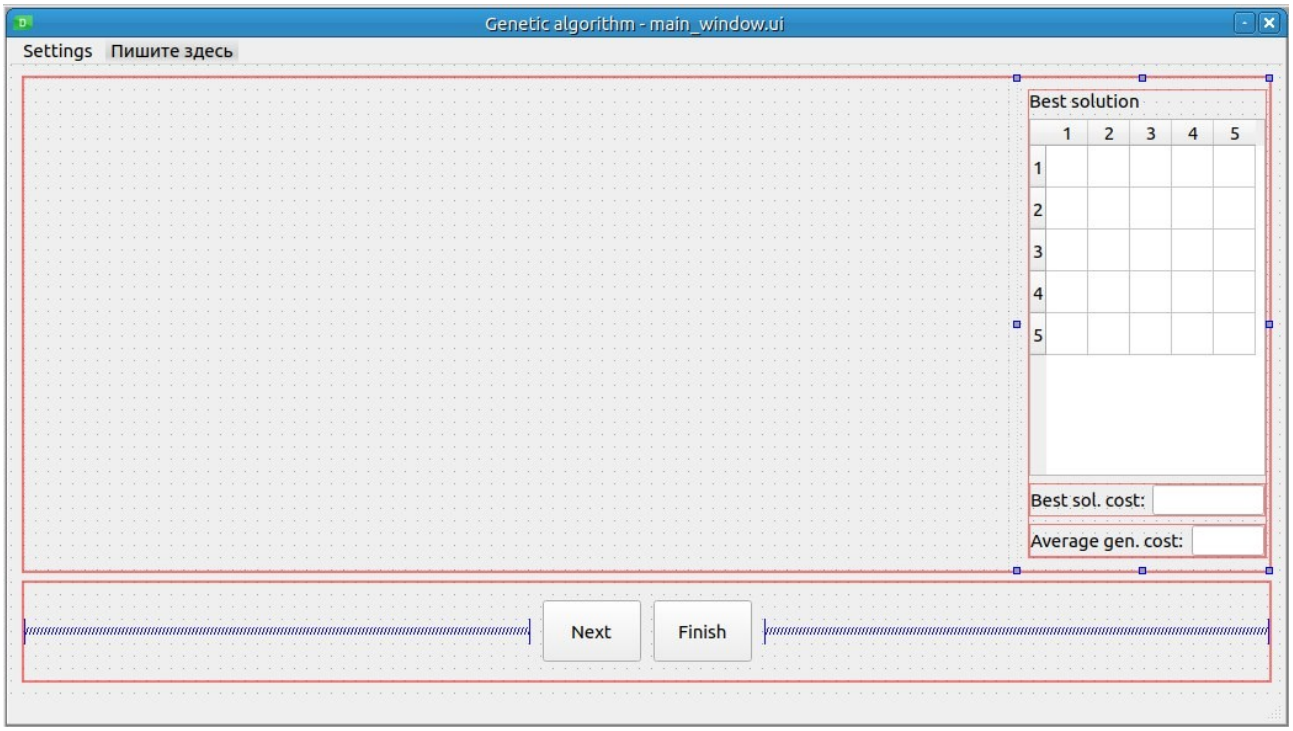
Пример работы - main.py

1. Генерируется матрица затрат размером 5x5.
2. Создается экземпляр GeneticSolver с заданными параметрами
3. Выполняется 5 шагов алгоритма с выводом информации о каждой фазе.
4. Состояние алгоритма сохраняется в файл solver_state.json.
5. Производится откат на 2 шага и вывод текущего состояния.
6. Загружается сохраненное состояние, и алгоритм продолжает работу до завершения.

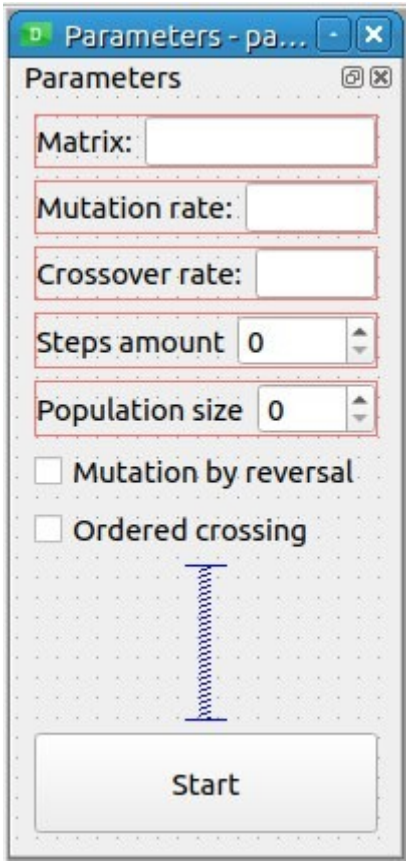
2.2. Реализация GUI (визуальная часть)

Для начала было создано главное окно приложения (main_window.py и main_window_ui.py).

Большую часть окна занимает виджет canvas, в котором будет отображаться Figure, создаваемая в matplotlib. Ниже располагаются кнопки перехода к следующему шагу (поколению) и завершения работы алгоритма. Справа расположен информационный виджет с таблицей лучшего решения (клетки решения будут выделены), ценой лучшего решения и средней ценой поколения.



Для задания пользовательских параметров был создан DockWidget ParametersDock (parameters_dock.py и parameters_dock_ui.py). Этот виджет прикрепляется слева от основного окна.

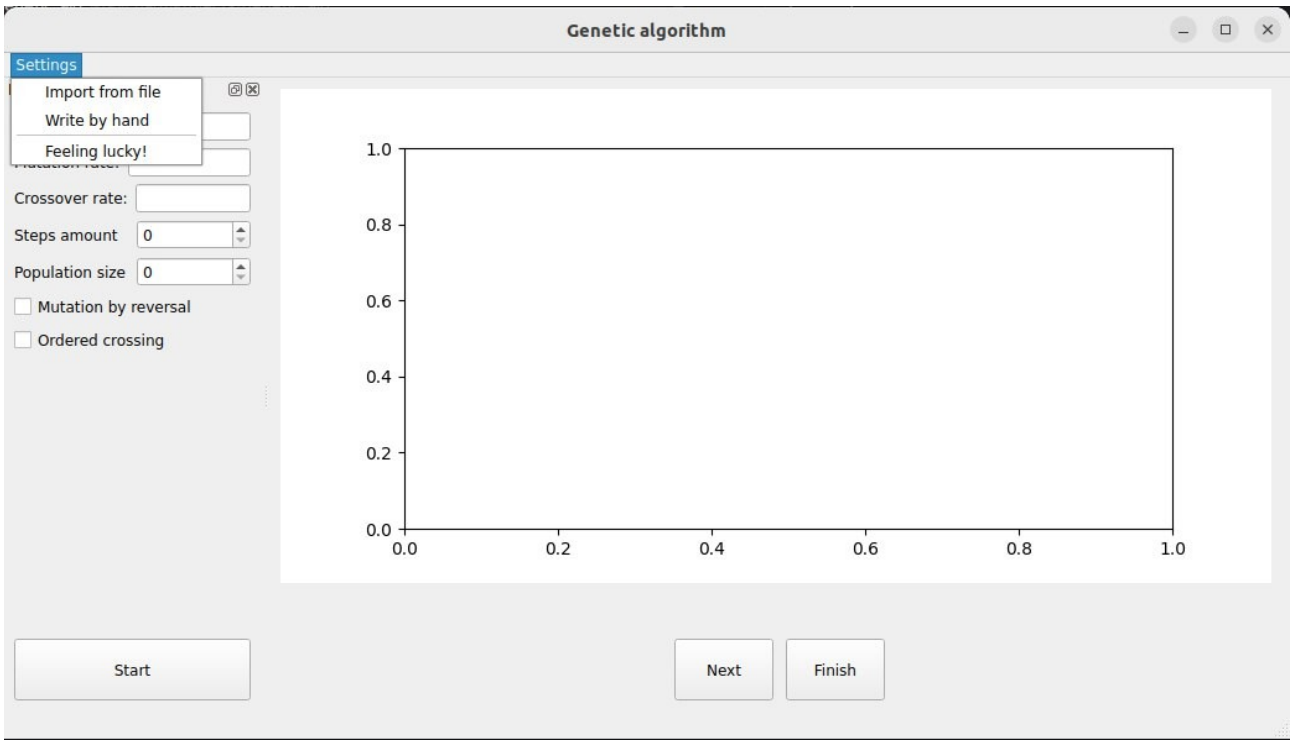


Виджет содержит следующие поля для заполнения:

1. Matrix - входные данные согласно задаче (массив чисел)
2. Mutation rate - уровень мутации (от 0 до 1), дробное число
3. Crossover rate - уровень скрещивания (от 0 до 1), дробное число
4. Steps amount - количество шагов (поколений), целое число
5. Population size - численность популяции, целое число

Также реализовано 2 чекбокса для выбора методов мутации и скрещивания.

При нажатии на Settings можно задать данные из разных источников:



Финальная версия: