

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)  
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ

по учебной практике (Вар. 14)

Тема: Реализация генетических алгоритмов с использованием GUI

Студент гр. 3388

Студент гр. 3388

Преподаватель

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Беннер В.А.

Сабалиров М.З.

Жангиров Т.Р.

Санкт-Петербург  
2025

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>2</b>
1.1	Условие задачи . . . . .	2
1.2	Стек технологий GUI . . . . .	2
1.3	Распределение обязанностей . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Решение задачи</b>	<b>3</b>
2.1	Целевая функция . . . . .	3
2.2	Изменчивость . . . . .	4
2.3	Отбор . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Описание GUI</b>	<b>6</b>

# Глава 1

## Введение

### 1.1 Условие задачи

**Задача.** Дана окружность радиуса  $R$ , необходимо в этой окружности расположить  $K$  квадратов одинаковых размеров, чтобы занимаемая ими площадь была максимальной. Квадраты не должны пересекаться.

Уточним исходный текст:

- $R \in \mathbb{R}_+, K \in \mathbb{N}$ .
- Стороны рассматриваемых квадратов  $h \in \mathbb{R}_+$ .
- Квадраты могут стоять вплотную.

### 1.2 Стек технологий GUI

Для реализации графического интерфейса используются следующие python библиотеки:

1. PyQt6 – отрисовка интерфейса, обработка пользовательского ввода.
2. matplotlib – визуализация шагов решения и построение графиков.

### 1.3 Распределение обязанностей

	Беннер В.А	Сабалиров М.З
GUI	+	
Написание решения		+
Тестирование	+	+

# Глава 2

## Решение задачи

### 2.1 Целевая функция

$\sqsupset R \in \mathbb{R}_+$  – радиус окружности;  
Начало координат находится в центре окружности;  
 $[-R; R] \ni x$  – точка на оси абсцисс.

**Лемма.**

На хорде, перпендикулярной оси абсцисс и проходящей через точку  $(x, 0)$ , поместится ровно  $f(x, h)$  целых отрезков длины  $h \in \mathbb{R}, 0 < h < \sqrt{2}R$ .

$$f(x, h) = \lfloor \frac{2 \cdot \sqrt{R^2 - x^2}}{h} \rfloor$$

$\sqsupset \frac{\sqrt{4R^2 - h^2}}{2} \leq r \leq R$

$\rho$  – разбиение отрезка  $[-r, R]$  с шагом  $h$

**Лемма.**

На отрезке  $\rho \ni [x_0, x_1]$  оси абсцисс в окружность поместится ровно  $g(x_0, x_1, h)$  квадратов со стороной  $h$ .

$$g(x_0, x_1, h) = \begin{cases} f(x_0, h), & R - |x_0| \leq R - |x_1| \\ f(x_1, h), & R - |x_0| > R - |x_1| \end{cases}$$

$\sqsupset K \in \mathbb{N}$  – необходимое количество квадратов;

**Определение.** Нижним псевдо-интегралом Дарбу назовем:

$$M_*(h, \rho) = \sum_{[x_0, x_1] \in \rho} g(x_0, x_1, h)$$

**Определение.** Целевой функцией назовем:

$$M(h, \rho) = \begin{cases} h^2 K, & M_*(h, \rho) \geq K \\ 0, & M_*(h, \rho) < K \end{cases}$$

Заметим, что ген  $\rho$  представим в виде вещественного числа (первая точка разбиения). Таким образом, представители популяции являются носителями двух вещественнозначных генов. Задача сводится к максимизации целевой функции при заданных условиях.

## 2.2 Изменчивость

□ Ген  $t$  у особи  $p$  мутирует с некоторой вероятностью  $P_m$

**Определение.** Значение  $t$  после мутации  $t^*$  определяется, как нормальная случайная величина с средним  $t$  и стандартным отклонением  $\sigma$ , ограниченная допустимыми значениями гена

□ Особь  $p$  становится родителем с некоторой вероятностью  $P_c$

**Определение.** □ Выбраны два родителя  $p_1, p_2; \alpha \geq 0$ , тогда интервалы допустимых значений генов для их потомков определяются следующим образом:

$$T_t = [\max\{t_{\min}, p_{1_t} - \alpha(p_{2_t} - p_{1_t})\}; \min\{t_{\max}, p_{2_t} + \alpha(p_{2_t} - p_{1_t})\}]$$

**Определение.** Потомок определяется, как  $p(p_1, p_2) := (h \in T_h(p_1, p_2), \rho \in T_\rho(p_1, p_2))$  (гены выбираются случайно).

**Алгоритм.** □ Есть список особей из популяции, которые становятся родителями, тогда родители попарно скрещиваются, и из каждой пары в популяцию добавляется  $s \in \mathbb{N}$  потомков.

## 2.3 Отбор

□  $N$  – размер популяции в каждом новом поколении.

После скрещивания и мутаций особи ранжируются по значению целевой функции. В новое поколение проходит  $N^* = \lfloor nN \rfloor (0 \leq n \leq 1)$  лучших особей. Далее происходит турнирный отбор  $N - N^*$  особей (по  $m \in \mathbb{N}$  представителей в раунде).  $N$  отобранных особей выживают, остальные погибают.

Начальная популяция формируется из комбинаций  $\lfloor \sqrt{N} \rfloor$  равномерно распределенных значений  $h$  и  $\rho$ , итого  $\approx N$  особей в популяции, недостающие особи выбираются

случайными допустимыми значениями генов.

Смена поколений происходит следующим образом: скрещивание  $\rightarrow$  мутация  $\rightarrow$  отбор. Алгоритм совершает  $D \in \mathbb{N}$  итераций ( $D$  поколений), но если на протяжении  $E \in \mathbb{N}$  поколений наилучшее значение целевой функции изменяется не более чем на  $\varepsilon > 0$ , то алгоритм досрочно завершает свою работу.

## Глава 3

# Описание GUI