

# Методы оптимизации, Лабораторная работа №4

Кирилл Кадомцев

Май 2025

## Содержание

<b>1</b>	<b>Описание</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Тестирование</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Результаты тестирования</b>	<b>3</b>
3.1	В зависимости от параметра $\alpha$ (коэффициент остывания) . .	3
3.2	В зависимости от <i>start_t</i> . . . . .	3
3.3	В зависимости от <i>final_t</i> . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Метаоптимизация</b>	<b>4</b>

## 1 Описание

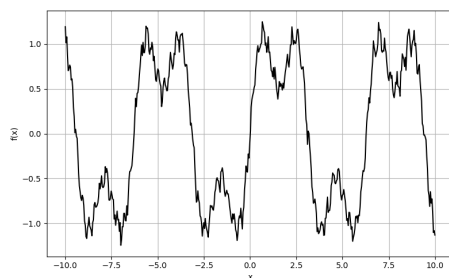
Был реализован метод симуляции отжига с возможностью выбора различных гиперпараметров

## 2 Тестирование

В первую очередь, для тестирования были выбраны зашумлённые функции, на которых методы из предыдущих лабораторных банально не смогли вычислить результат, в то время как метод симуляции отжига должен быть устойчив:

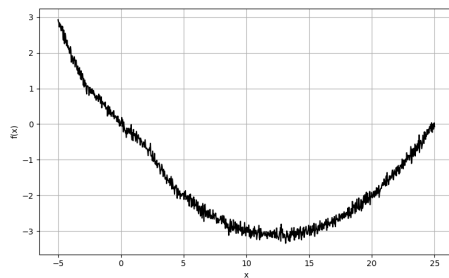
**Периодическая зашумлённая функция:**

$$f(x) = \sin(x) + 0.5 \cdot \sin(3x) + \text{Noise}(x), \text{ где } \text{Noise}(x) = 0.1 \cdot \sin(20x) + 0.05 \cdot \mathcal{N}(0, 1)$$



**Непериодическая зашумлённая функция:**

$$f(x) = 0.02x^2 - 0.5x + \underbrace{0.3 \cdot e^{-0.5(x-2)^2} - 0.4 \cdot e^{-0.3(x+3)^2}}_{\text{локальные "бугры"}} + \underbrace{0.1 \cdot \mathcal{N}(0, 1)}_{\text{шум}}$$



Также, некоторые другие функции, использовавшиеся для тестирования:

- Параболоид:  $f(x, y) = x^2 + y^2$
- Функция Розенброка:  $f(x, y) = (1 - x)^2 + 100 \cdot (y - x^2)^2$
- Квадратичная форма (min3m2):  $f(x, y) = (x - 3)^2 + (y + 2)^2$
- Квадратичная форма (min2m1):  $f(x, y) = x + y$
- Функция Химмельблау:  $f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$

### 3 Результаты тестирования

Важно отметить, что тестирования производилось с ограничением в 100000 итераций

#### 3.1 В зависимости от параметра $\alpha$ (коэффициент остывания)

Alpha	Best $x$	Function Value
0.5	[-2075.733258386746]	-1.143854
0.9	[-580.2988103253542]	-1.073550
0.99	[1255.971884522375]	-1.092126

Таблица 1: noisy\_periodic (start  $t=1000$ , final  $t=0.001$ )

Alpha	Best $x$	Function Value
0.5	[12.76986017115421]	-3.027205295394961
0.9	[13.000829261723327]	-3.1884971716494124
0.99	[11.54719088183137]	-2.931912130302153

Таблица 2: noisy\_nonperiodic (start  $t=1000$ , final  $t=0.001$ )

В итоге лучшим значением оказалось среднее. В первом случае, скорость остывания была слишком быстрой и функция "застряла во втором - слишком медленной и упёрлась в количество итераций.

#### 3.2 В зависимости от $start\_t$

Start $t$	Best $x$	Function Value
100	[24.44007420608933]	-1.175309
1000	[-580.2988103253542]	-1.073550

Таблица 3: noisy\_periodic ( $\alpha = 0.9$ , final  $t = 0.001$ )

Start $t$	Best $x$	Function Value
100	[12.774633155205372]	-3.177636
1000	[13.000829261723327]	-3.188497

Таблица 4: noisy\_nonperiodic ( $\alpha = 0.9$ , final  $t = 0.001$ )

### 3.3 В зависимости от $final\_t$

Final $t$	Best $x$	Function Value
1e-3	[-580.2988103253542]	-1.073550
1e-5	[-220.62114482011734]	-1.043032

Таблица 5: noisy\_periodic ( $\alpha = 0.9$ ,  $start\_t = 1000$ )

Final $t$	Best $x$	Function Value
1e-3	[13.000829261723327]	-3.188497
1e-5	[12.488401777145537]	-3.113249

Таблица 6: noisy\_nonperiodic ( $\alpha = 0.9$ ,  $start\_t = 1000$ )

Результат ухудшился - алгоритм застревал в локальных минимумах при слишком медленном замораживании

## 4 Метаоптимизация

Метод отжига был применён для оптимизации размера батча для предыдущей лабораторной. При ограничении итераций для линейной регрессии в 100 закономерно выдавался результат 1, данный тест ничего особо не показывает. В то время как при 1000 оптимальным оказался размер батча в 35.