



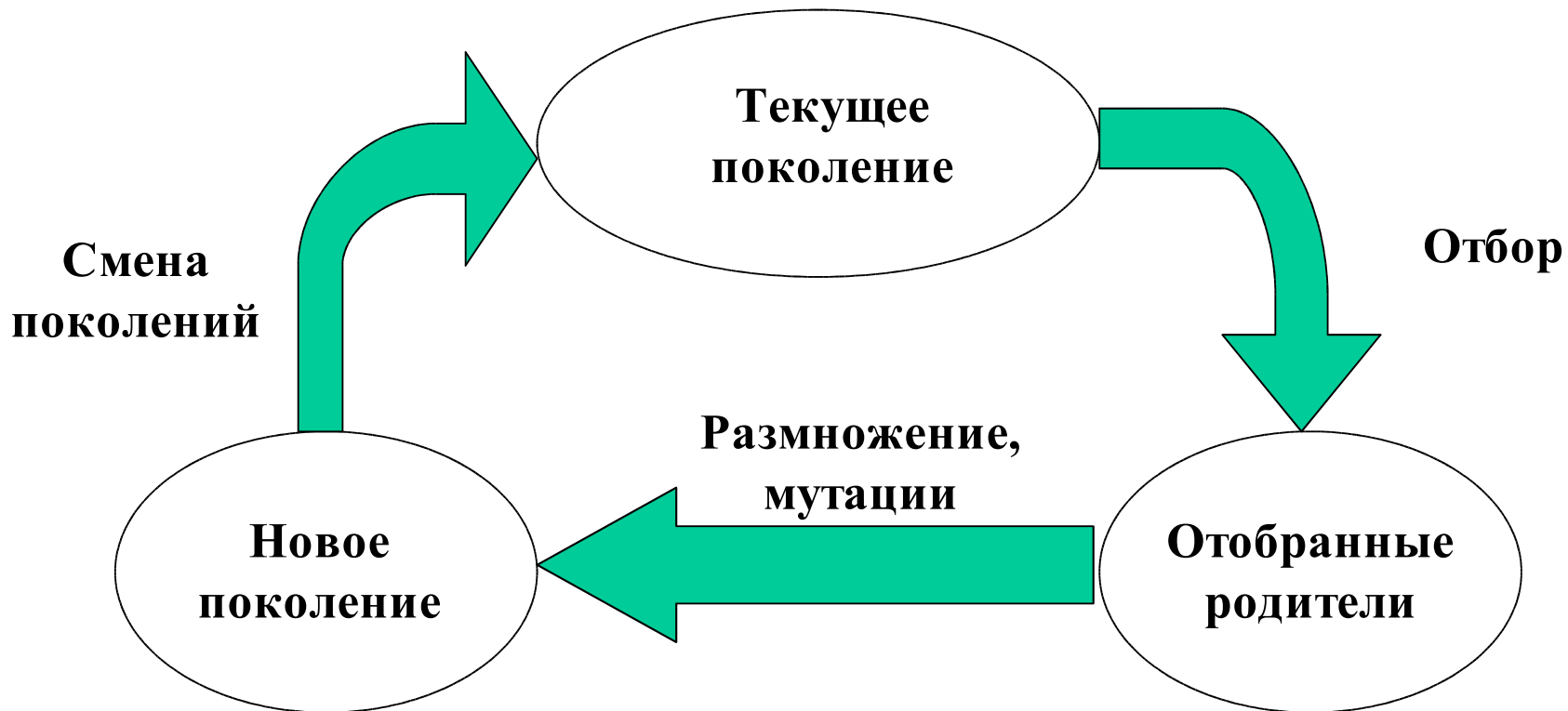
# **Эволюционные алгоритмы. Некоторые приёмы**

*Лашин С.А.*

Институт Цитологии и Генетики СО РАН



# Введение





## Способы представления (кодирования) данных в хромосомах

- 1) Бинарное кодирование
- 4) Коды Грея
- 7) Вещественное кодирования



Код Грея	Двоично-десятичный код	Десятичное значение сдвига	Вещественное значение координаты
0000	0000	0	$a_i$
0001	0001	1	$a_i+1(b_i-a_i)/15$
0011	0010	2	$a_i+2(b_i-a_i)/15$
0010	0011	3	$a_i+3(b_i-a_i)/15$
0110	0100	4	$a_i+4(b_i-a_i)/15$
0111	0101	5	$a_i+5(b_i-a_i)/15$
0101	0110	6	$a_i+6(b_i-a_i)/15$
0100	0111	7	$a_i+7(b_i-a_i)/15$
1100	1000	8	$a_i+8(b_i-a_i)/15$
1101	1001	9	$a_i+9(b_i-a_i)/15$
1111	1010	10	$a_i+10(b_i-a_i)/15$
1110	1011	11	$a_i+11(b_i-a_i)/15$
1010	1100	12	$a_i+12(b_i-a_i)/15$
1011	1101	13	$a_i+13(b_i-a_i)/15$
1001	1110	14	$a_i+14(b_i-a_i)/15$
1000	1111	15	$a_i+15(b_i-a_i)/15$



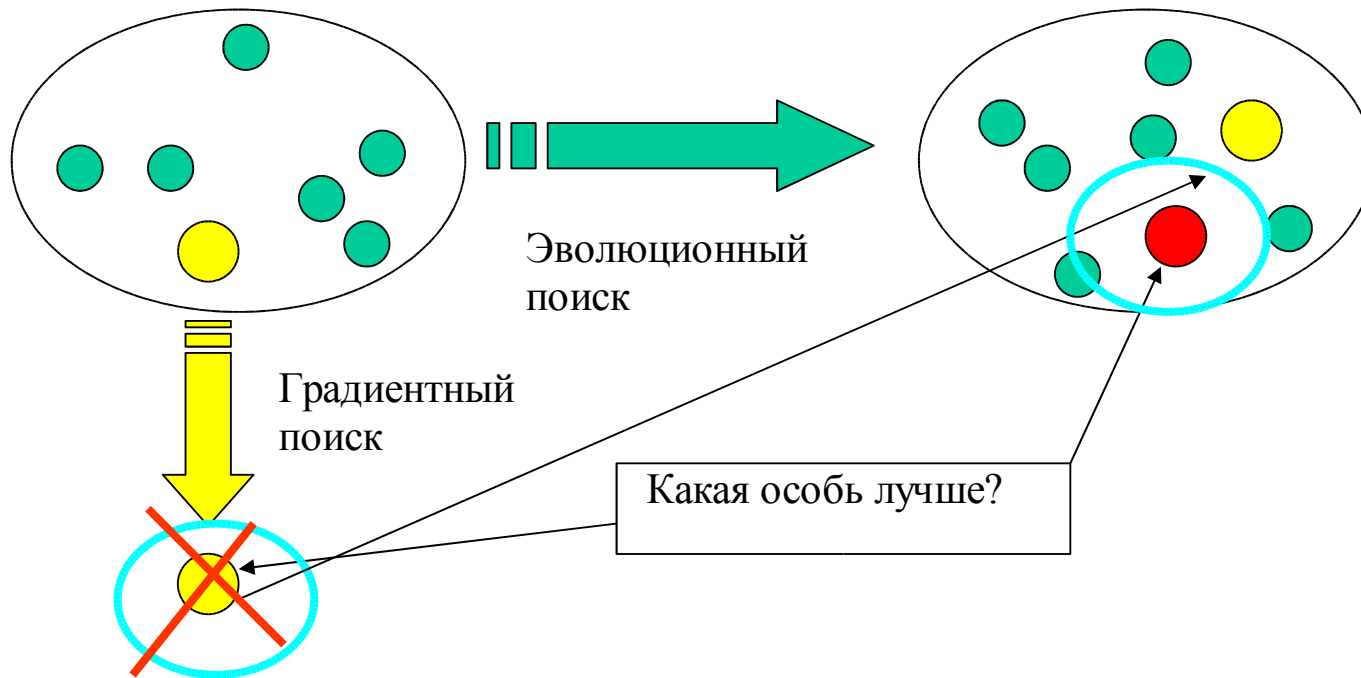
## Типы отбора

- 1) Пропорциональный отбор (FPS)
- 2) Отсечение (Windowing)
- 3) Сигма-взвешивание (Sigma scaling)
- 4) Линейное взвешивание (Linear scaling)
- 5) Линейное ранжирование (Linear ranking)
- 6) Экспоненциальное ранжирование (Exponent ranking)
- 7) Турнирный отбор (Tournament selection)
- 8) Связанные со свойствами популяции



# Гибридный генетический алгоритм

Гибридный алгоритм - основанный на параллельной работе генетических операторов и градиентных методов.





$$f(X) \rightarrow \min, X \in R^N$$

1. Стандартный генетический алгоритм (BGA).  
Формируется популяция, состоящая из  $m$  особей.  
Особь или хромосома представляется в виде

$$C = [X, \psi] = c_j, j = 1..n$$

Где

$X = (x_i), i = 1, \dots, N$  - вектор аргументов функции;

$\psi$  - преобразование, осуществляющее переход от вектора  $X$  (фенотипа) к кодированному представлению (генотипу);

$(c_j), j = 1, \dots, n, c_j \in \{0, 1\}$  - битовая строка длиной

$L_i$  - разрядность представления переменной  $x_i$

$$n = \sum_{i=1}^N L_i$$



### Преобразование

$$\Psi : I_i = y_i(2^{L_i} - 1), i = \overline{1, N}, y_i = \frac{x_i - \min_{i=1, N} x_i}{\max_{i=1, N} x_i - \min_{i=1, N} x_i}, \mathbf{I} \rightarrow \mathbf{B} \rightarrow \mathbf{G},$$

$\mathbf{I} = (I_i)$ ,  $\mathbf{B} = (B_i)$ ,  $\mathbf{G} = (G_i)$ ,  $i = 1, \dots, N$  - векторы целочисленного представления, двоичного представления и представления в коде Грея.

### Обратное преобразование

$$\Psi^{-1} : \mathbf{G} \rightarrow \mathbf{B} \rightarrow \mathbf{I}, y_i = \frac{I_i}{(2^{L_i} - 1)}, x_i = \min_{i=1, N} x_i + y_i \left( \max_{i=1, N} x_i - \min_{i=1, N} x_i \right), i = \overline{1, N}.$$





2. Генетический алгоритм в вещественных кодах (RGA).

$$\Psi : y_i = \frac{x_i - \min_{i=1,N} x_i}{\max_{i=1,N} x_i - \min_{i=1,N} x_i}, \quad i = \overline{1, N},$$

$$\Psi^{-1} : x_i = \min_{i=1,N} x_i + y_i \left( \max_{i=1,N} x_i - \min_{i=1,N} x_i \right), i = \overline{1, N}$$

Хромосома - вектор вещественных чисел

$$C = (c_j), c_j = y_j, j = \overline{1, n}$$



### 3. Градиентные методы

Методы наискорейшего спуска (МНС), сопряженных градиентов (МСГ), переменной метрики используют для поиска экстремума значения градиента функции  $f(\mathbf{X})$

$$\nabla f(\mathbf{X}) = \left[ \frac{\partial f(\mathbf{X})}{\partial x_i} \right], i = \overline{1, N}.$$



## Гибридный алгоритм

- 1)  $k=0$ . Формируется популяция, состоящая из  $m$  особей  $\{C^s, s = \overline{1, m}\}^k$  по BGA или RGA методу. Первый номер принимает особь  $C^1$  с лучшим показателем (минимальным значением функции (2)). С помощью преобразования  $\psi^{-1}$  получаем вектор  $\mathbf{X}_b^k$  и  $\mathbf{X}^k = \mathbf{X}_b^k$ .
- 2)  $k=k+1$ . С помощью одного из алгоритмов (МНС, МСГ, МПМ) вычисляется следующее приближение вектора  $\mathbf{X}^k$ . Генетическим алгоритмом BGA или RGA создается следующая популяция  $\{C^s, s = \overline{1, m}\}^k$  и находится лучшая особь, определяющая очередной вектор  $\mathbf{X}_b^k$ .
- 3) Если  $f(\mathbf{X}_b^k) < f(\mathbf{X}^k)$ , то  $\mathbf{X}^k = \mathbf{X}_b^k$ .
- 4) Если  $f(\mathbf{X}_b^k) \geq f(\mathbf{X}^k)$ , то  $C^1 = [\mathbf{X}^k, \psi]$ .
- 5) Если выполняется условие остановки, то *конец* иначе – на пункт 2.

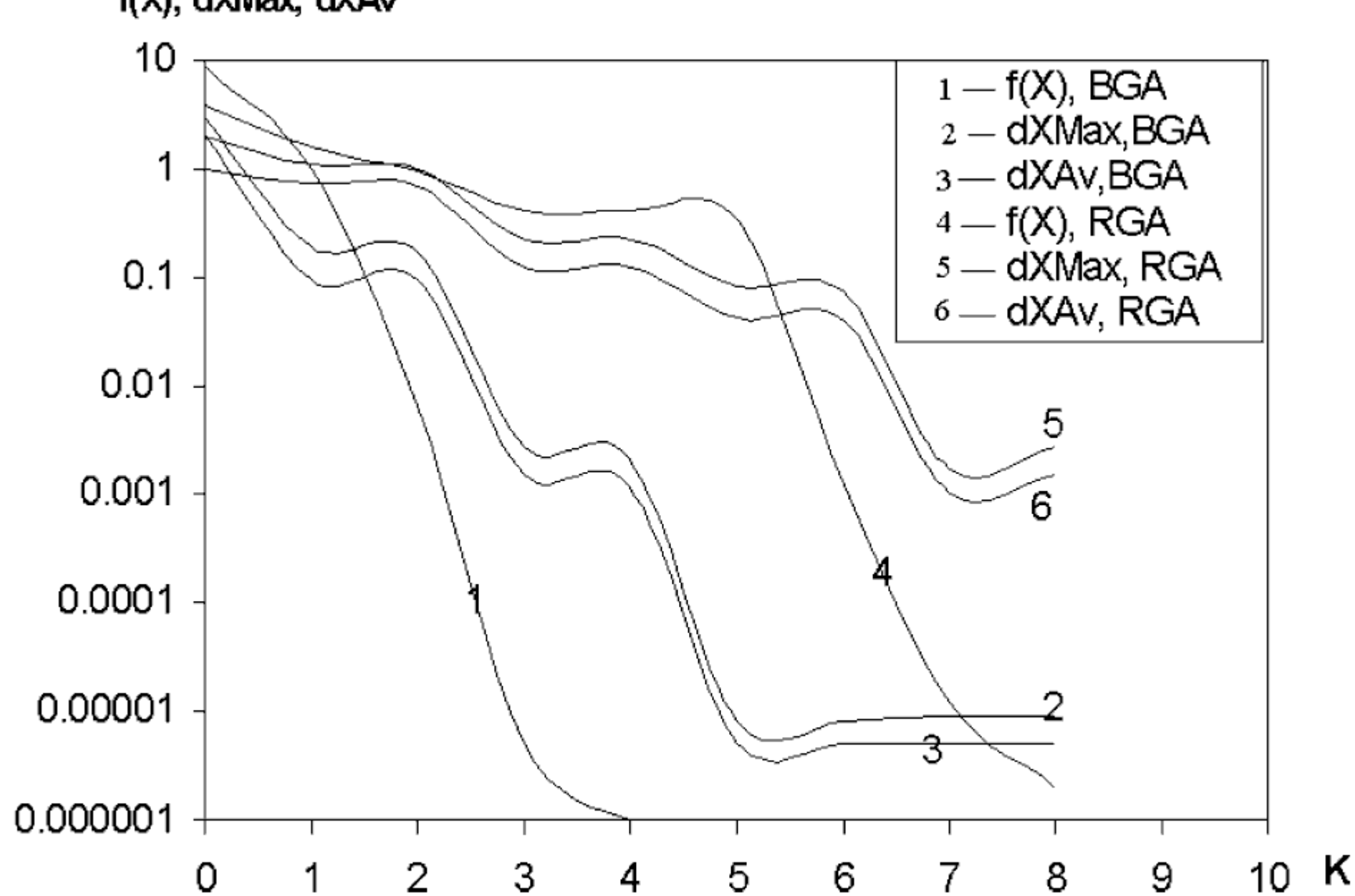


Рис. 4. Минимизация функции Розенброка гибридным генетическим алгоритмом,  $N=1$

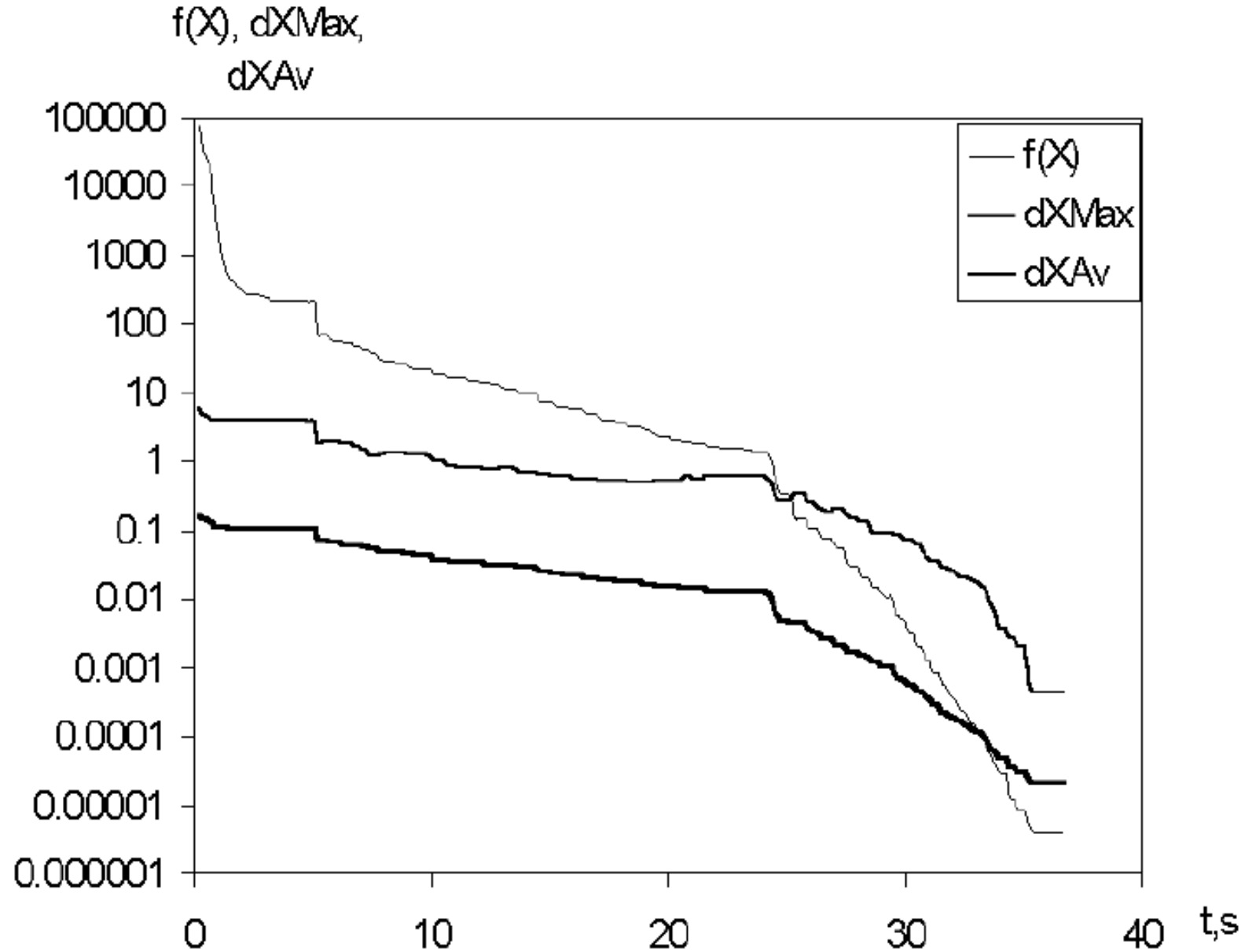


Рис. 5. Минимизация многомерной функции Розенброка гибридным генетическим алгоритмом BGAVM,  $N=200$