

XI Национальная конференция по искусственному интеллекту, КИИ - 08

Оптимизация многоэкстремальных функций на основе кластерной модификации генетического алгоритма

КАЗАКОВ

Павел Валерьевич

канд. техн. наук, доцент

Брянский государственный технический университет
кафедра «Компьютерные технологии и системы»

ПОДХОДЫ К РАСШИРЕНИЮ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНДАРТНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

Имитационный
(стандартный ГА)

Многократные запуски ГА с варьированием значений управляющих параметров

Частичная локализация экстремумов при наличии «предсказуемого» пространства решений

На основе обработки локальных подпопуляций
(ГА с логистической моделью, ГА с дифференциальной эволюцией, ГА с нишевыми надстройками)

Выделение в основной популяции подпопуляций хромосом, обладающих определенными свойствами

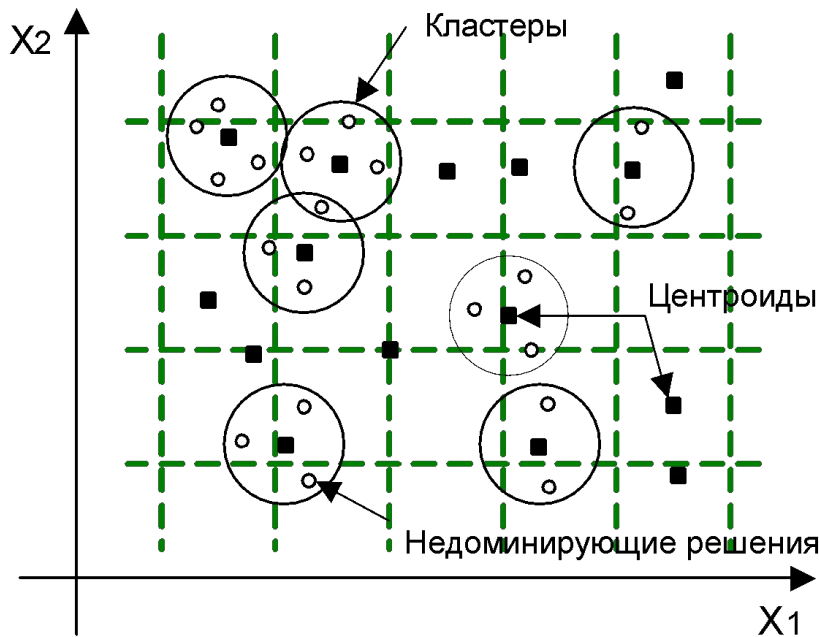
Добавление новых генетических операторов, управляющих параметров усложняют поиск и реализацию ГА

На основе обработки распределенных популяций
(параллельные ГА, ГА с моделью островов)

Использование глобального разделения популяций, эволюционирующих изолированно либо, взаимодействуя друг с другом

Требуется дополнительная настройка управляющих параметров, возможны сложности реализации в распределенных вычислительных системах

ПРИНЦИПЫ КЛАСТЕРНОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА (КГА)



Кластер хромосом – множество хромосом с «похожим» фенотипом

Степень «похожести» определяется на основе вещественной (Евклида), бинарной (Хемминга) метрики d

Хромосомы C_k принадлежат кластеру Z_i , если $d(C_k, Z_i) \leq R_c$

$R_c \in [0, 1]$ – радиус гиперсферы кластера,
дополнительный управляющий параметр.
Его значение определяет число кластеров

ПРИНЦИПЫ КЛАСТЕРНОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА (продолжение)

Для кластеризации хромосом используется **принцип доминирования**

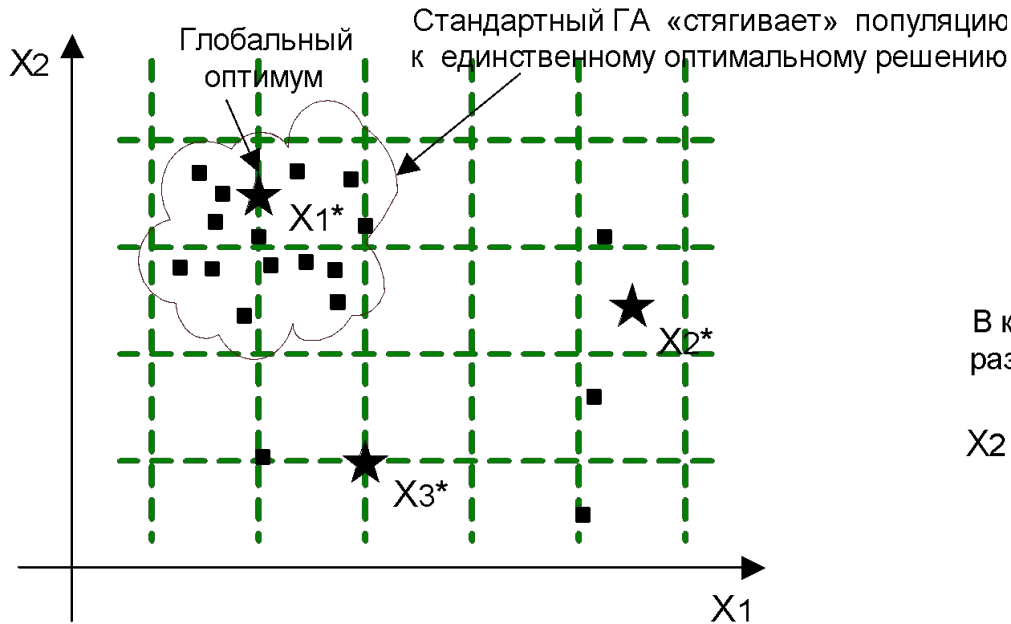
Пусть Z_1, Z_2, \dots, Z_k – k фрагментов популяции P_n , представляющих собой кластеры. Хромосома $C^* \in Z_i$ доминирует в кластере i ,

если

$$\forall C' \in Z_i : f(C^*) \leq f(C').$$

Хромосома C^* является **центроидом** кластера Z_i тогда и только тогда, если $\forall C' \in Z_i : d(C^*, C') \leq R_c$.

ОГРАНИЧЕННОСТЬ СТАНДАРТНОГО ГА И ВОЗМОЖНОСТИ КГА ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ГРУППЫ ЭКСТРЕМУМОВ



В кластерной модификации ГА кластеры обеспечивают разнообразие популяции и исследование всех участков поискового пространства

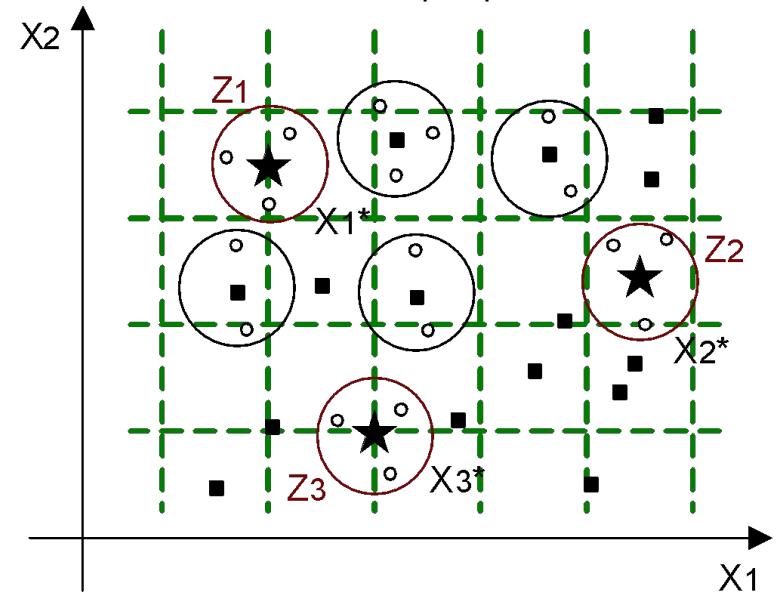
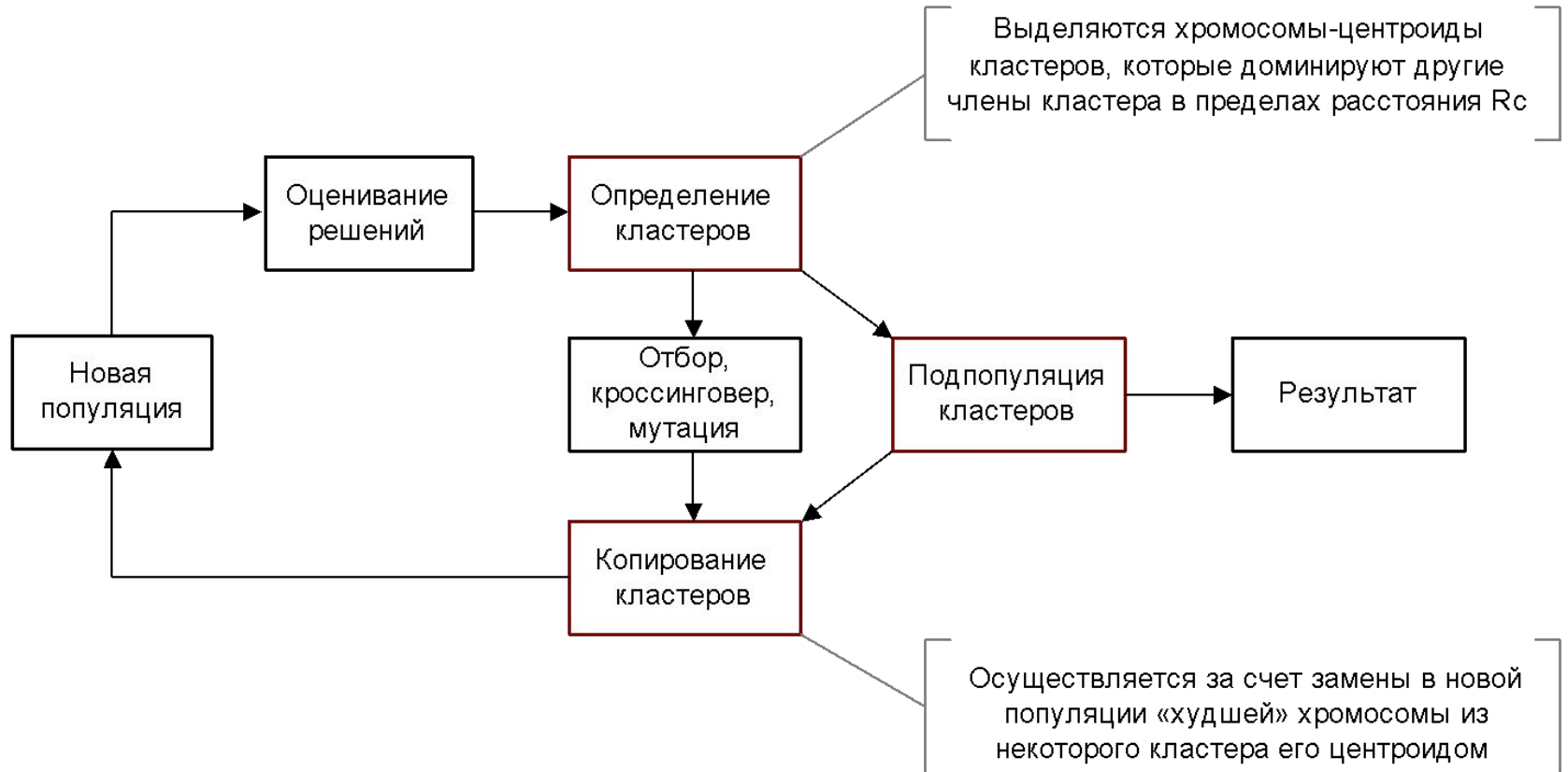


СХЕМА РАБОТЫ КГА

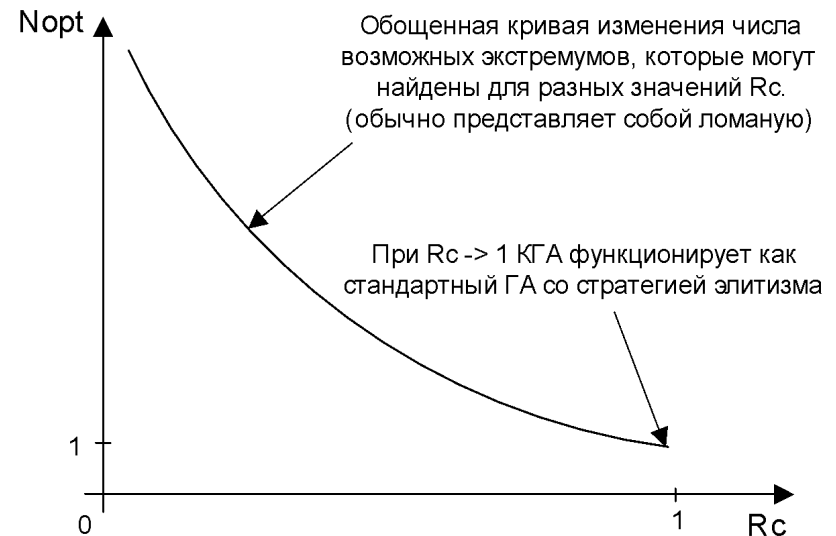


ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КГА

Временная эффективность КГА (Tz) зависит от числа вычислений мер близости при обработке кластеров.

Расчеты показали, что **линейная** $\leq O(Tz) \leq$ **квадратичная** и зависит от Rc и Np

Параметр **Rc** влияет на число кластеров и определяется **экспериментально**. Возможно аналитическое определение $Rc \geq 2d$, где d – расстояние между двумя наиболее различными решениями



Критерий определения экстремума в последней популяции:

$$|f(Zc_i) - f(C^*)| \leq \varepsilon,$$

где $f(Zc_i)$ – оптимальность i – го центроида кластера;

$f(C^*)$ – оптимальность лучшей хромосомы последней популяции;

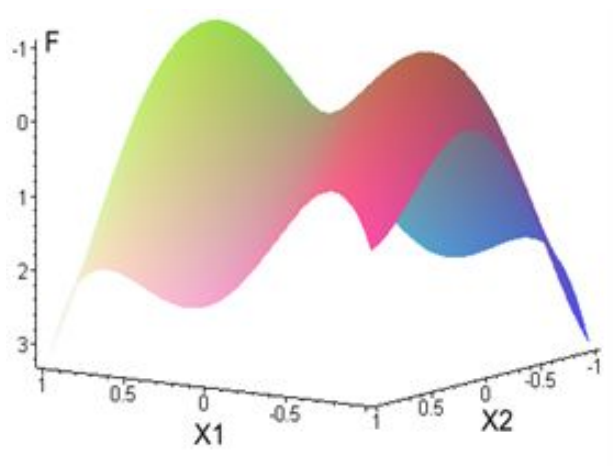
$\varepsilon > 0$ – параметр, определяющий верхнюю границу «глобального» оптимума.

ТЕСТОВЫЕ ФУНКЦИИ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

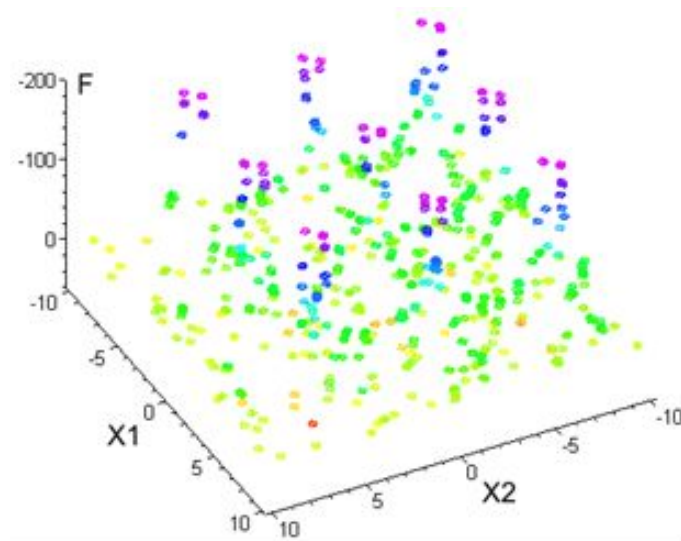
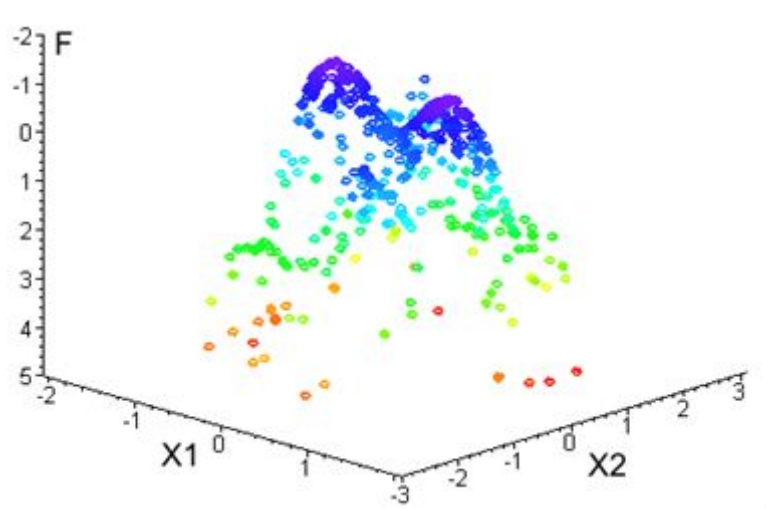
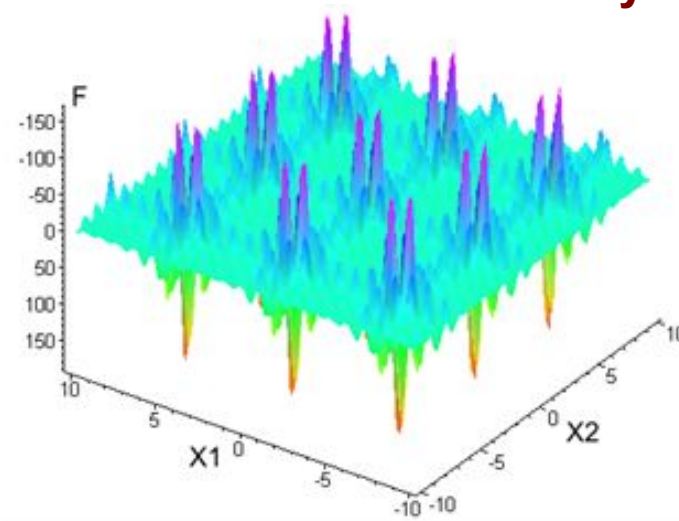
| Функция | Число глобальных ОПТИМУМОВ | Параметры КГА |
|---|-------------------------------|---|
| $f(x_1, x_2) = (4 - 2 \cdot 1 \cdot x_1^2 + \frac{1}{3} \cdot x_1^4) + x_1 \cdot x_2 + (-4 + 4 \cdot x_2^2) \cdot x_2^2$ $-3 \leq x_1 \leq 3, -2 \leq x_2 \leq 2$ | 2 | $N_p = 100, P_c = 0,9,$ $P_m = 0,03, R_c = 0,03$ |
| $f(x_1, x_2) = \prod_{i=1}^2 \sum_{j=1}^5 j \cos[(j+1)x_i + j]$ $-10 \leq x_i \leq 10$ | 18 | $N_p = 300, P_c = 0,9,$ $P_m = 0,03,$ $R_c = 0,025$ |

ГРАФИКИ И ПЛОТНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА РЕШЕНИЙ КГА ФУНКЦИЙ

Функция 1



Функция 2



РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ КГА

