

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Введение в структурно- параметрический синтез

$$SO \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R, \text{ТЭХ} \rangle,$$

где E — множество элементов, из которых состоит система;
 X — множество параметров элементов;
 R — множество связей между элементами,
 ТЭХ — множество техникоэкономических характеристик.

$$S \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R \rangle,$$

где E — множество элементов, из которых состоит система;
 X — множество параметров элементов;
 R — множество связей между элементами.

$$MSO \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R, \text{ТЭХ}, Eval \rangle,$$

где E – множество элементов, из которых состоит система;

X – множество параметров элементов;

R – множество связей между элементами,

ТЭХ – множество техникоэкономических характеристик системы,

$Eval$ – правила вычисления ТЭХ по $S \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R \rangle$.



$$SS \stackrel{\text{def}}{=} \langle EE, RR \rangle,$$

где EE — множество всех возможных элементов, из которых состоят все возможные структурные решения;
 RR — множество всех возможных связей EE , образующих SS .

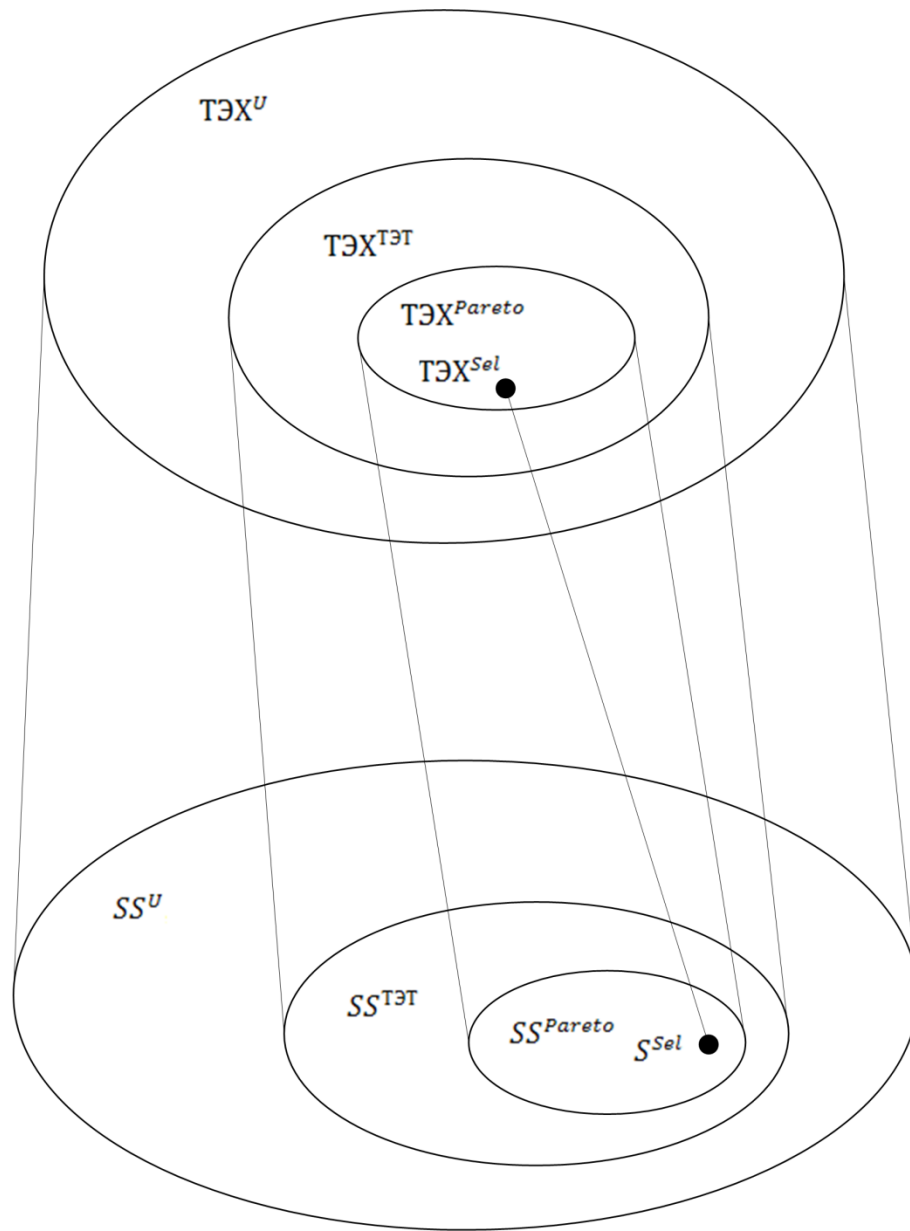
$$\left\{ \begin{array}{l} S \in SS; \\ E \in EE; \\ R \in RR. \end{array} \right.$$

..

$$\left\{ \begin{array}{l}
 S^A = \text{Arg Opt } F(\alpha_1 K_1(S), \alpha_2 K_2(S), \dots, \alpha_n K_n(S)); \\
 K_i = F(\text{T}\exists X_i), \quad i \in \overline{1, n}; \\
 \text{T}\exists X_i = F_{\text{Evol } i}(S), \quad i \in \overline{1, n}; \\
 S \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R \rangle; \\
 S \in SS; \\
 SS \stackrel{\text{def}}{=} \langle EE, XX, RRR \rangle; \\
 E \in EE^{\text{T}\exists\text{T}}; \\
 X \in XX^{\text{T}\exists\text{T}}; \\
 R \in RR^{\text{T}\exists\text{T}}; \\
 \text{T}\exists X \in \text{T}\exists X^{\text{T}\exists\text{T}}.
 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
 S^A = \text{Arg Opt } F(\alpha_1 K_1(S), \alpha_2 K_2(S), \dots, \alpha_n K_n(S)); \\
 K_i = F(\text{T}\exists X_i), \quad i \in \overline{1, n}; \\
 \text{T}\exists X_i = F_{\text{Evol } i}(S), \quad i \in \overline{1, n}; \\
 S \stackrel{\text{def}}{=} \langle E, X, R \rangle; \\
 S \in SS; \\
 SS \stackrel{\text{def}}{=} \langle EE, XX, RRR \rangle; \\
 E \in EE \wedge E = \text{conts}; \\
 X \in XX^{\text{T}\exists\text{T}}; \\
 R \in RR \wedge R = \text{conts}; \\
 \text{T}\exists X \in \text{T}\exists X^{\text{T}\exists\text{T}}.
 \end{array} \right.$$

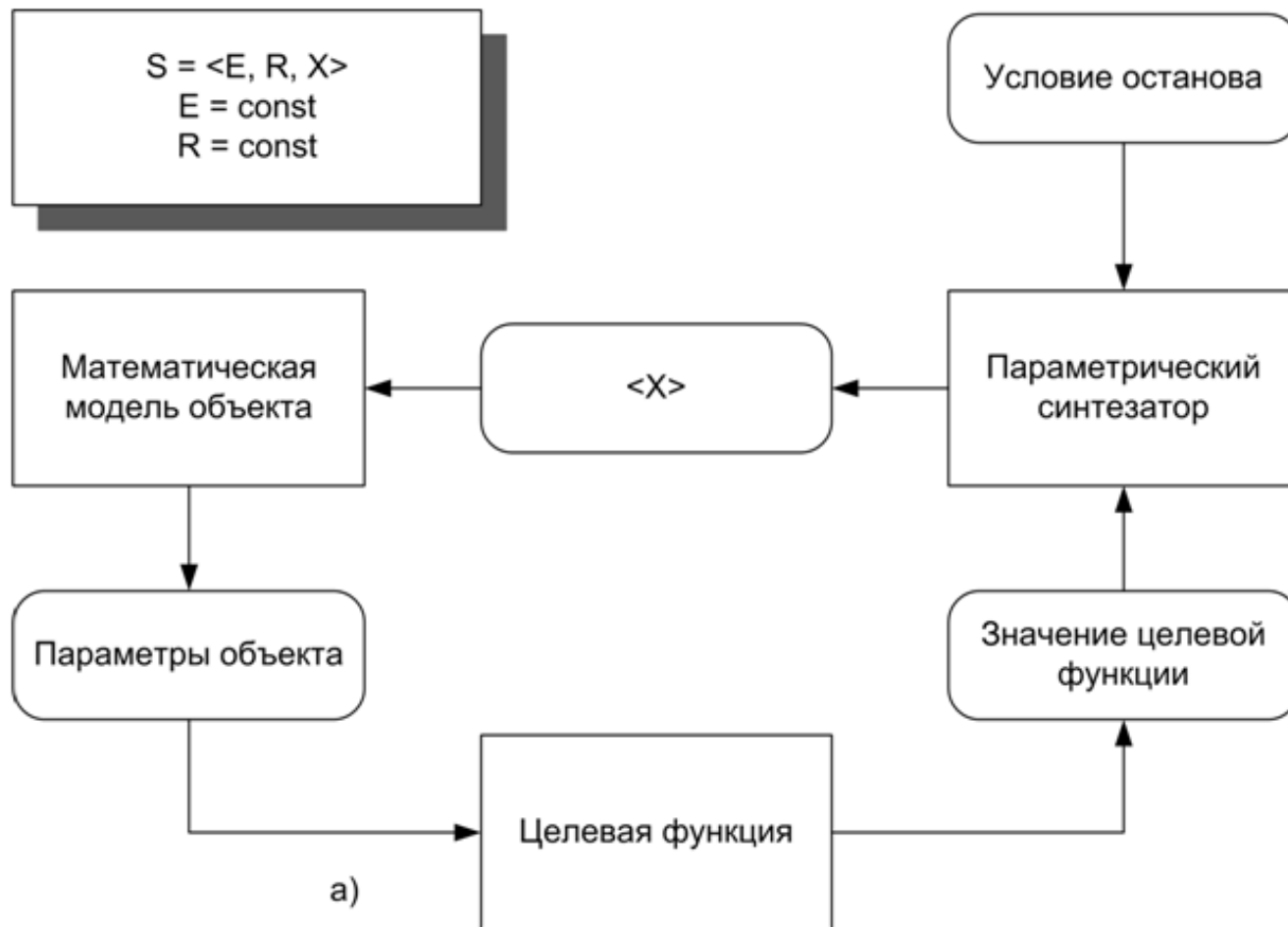
Пространство ТЭХ

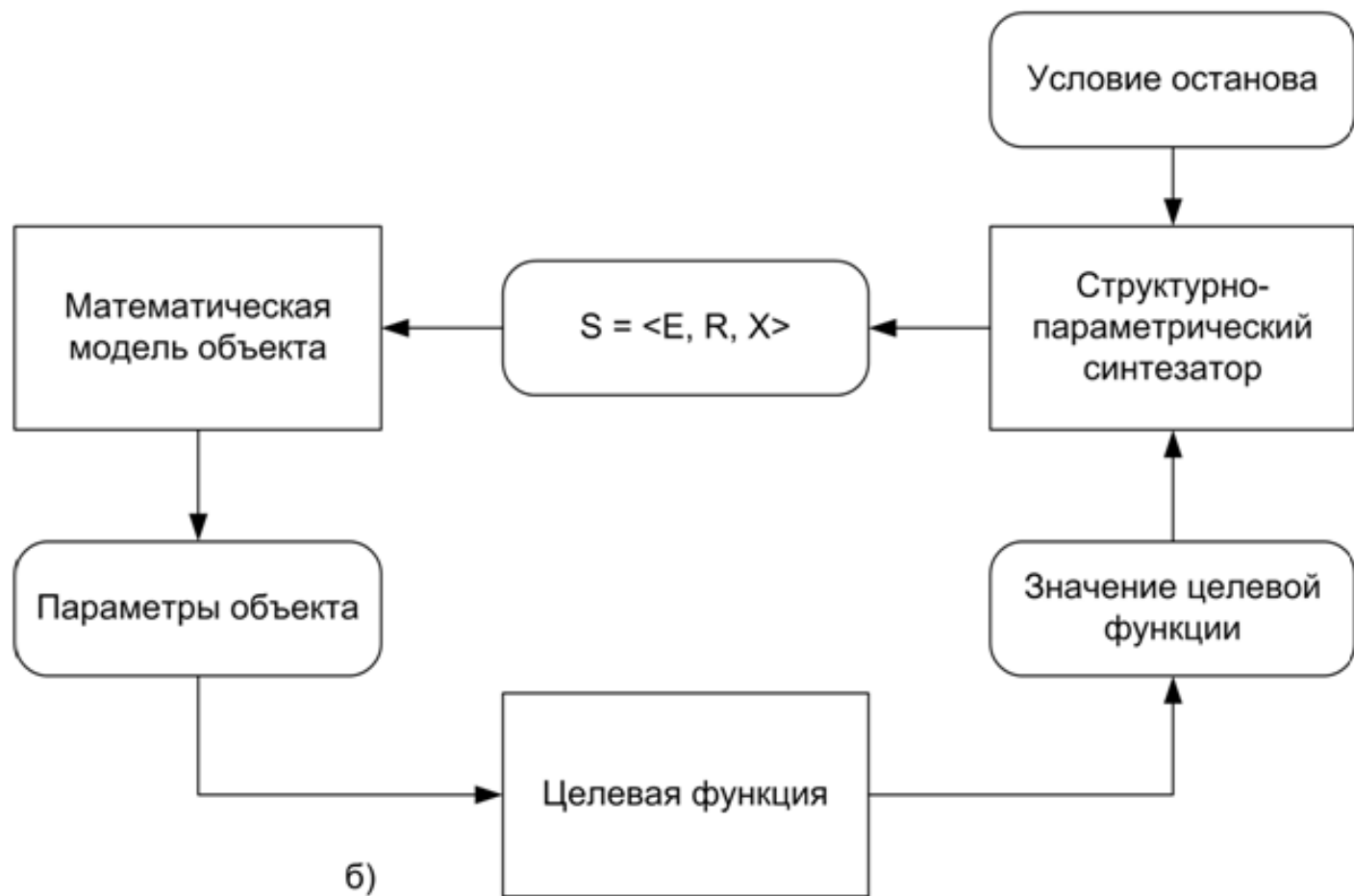


Пространство решений

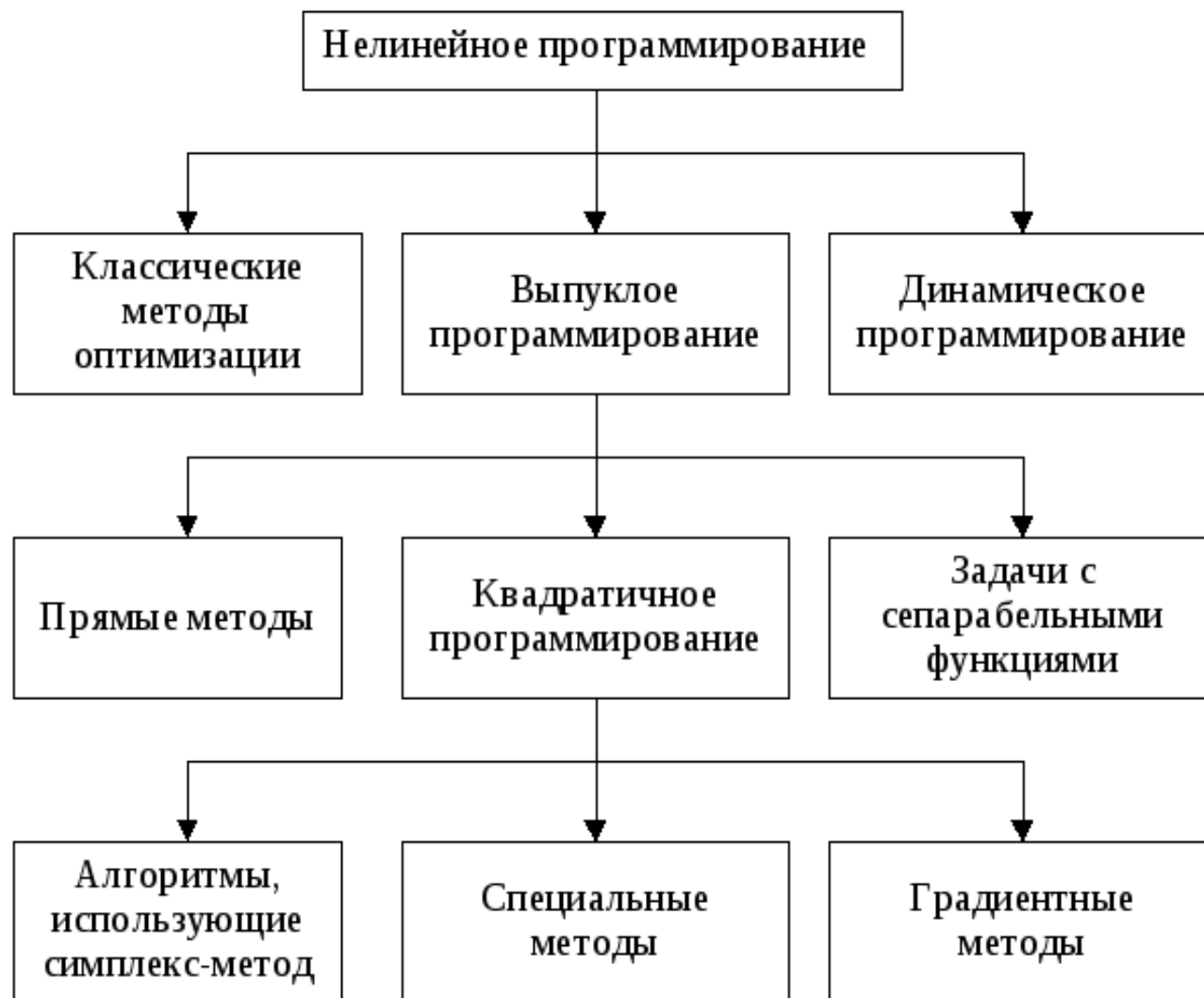
$$Integrum \stackrel{\text{def}}{=} \langle MSO^U, TЭТ^U, TЭХ^{Sel}, S^{Sel}, Op^{Opt} \rangle. \quad (30)$$

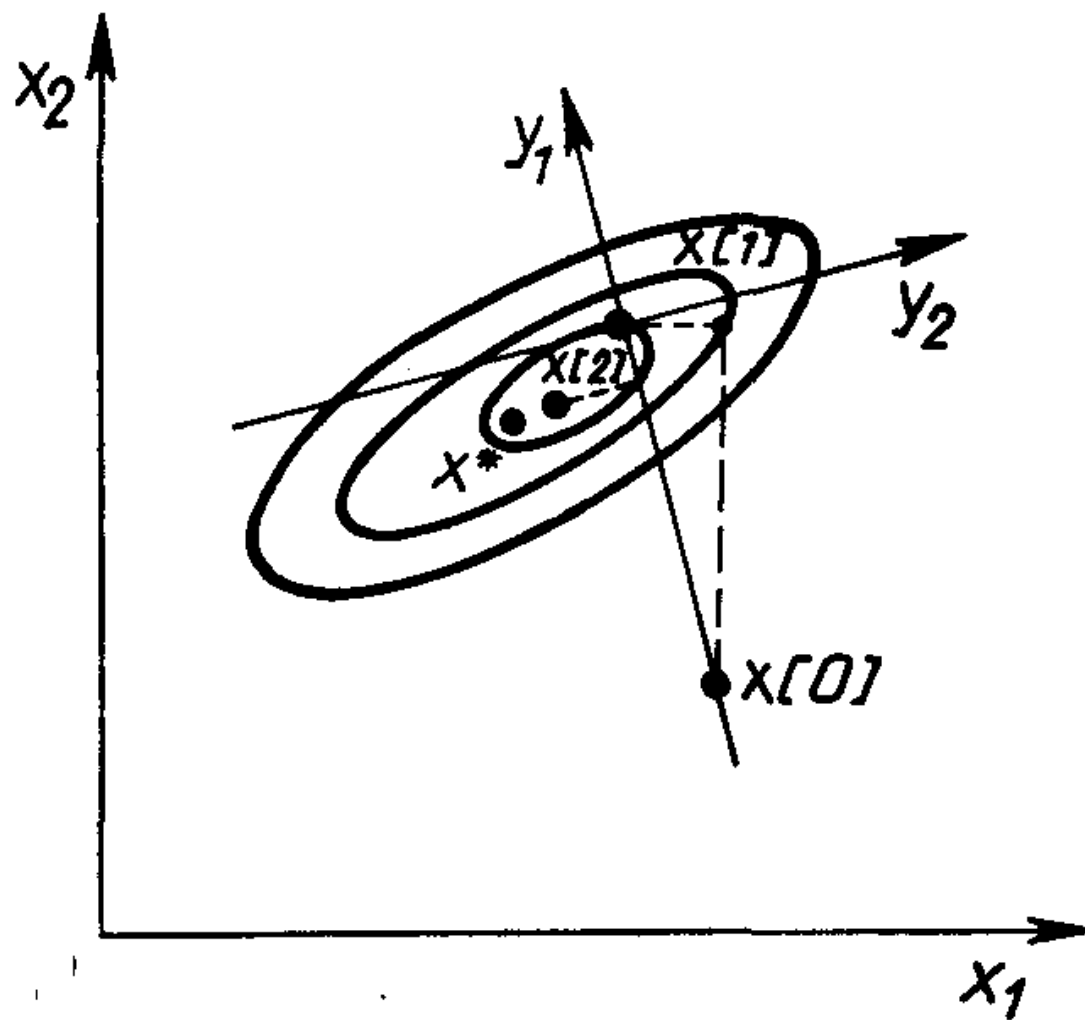
Здесь MSO^U – это множество математических моделей всех системных объектов, принадлежащих некоторому классу, $TЭТ^U$ – обобщенная ТЭТ для данного класса систем, S^{Sel} – решение, выбираемое ЛПР из SS^{Pareto} с учетом $\succ_{SS^{TЭТ}}$, Op^{Opt} – оператор, позволяющий найти S^{Sel} по ТЭТ с учетом $\succ_{SS^{TЭТ}}$.





Алгоритмы нелинейного математического программирования





Метод Пауэлла

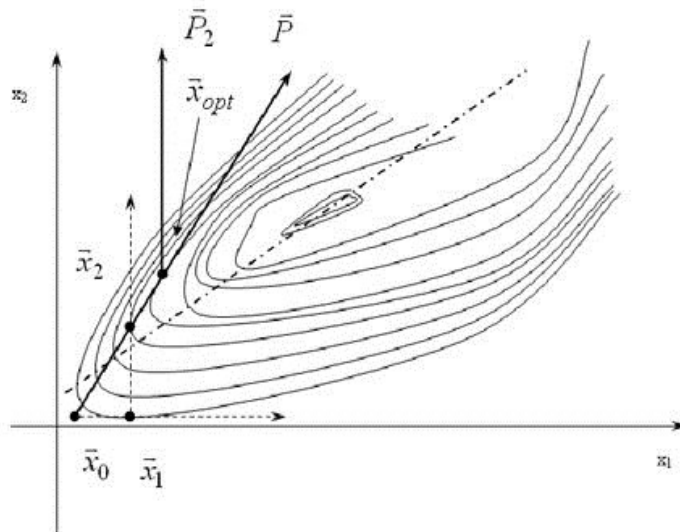
Алгоритм метода:

1. покоординатный спуск методом Гаусса-Зейделя по выбранным ортогональным направлениям $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n$ (переход от $\bar{x}_0$ к $\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n$)

2. Вычисление нового направления

$$\bar{P} = \bar{x}_n - \bar{x}_0 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \bar{P}_j$$

3. Поиск в направлении $\bar{P}$ частного минимума
ЦФ $f(\bar{x})$ $\bar{x}_{n+1} = \bar{x}_{opt}$



4. Цикл минимизации от $\bar{x}_{opt}$ по направлениям $\bar{P}_2, \bar{P}_3, \dots, \bar{P}_n, \bar{P}$

Направления поиска – «веер» вдоль оси оврага

Правило для исключения образования в процессе замены линейно-зависимой системы векторов $\bar{P}_j$:

замена $\bar{P}_1$ на $\bar{P}$ запрещена при невыполнении условий одновременно

1. $f(\bar{x}_0) > f(\bar{x}^1)$
2.
$$\left[f(\bar{x}^1) - 2f(\bar{x}_{opt}) + f(\bar{x}_0) \right] \left[f(\bar{x}^1) - f(\bar{x}_{opt}) - \Delta \right]^2 > \frac{1}{2} \Delta \left[f(\bar{x}^1) - f(\bar{x}_0) \right]^2$$

где $\bar{x}^1 = 2\bar{x}_{opt} - \bar{x}_0$, Δ - максимальное уменьшение значения ЦФ по направлению за цикл минимизации ($\bar{x}_0$ и $\bar{x}_{opt}$ - начальная и конечная точки цикла)

Постановка задачи и функция приспособленности

- Пусть перед нами стоит задача оптимизации.
- Переформулируем её как задачу нахождения максимума некоторой функции $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, называемой **функцией приспособленности** (fitness function). Она должна:
 - быть определена на ограниченной области определения
 - принимать неотрицательные значения
 - при этом совершенно не требуются непрерывность и дифференцируемость
- Каждый параметр функции приспособленности кодируется строкой битов.
- Особью будет называться строка, являющаяся конкатенацией строк упорядоченного набора параметров:
1010 10110 101 ... 10101
| x1 | x2 | x3 | ... | xn |

Принцип работы ГА

- Популяция – совокупностью всех «особей», представляющих собой строки, кодирующие одно из решений задачи.
- С помощью функции приспособленности:
 - наиболее приспособленные (более подходящие решения) получают возможность скрещиваться и давать потомство
 - наихудшие (плохие решения) удаляются из популяции и не дают потомства
- Таким образом, приспособленность нового поколения в среднем выше предыдущего.
- В классическом ГА:
 - начальная популяция формируется случайным образом
 - размер популяции (количество особей N) фиксируется и не изменяется в течение работы всего алгоритма
 - каждая особь генерируется как случайная L -битная строка, где L — длина кодировки особи
 - длина кодировки для всех особей одинакова

Схема работы любого ГА

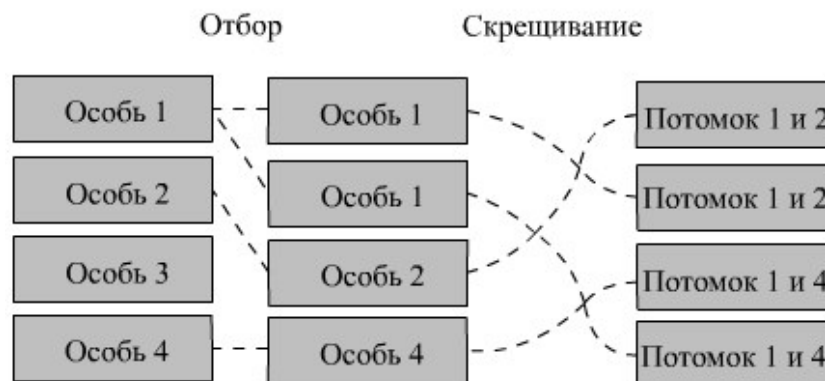


Шаг алгоритма состоит из трех стадий:

1. генерация промежуточной популяции (*intermediate generation*) путем отбора (*selection*) текущего поколения
2. скрещивание (*recombination*) особей промежуточной популяции путем *кроссовера* (*crossover*), что приводит к формированию нового поколения
3. мутация нового поколения

Отбор

- На рисунке изображены отбор и скрещивание:



- Промежуточная популяция — набор особей, получивших право размножаться.
- В классическом ГА вероятность каждой особи попасть в промежуточную популяцию пропорциональна ее приспособленности, т.е. работает **пропорциональный отбор** (proportional selection).