ОПТИМИЗАЦИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ КОМБИНАТОРНОГО ТИПА С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Д.И.Батищев, Е.А.Неймарк, Н.В. Старостин

2006,ННГУ

Задача нестационарной дискретной оптимизации

$$\begin{cases} \Im(\mathrm{x}^*, \mathrm{t}) = \min\limits_{\mathrm{x}^i} \Im(\mathrm{x}^i, \mathrm{t}), \\ \mathrm{x}^i \in G, \quad 0 < |G| \le N < \infty, \text{ где} \\ t \in [0, T], T < \infty \end{cases}$$

$$\mathrm{x}^i = (\mathrm{x}_1^i \mathrm{x}_2^i \ldots \mathrm{x}_n^i),$$

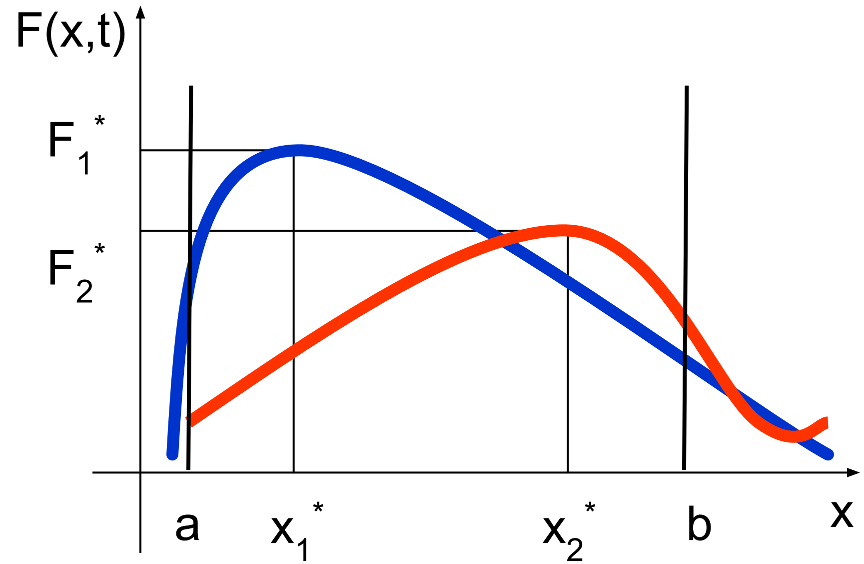
$$G = (\mathrm{x}^1, \mathrm{x}^2, \ldots \mathrm{x}^N)$$

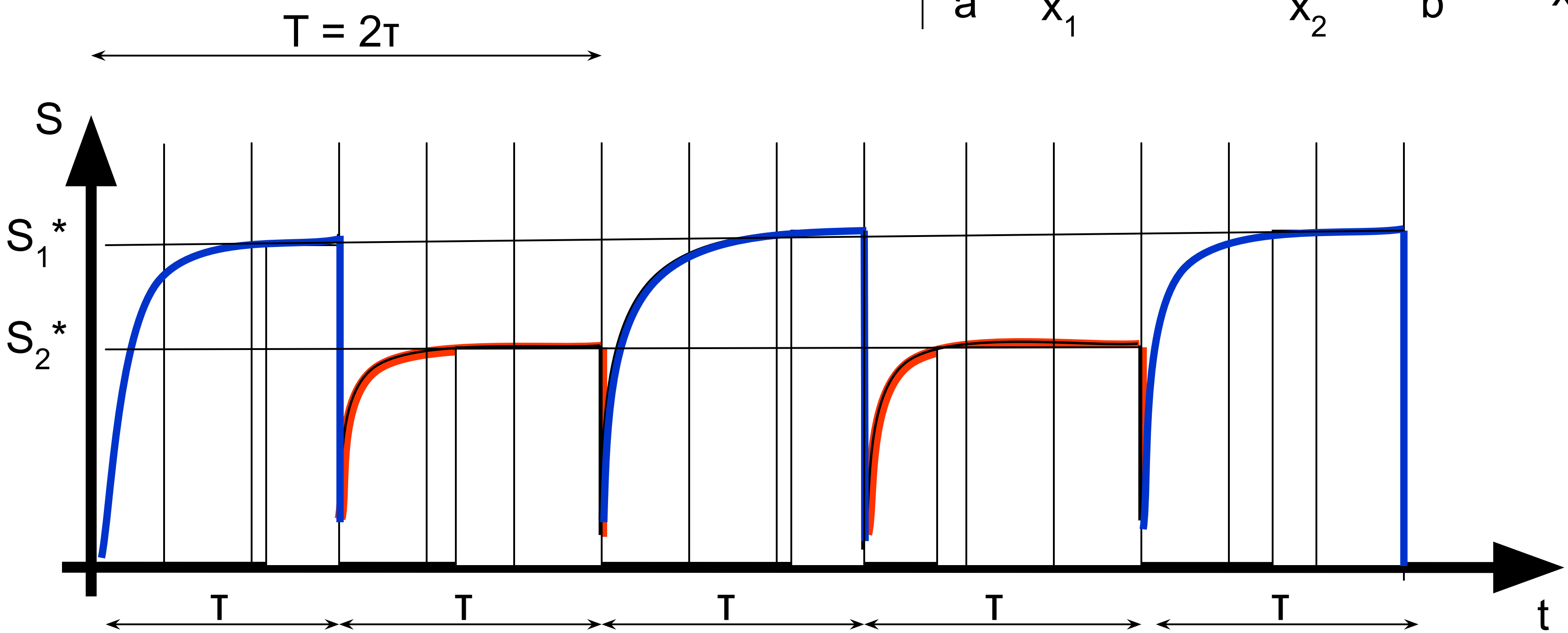
$$|G| - \text{мощность множества } G$$

Вид целевой функции

$$\Im(\vec{x},t)=\begin{cases} F_1(\vec{x}), & t\subset[0,\tau], \\ F_2(\vec{x}), & t\subset[\tau,2\tau], \\ \ldots\ldots & \\ F_N(\vec{x}), & t\subset[T-\tau,T] \end{cases}$$

$$\Im(\vec{x},t)=\begin{cases}F_1(\vec{x}), & t\subset[0,\tau],\\ F_2(\vec{x}), & t\subset[\tau,2\tau]\end{cases}$$





Стационарная задача об одномерном ранце

$$\begin{cases} Q(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i v_i \to \max \\ \sum_{i=1}^{N} x_i w_i \le W_{\max} \qquad\qquad , \textit{где} \\ x_i \in \{0,1\},\ i = 1,2\ldots N \end{cases}$$

v_i – *ценность предмета*

w_i – *вес предмета*

$W_{\max}$ – *основное весовое ограничение*

$$x_i = \begin{cases} 1, \textit{предмет кладется в ранец} \\ 0, \textit{предмет не кладется в ранец} \end{cases}$$

Нестационарная задача об одномерном ранце

$$
\begin{cases}
Q(x,t) = \sum_{i=1}^{N} x_i v_i(t) \rightarrow \max \\
\sum_{i=1}^{N} x_i w_i(t) \leq W_{\max}(t) \\
x_i \in \{0,1\},\ i = 1,2 \ldots N
\end{cases}
$$

Стационарная задача коммивояжера

$$\begin{cases} Q(x) = \sum_{i-1}^{N}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}x_{ij} \to \min \\ \sum_{i=1}^{N} x_{ij} = 1, \forall j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1, \forall i = \overline{1, N} \\ x_{ij} \in \{0,1\} \end{cases} \quad , \text{\textit{где}}$$

$$c_{ij} - \textit{стоимость перехода из } i \textit{ в } j$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \textit{в цикле есть переход из } i \textit{ в } j \\ 0, \textit{перехода из } i \textit{ в } j \textit{ нет} \end{cases}$$

Нестационарная задача коммивояжера

$$\begin{cases} Q(x,t) = \sum_{i-1}^{N} \sum_{j=1}^{N} c_{ij}(t) x_{ij} \to \min \\ \sum_{i=1}^{N} x_{ij} = 1, \forall j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1, \forall i = \overline{1, N} \\ x_{ij} \in \{0,1\} \end{cases}$$

Методы решения нестационарных задач

- методы увеличения генетического разнообразия при изменении среды [2,10],
- методы постоянного поддержания генетического разнообразия [4,5],
- методы, использующие дополнительную память [3,8,9],
- методы, использующие дополнительные популяции [1,6].

Методы, использующие дополнительную память: диплоидное представление

A_1	A_2	A_3	.	.	.	A_N
B_1	B_2	B_3	.	.	.	B_N

генотип

Принцип доминирования

Особь

C_1	C_2	C_3	.	.	.	C_N

фенотип

Оценивание

$\mu(s)$

приспособленность

Схемы доминирования : триаллельная

Алфавит A={0,1,i} – возможные аллели

Матрица доминирования:

Вторая хромосома

		0	**i**	**1**
Первая хромосома	**0**	0	0	1
	i	0	1	1
	1	1	1	1

0	1	i	1	0
i	1	1	0	0

→

0	1	1	1	0

Схемы доминирования : четырехаллельная

- Алфавит A={0,1,i,o} Матрица доминирования:

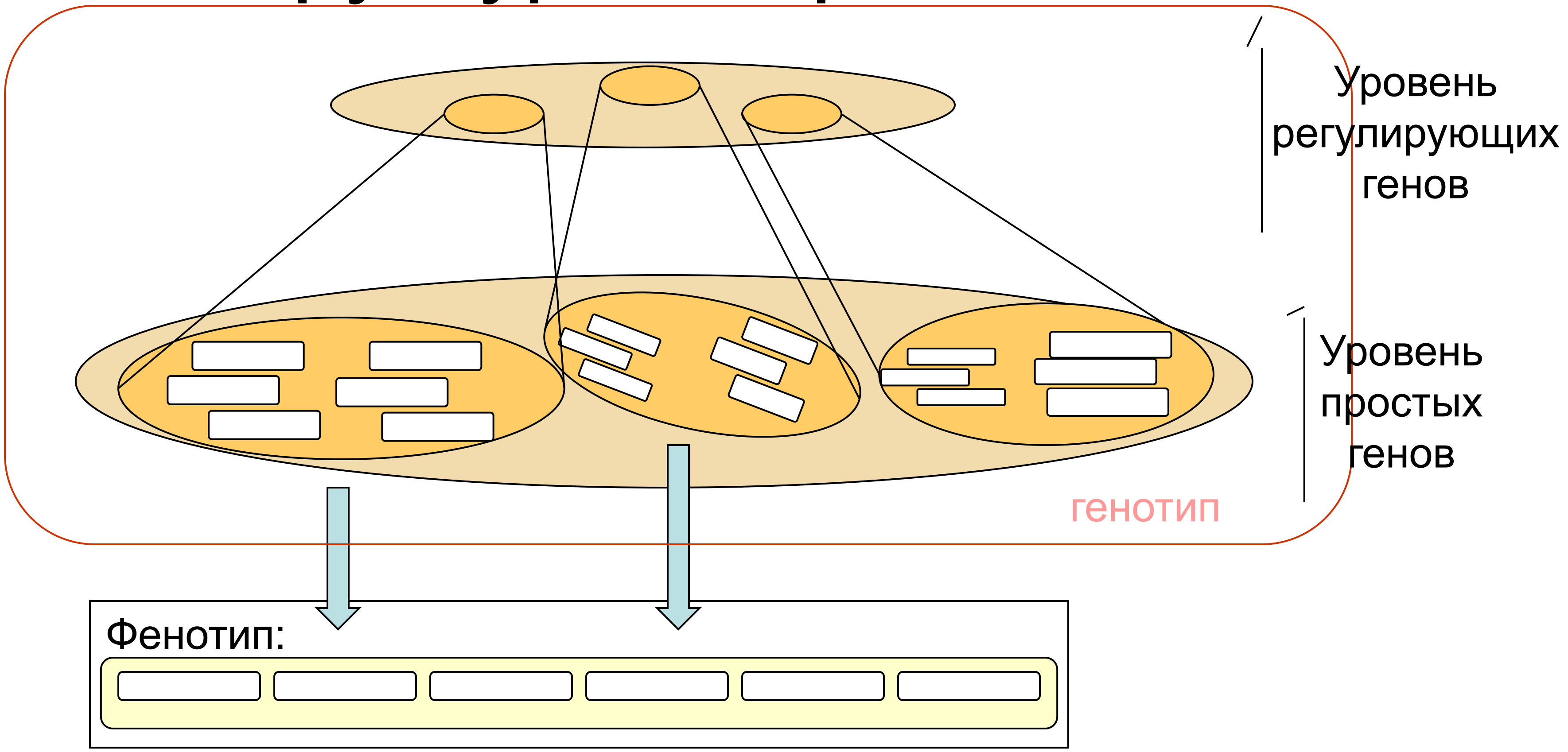
		Вторая хромосома			
		0	**o**	**1**	**i**
Первая хромосома	**0**	0	0	0/1	0
	o	0	0	1	0/1
	1	0/1	1	1	1
	i	0	0/1	1	1

0	1	i	1	o	1	0
i	1	1	0	0	o	0

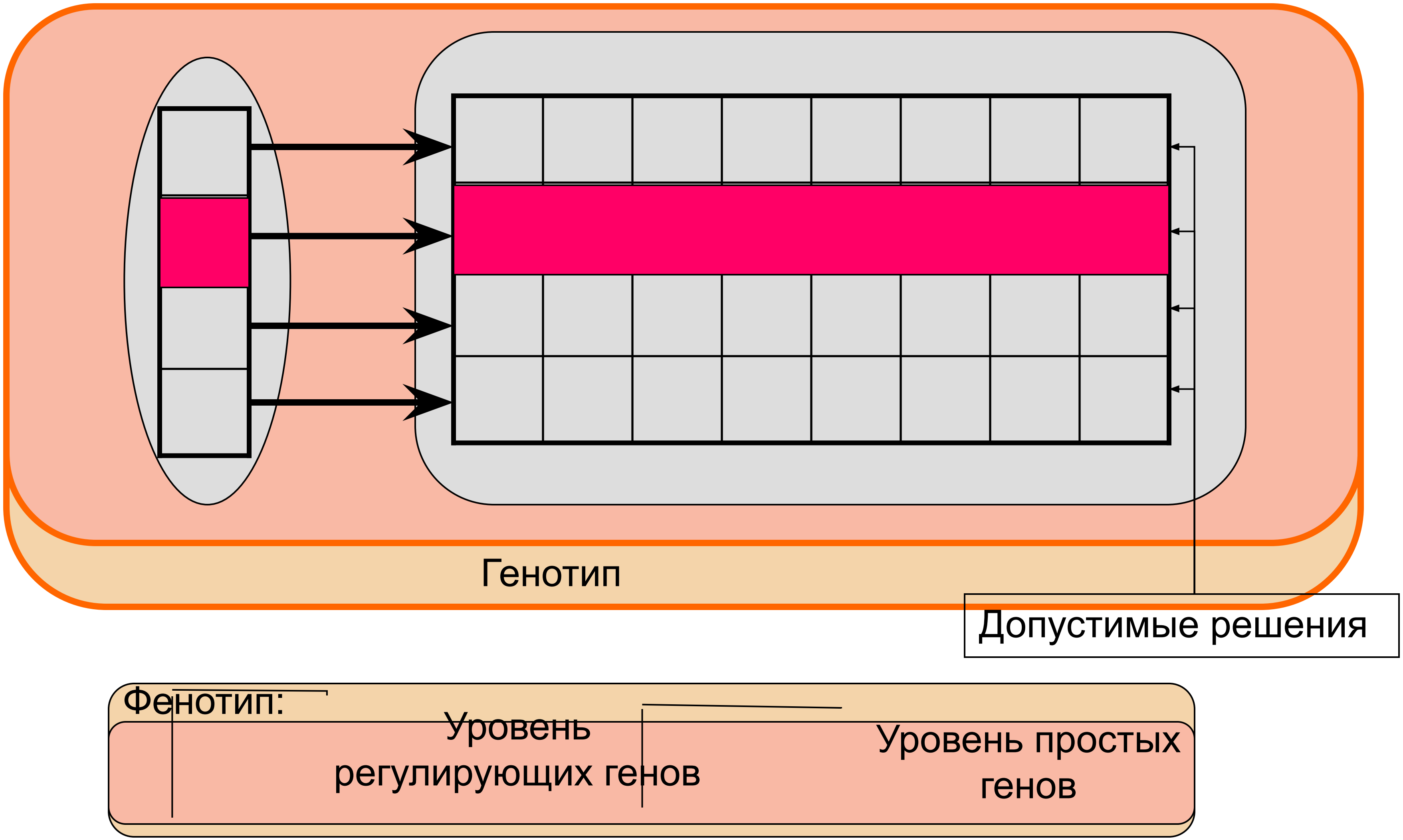
→

0	1	1	1	0	1	0

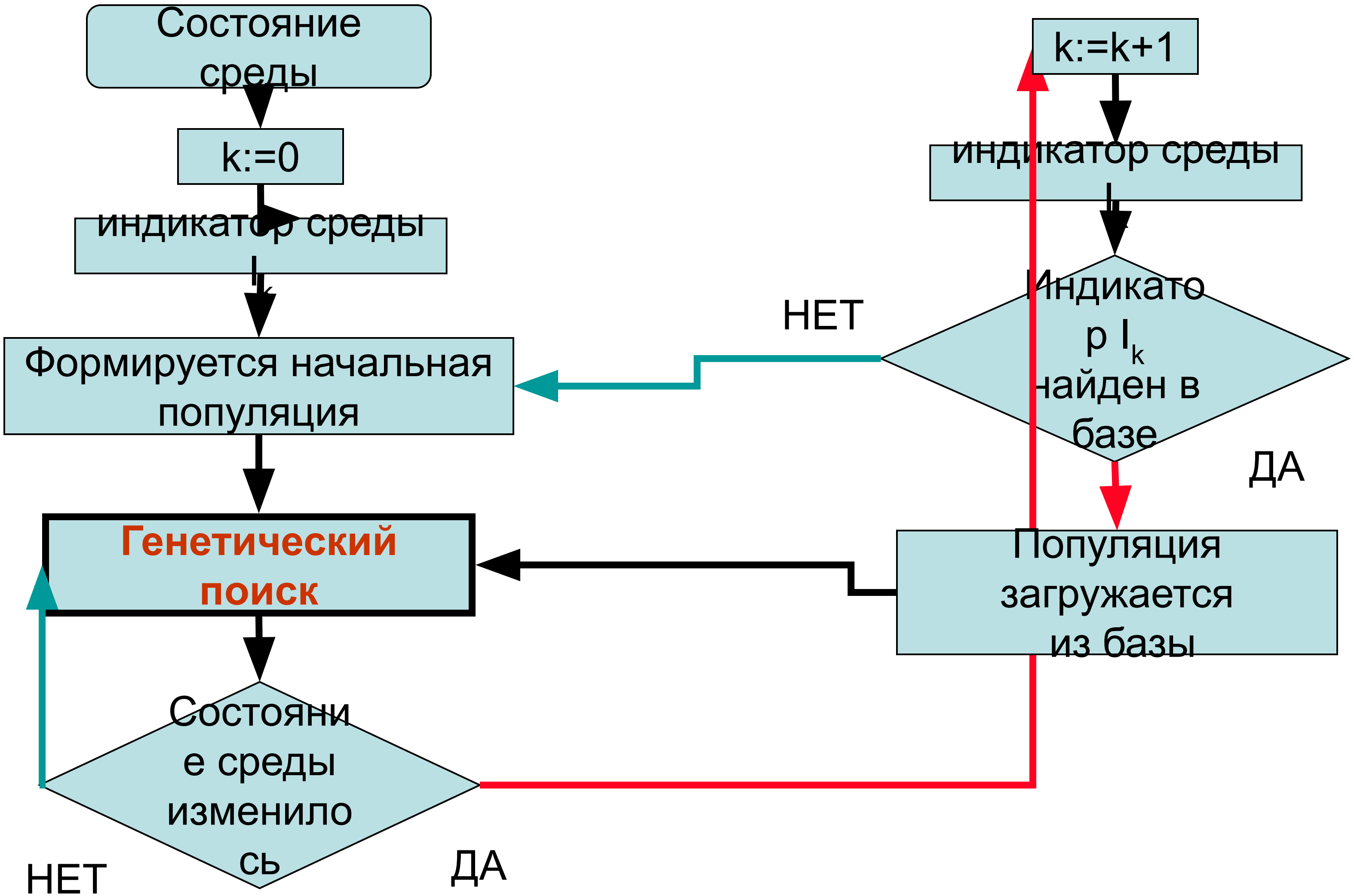
Методы, использующие дополнительную память: структурное представление



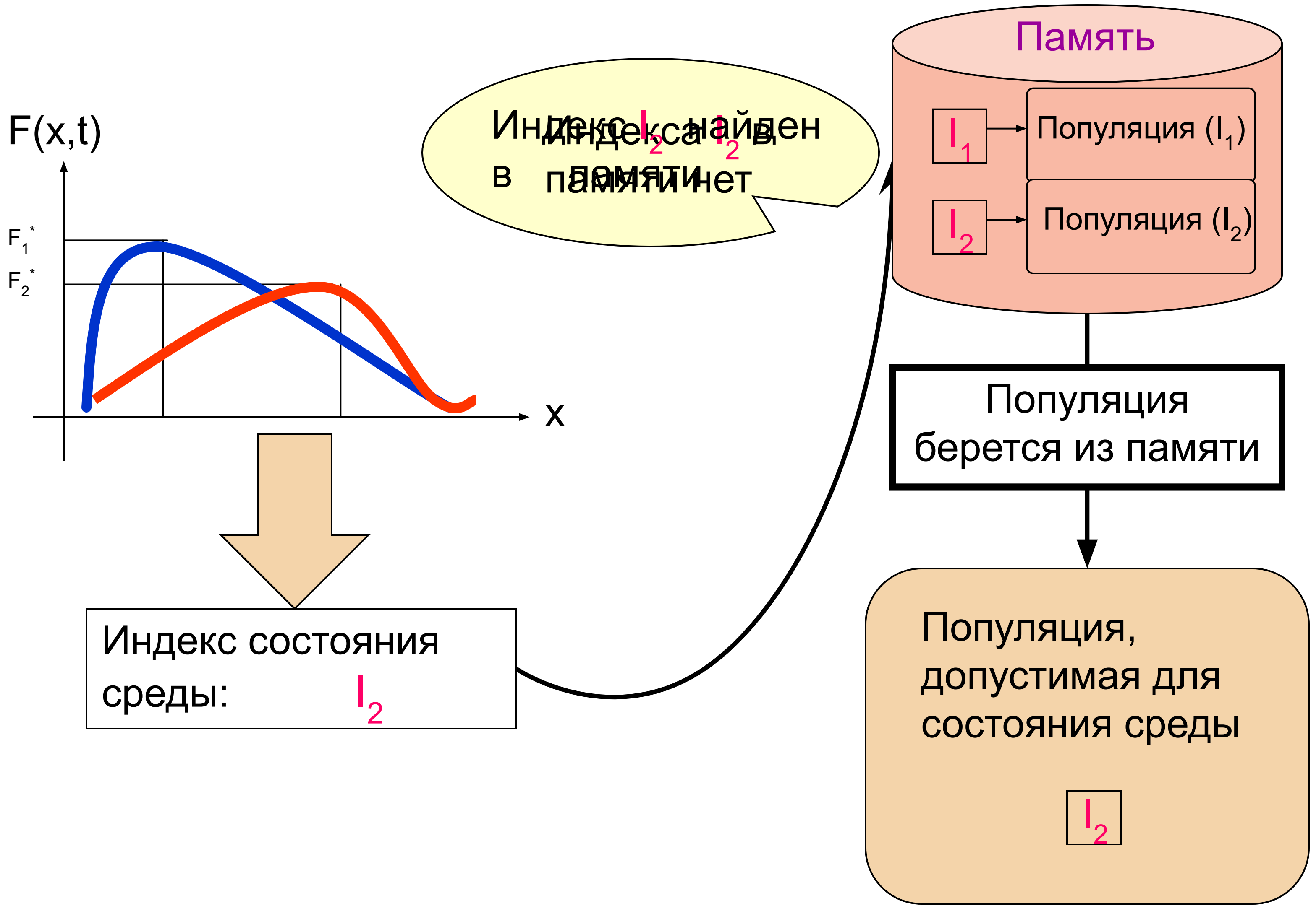
Структурное представление



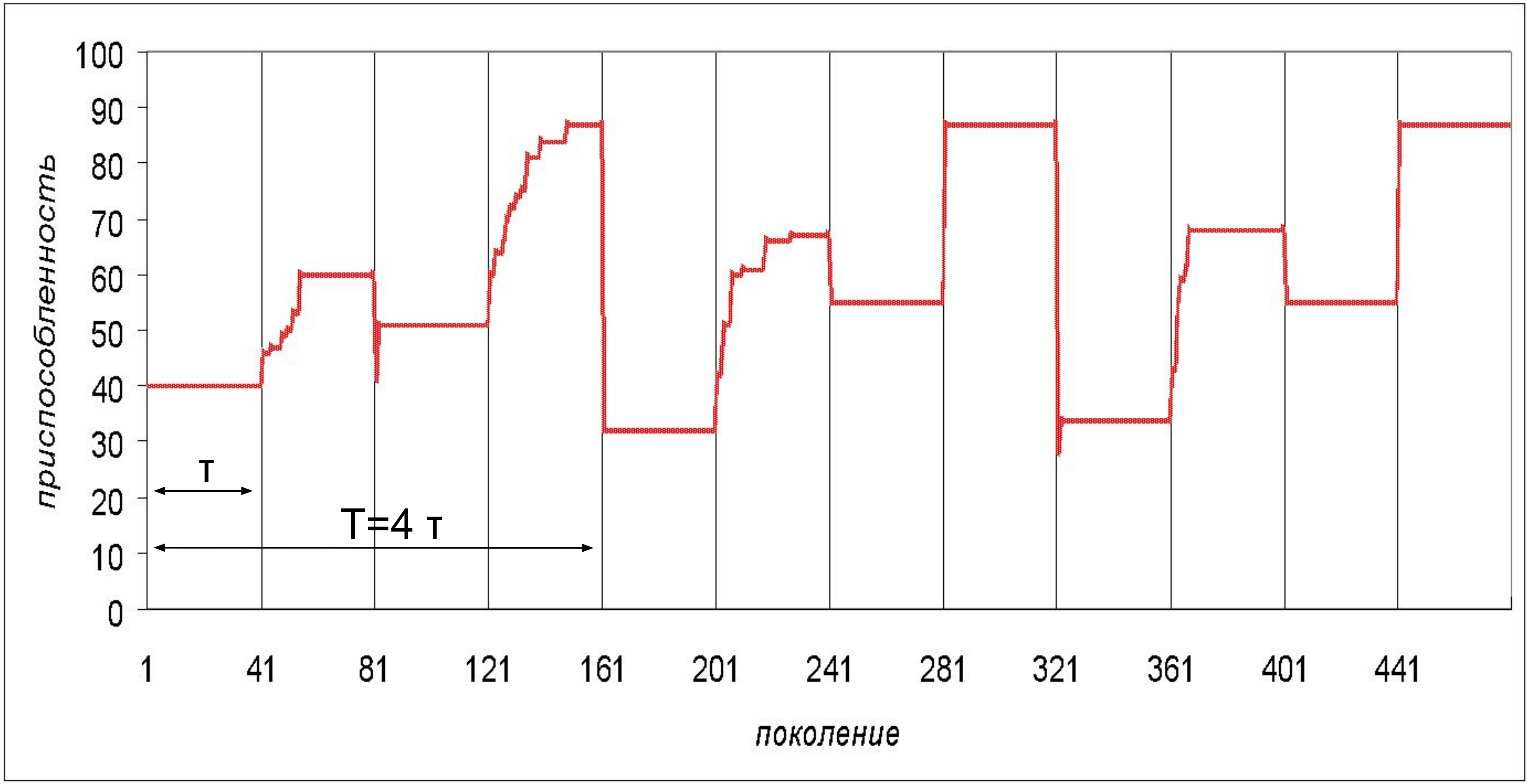
Алгоритм с памятью



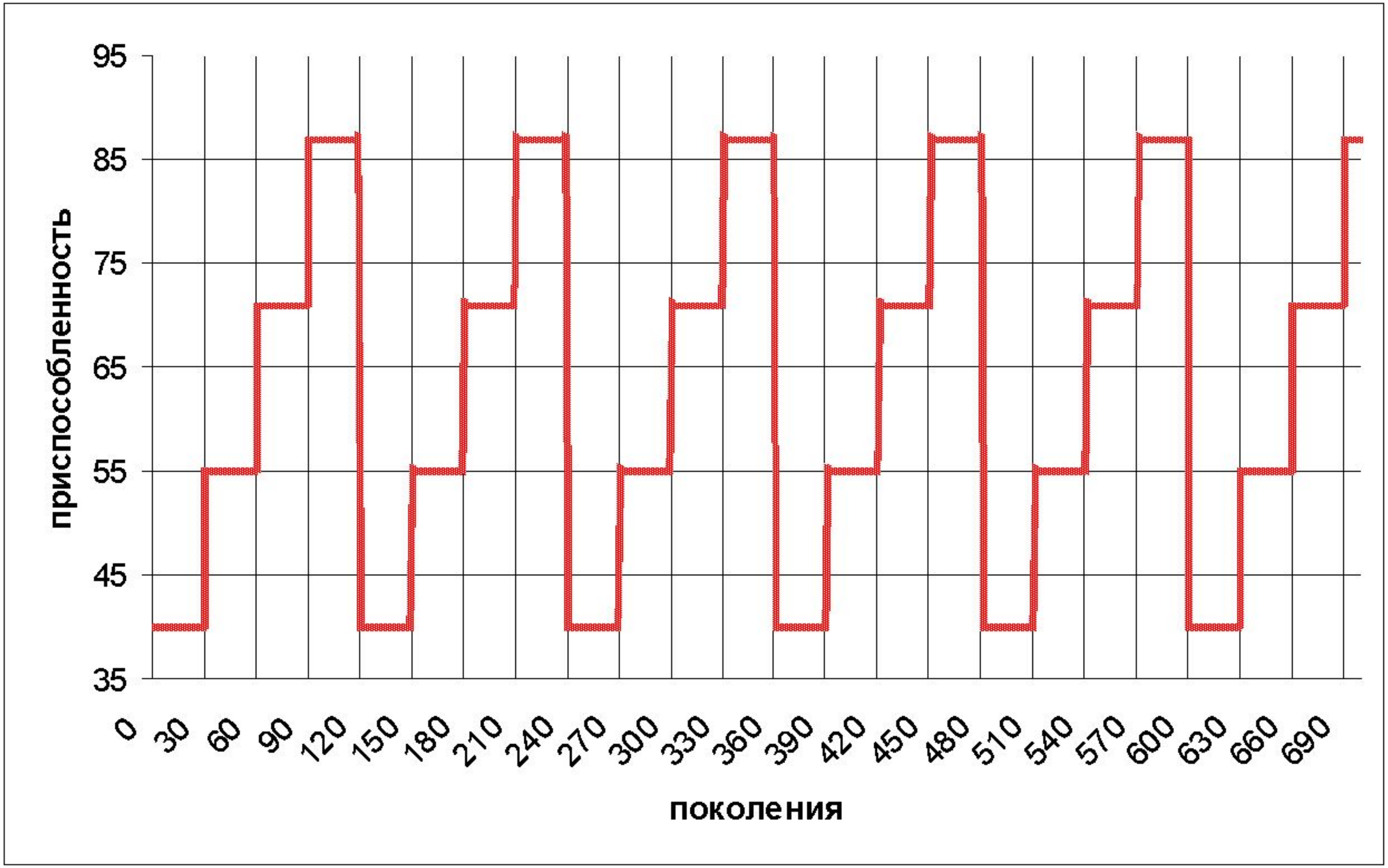
Алгоритм с памятью



Пример решения нестационарной задачи о ранце



Пример решения нестационарной задачи о ранце



Меры эффективности алгоритмов для нестационарных задач

- ***Точность*** [11]

$$acc_{F,EA}^{(t)} = \frac{F(best_{EA}^{(t)}) - Min_F^{(t)}}{Max_F^{(t)} - Min_F^{(t)}}$$

- ***Средняя коллективная приспособленность*** [7]

$$F_C = \frac{\sum_{m=1}^{M}\left(\frac{\sum_{g=1}^{P}(F_{Best}^{g})}{P}\right)}{M}, \quad где \begin{array}{l} P - количество\ поколений\ в\ запуске \\ M - количество\ запусков\ алгоритма \end{array}$$

- ***Средняя скорость отклика*** – среднее количество вычислений, затрачиваемое для нахождения оптимального решения текущей задачи.

Сравнение эффективности алгоритмов

Алгоритм	**Коллективная приспособленность**	**точность**	**Средняя скорость отклика (поколений)**
Алгоритм с памятью	63.108	0.996	2.60
Структурный алгоритм	54.291	0,835	20.44
Гаплоидный с преобразованием генотипа	56.829	0,901	23.16
Диплоидный	49.185	0,785	25.99
Гаплоидный со штрафной функцией	24.896	0,329	25.53

Литература

1. J. Branke. Memory enhanced evolutionary algorithms for changing optimization problems. In Congress on Evolutionary Computation CEC99, volume 3, pages 1875--1882. IEEE, 1999.
2. Cobb H. An Investigation into the Use of Hypermutation as an adaptive Operator in Genetic Algorithm Having Continuous, Time-Dependent Nonstationary Environments. Naval Research Laboratory Memorandum Report 6760. (1990).
3. Dasgupta D., McGregor D. R. Nonstationary function optimization using the Structured Genetic Algorithm. In Proceedings of Parallel Problem Solving From Nature (PPSN-2), Brussels, 28-30 September, pages 145--154, 1992.
4. Ghosh, S. Tstutsui, and H. Tanaka. Function optimization in nonstationary environment using steady state genetic algorithms with aging of individuals. In IEEE Intl. Conf. on Evolutionary Computation, pages 666--671, 1998.
5. Grefenstette John J. Genetic Algorithms for changing environments. In Proceedings of Parallel Problem Solving From Nature (PPSN-2), Brussels, 28-30 September, pages 137--144, 1992.
6. J. Eggermont, T. Lenaerts, S. Poyhonen and A. Termier Raising the Dead; Extending Evolutionary Algorithms with a Case-Based Memory Proceedings of the Fourth European Conference on Genetic Programming (EuroGP'01) LNCS 2038 , 2001.
7. Ronald W. Morrison. Performance Measurement in Dynamic Environments, citeseer.ist.psu.edu/676673.html
8. K. P. Ng and K. C. Wong. A new diploid scheme and dominance change mechanism for non-stationary function optimization. In L. J. Eshelman, editor, Proc. 6th Int'l Conference on Genetic Algorithms, 1995.
9. C. Ramsey and J. Grefenstette. Case-based initialization of genetic algorithms. In Proc. Fifth International Conference on Genetic Algorithms, pages 84--91, 1993.
10. Vavak,F. , Jukes,K.A., Fogarty,T.C. Leaning the Local search range for genetic optimization in nonstationary environments/ In IEEE Intl/ Conf/ on Evolutionary Computation ICEC’97, pp. 355-360. IEEE Publishing, 1997.
11. Weicker, K.: Performance Measures for Dynamic Environments. In: Parallel Problem Solving from Nature - PPSN VII, Lecture Notes in Computer Science 2349. Springer-Verlag 2002 64-73