



Лекция №9

**Генетические алгоритмы
Фундаментальная теорема
Эволюционные стратегии**

ГА. Фундаментальная теорема



Является основной теоремой эволюционного моделирования и связана с математическим обоснованием принципов генетического поиска оптимальных решений и его эффективности как альтернативной технологии оптимизации.

Шаблон (схема) – подмножество хромосом, имеющих одинаковые значения в некоторых позициях, например шаблон *101* описывает 4 хромосомы.

{01010, 01011, 11010, 11011}

Порядок шаблона – количество зафиксированных позиций (равны 0 или 1).

Длина шаблона – расстояние между первой и последней зафиксированной позицией.

ГА. Фундаментальная теорема



Короткие (по отношению к кроссинговеру), низкого порядка (по отношению к мутациям), имеющие оптимальность выше средней по популяции шаблоны (хромосомы) увеличивают свое представление в последовательности поколений экспоненциально.

ГА. Фундаментальная теорема



Следствия из теоремы:

- ✓ неправильно выбранное соотношение «исследование-использование» приводит к разрушению строительных блоков – шаблонов, описывающих перспективные хромосомы;
- ✓ ГА в процессе своей работы обрабатывает не двоичные строки (хромосомы), а шаблоны;
- ✓ в течении одного поколения оцениваются $\approx N_p^3$ двоичных структур, при размере популяции N_p ;
- ✓ линейное увеличение размера популяции экспоненциально ускоряет поиск решения задачи, но требует дополнительной настройки ГА.

ГА. Настройка управляющих параметров



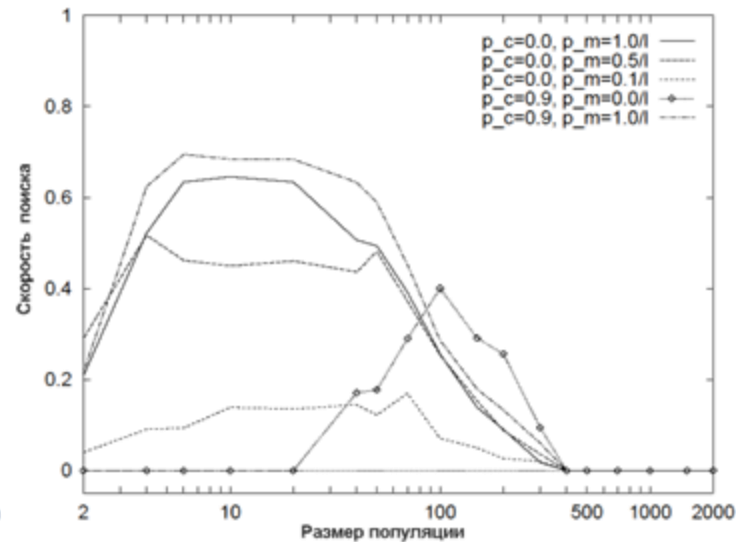
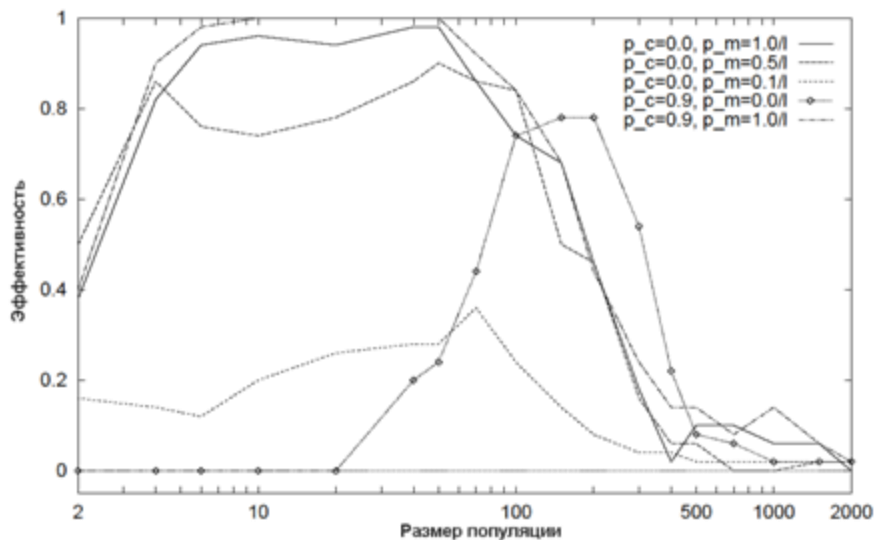
Обычно настраиваются следующие управляющие параметры: размер популяции, вероятность кроссинговера, вероятность мутации.

Критерии оценки поиска решений:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Число случаев нахождения ГА оптимума}}{\text{Общее число запусков ГА}}$$

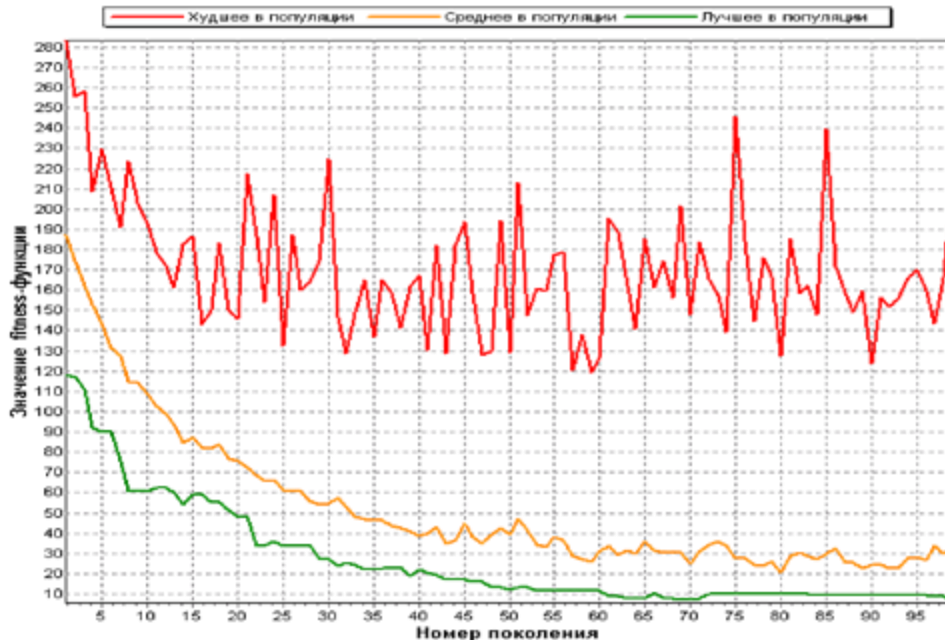
$$\text{Скорость поиска} = 1 - \frac{\text{Реальное число вычислений fitness-функции}}{\text{Заданный предел числа вычислений fitness-функции}}$$

ГА. Настройка управляющих параметров



ГА. Мониторинг и визуализация работы

Можно визуально оценить качество работы ГА по динамике процесса эволюционного моделирования:



Эволюционные стратегии (ЭС)



Концепция была предложена в 1960 г. и предполагала некомпьютерное применение: структурная оптимизация физической модели, технология промышленного менеджмента (эволюционная операция).

Первый компьютерный алгоритм эволюционной стратегии был предложен в 1965 г. [I. Rechenberg], усовершенствован в 1973 г.

- ✓ все преобразования выполняются над фенотипом (вещественные числа);
- ✓ четкое разделение поколения родителей и потомков;

Эволюционные стратегии (ЭС)



- ✓ схемы ЭС: $(1+1)$ – один родитель порождает одного потомка, $(\mu+\lambda)$ – μ родителей порождает λ потомков, среди которых μ лучших отбираются в следующее поколение;
- ✓ мутация является основным генетическим оператором, который применяется к каждому члену популяции;
- ✓ значения параметров мутации изменяются в процессе работы ЭС (самоадаптация);
- ✓ для регулирования интенсивности мутации и направления поиска применяются различные эвристики и зависимости теории вероятности;
- ✓ «правило успеха» ЭС – отношение успешных мутаций к общему числу не менее 0,25.

Эволюционное программирование



Принципы предложены в 1966 г. [L. Fogel].

Главная цель – исследование работы конечных автоматов для получения оптимальной диаграммы его переходов между состояниями.

- ✓ все преобразования выполняются над фенотипом (вещественные числа);
- ✓ мутация является основным генетическим оператором, который применяется к каждому члену популяции;
- ✓ потомки, получаются посредством мутации копий родителей до удвоения размера популяции. Затем популяция сокращается в два раза за счет решений с наименьшими значениями fitness-функции;
- ✓ для регулирования интенсивности мутации и направления поиска применяются различные зависимости теории вероятности.

ЭМ. Этапы решения задач оптимизации

