



# КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 004.353:004.45

*Н. В. Давидюк, С. В. Белов*

## ФОРМИРОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ В ПРОЦЕДУРЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОИСКА ВАРИАНТА ЭФФЕКТИВНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ НА ОБЪЕКТЕ ЗАЩИТЫ

### Введение

В настоящее время существует целый ряд способов решения оптимизационных задач разного рода. Многие из них могут быть решены и решаются методами моделирования эволюции, основанными на аналогии процессам генетического наследования и естественного отбора. Этот метод был впервые применен к искусственным системам Холландом в 1975 г. Использование генетических алгоритмов поиска обусловлено достаточно высокими результатами, полученными при решении различных задач со сходными особенностями, в том числе и  $NP$ -полных, при сравнительно простой идее этого метода и его универсальности [1].

Основные принципы работы любых генетических алгоритмов заключены в определенной последовательности:

1. Генерируется начальная популяция из  $N_p$  хромосом.
2. Вычисляется для каждой хромосомы ее пригодность (значение целевой функции).
3. Выбирается пара хромосом-родителей с помощью одного из способов отбора.
4. Проводится скрещивание двух родителей с вероятностью  $P_c$ , в результате получаются потомки.
5. Проводится мутация с вероятностью  $P_m$ .
6. Шаги 3–5 повторяются до тех пор, пока не будет сгенерировано новое поколение популяции, содержащее  $N_p$  хромосом, или промежуточная популяция, из которой с помощью одного из методов селекции формируется новая популяция.
7. Шаги 2–6 повторяются до достижения критерия окончания процесса.

Специфика применения генетических алгоритмов заключается в их модификации для решения конкретной оптимизационной задачи (кодирование и форма представления хромосомы, способ формирования начальной популяции, выбор способов рекомбинации и пр.). От «качества» выполнения модификации зависит результат работы самого алгоритма.

### Постановка задачи и цель работы

Постановка задачи эффективного размещения технических средств обнаружения (ТСО) на объекте защиты (ОЗ) полностью сформулирована в [2] и в общем виде заключается в следующем: необходимо найти решение  $\hat{X}$  (вариант размещения ТСО на ОЗ), при котором обеспечивается максимальная степень обнаружения злоумышленника при ограниченных материальных затратах, т. е.:

$$P(\hat{X}, T, C) = \max_{X \in D} P(X, T, C), \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n C_{\hat{x}_i} \leq C_{\max},$$

$$D = \{X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in T, i = 1, 2, \dots, n\},$$

где  $P(X, T, C)$  – целевая многопараметрическая функция, выражающая степень защищенности ОЗ, которая может иметь несколько глобальных экстремумов;  $D$  –  $n$ -мерная дискретная область поиска решения;  $T$  – множество типов ТСО,  $T = \{0, T_1, T_2, \dots, T_l\}$ , где  $l$  – общее количество различных типов ТСО;  $C$  – вектор стоимости проекта (конкретного состава ТСО, расположенного в  $n$  точках объекта),  $C = \{0, C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ,  $C_i$  – стоимость ТСО  $i$ -го типа;  $C_{\max}$  – максимальная стоимость проекта (подобранного для ОЗ состава ТСО);  $X$  – вектор решения,  $i$ -й элемент которого содержит тип ТСО, расположенный в  $i$ -й точке ОЗ,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $x_i \in T$ .

При этом ОЗ представляется моделью в виде множества точек потенциального расположения ТСО, полученного следующим образом.

При проектировании систем физической защиты контролируемую территорию (объем) объекта целесообразно декомпозировать на отдельные локальные зоны защиты  $O$  (отдельные помещения, коридоры и т. д.),  $O = \{O_1, O_2, \dots, O_B\}$ ,  $B$  – количество выделенных на ОЗ локальных зон. Далее в пределах каждой локальной зоны необходимо выделить элементарные контролируемые области  $\{o^j\} \in O$  и предварительное множество точек ОЗ  $K$ , являющихся потенциальными точками расположения того или иного типа ТСО,  $K = \{(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \dots, (x_n, y_n, z_n)\}$ ,  $n$  – общее количество точек. Таким образом, любой ОЗ применительно к поставленной задаче можно представить множеством точек  $K$ , в которых потенциально возможна установка ТСО.

Нами под типами ТСО понимаются технические средства, классифицированные по ряду признаков, из которых ключевыми для формирования определенной зоны обнаружения ТСО являются признаки «физический принцип обнаружения» и «принцип формирования сигнала». Полный анализ и системная классификация ТСО рассматриваются в других работах [3].

Каждому типу ТСО, согласно указанной классификации, ставится в соответствие конкретное целочисленное значение, например, инфракрасное активное ТСО – «1», микроволновое ТСО – «2» и т. д. В итоге весь спектр ТСО представляется множеством элементов  $T = \{T_i\}$ ,  $T_i \in N$ ,  $i = 1, \dots, l$ , где  $l$  – количество типов ТСО.

При этом для учета требований и рекомендаций по расположению различных типов ТСО на объектах сформированное множество  $T$  поддается делению на подмножества  $T'$  – ТСО с «углом обзора» зоны обнаружения менее или равным  $90^\circ$  и  $T''$  – остальные. Тогда:

$$T = \{T'_1 \dots T'_i, T''_{i+1} \dots T''_l\}, i = 1, \dots, l,$$

где  $l$  – количество типов ТСО.

Нами был разработан генетический алгоритм, адаптированный к специфике задачи автоматизированного эффективного размещения ТСО на ОЗ любой сложности.

Целью исследований являлось рассмотрение подходов к формированию начальной популяции генетического алгоритма и разработка метода ее формирования применительно к задаче эффективного расположения ТСО на ОЗ.

Рассмотрим подробнее стадию формирования начальной популяции хромосом, являющуюся первым этапом функционирования генетического алгоритма.

Обычно формирование исходной популяции заключается в выборе заданного количества хромосом (особей) – конечного набора допустимых решений задачи [1]. Во многих работах отмечается [1, 4, 5], что выбор «хорошей» начальной популяции, состоящей, например, из множества локальных оптимумов, приводит к заметному сокращению достижения глобального оптимума, что не гарантировано при формировании начальной популяции случайным образом. Этот способ, однако, все еще широко используется на практике.

Другим подходом к данному вопросу является разработка и использование так называемых «жадных» алгоритмов. Под «жадным» алгоритмом понимается алгоритм, заключающийся в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе. Допускается, что конечное решение также окажется оптимальным. Иными словами, это алгоритмы, действующие по принципу «максимальный выигрыш на каждом шаге» [6].

Предлагается рассмотреть разработанный «жадный» алгоритм для формирования начальной популяции хромосом генетического алгоритма применительно к задаче эффективного размещения ТСО на ОЗ, выраженной формулой (1).

С целью сократить размерность пространства поиска, в качестве возможных координат размещения ТСО будем рассматривать ограниченное количество точек  $k_i^j \in o^j$  (например, вершины параллелепипеда, которым была аппроксимирована элементарная контролируемая область),  $i = 1, \dots, m$ , где  $m$  – количество точек в конкретной  $j$ -й области. При этом каждая точка  $k_i^j = (x_i^j, y_i^j, z_i^j)$  определяется декартовыми координатами расположения ТСО в пространстве объекта.

Для каждой точки  $k_i^j \in o^j$  введем набор следующих характеристик:

- показатель охвата точки  $Z_{\text{охв}}$  – характеризует объем, «просматриваемый» из точки возможного нахождения злоумышленника в пределах данной локальной зоны  $O$  в реальных условиях работы ОЗ. Один из подходов к расчету данного коэффициента приведен в [6];

- показатель наблюдаемости точки  $Z_1'$  – характеристика, отражающая возможность обнаружения злоумышленником факта установки ТСО в данной точке из точки его возможного нахождения. Определяется экспертными методами.

Тогда для формирования начальной популяции хромосом в поставленной задаче предлагается использовать следующий «жадный» алгоритм, приведенный на рисунке.

Пошаговое описание предлагаемого алгоритма.

1. Получить конечное множество потенциальных точек  $\tilde{K}$  расположения ТСО на ОЗ по приведенной процедуре:

1.1. Декомпозировать ОЗ на элементарные контролируемые области  $\{o^j\}_{j \in O}$  и выделить предварительное множество точек  $K$ .

1.2. Рассчитать для выделенного множества потенциальных точек указанные характеристики  $Z_{\text{охв}}$  и  $Z_1'$ .

1.3. Упорядочить точки по мере уменьшения их показателей охвата  $Z_{\text{охв}}$  и отсеять точки с недопустимыми значениями характеристик.

1.4. Упорядочить единожды усеченное множество точек по мере увеличения их показателей наблюдаемости  $Z_1'$  и отсеять точки с недопустимыми значениями характеристик.

Оставшиеся после шагов 2 и 3 точки и представляют собой конечное множество  $\tilde{K} \in K$  потенциальных точек расположения ТСО, где  $\tilde{K} \leftrightarrow O$ .

Таким образом, в предлагаемом алгоритме параллельно решается подзадача конечного отбора точек, однозначно претендующих на расположение в них ТСО в силу удовлетворения поставленных требований.

Очевидно, что усечение множества  $K$  до  $\tilde{K}$  ведет к сокращению пространства поиска предлагаемого алгоритма, исключая, таким образом, трату временных ресурсов на обработку заведомо неподходящих вариантов решения и позволяя повысить скорость работы алгоритма.

2. Сформировать шаблон хромосомы.

3. Поочередно расположить в выбранных точках ТСО только одного конкретного типа (таким образом получим порождающую хромосому).

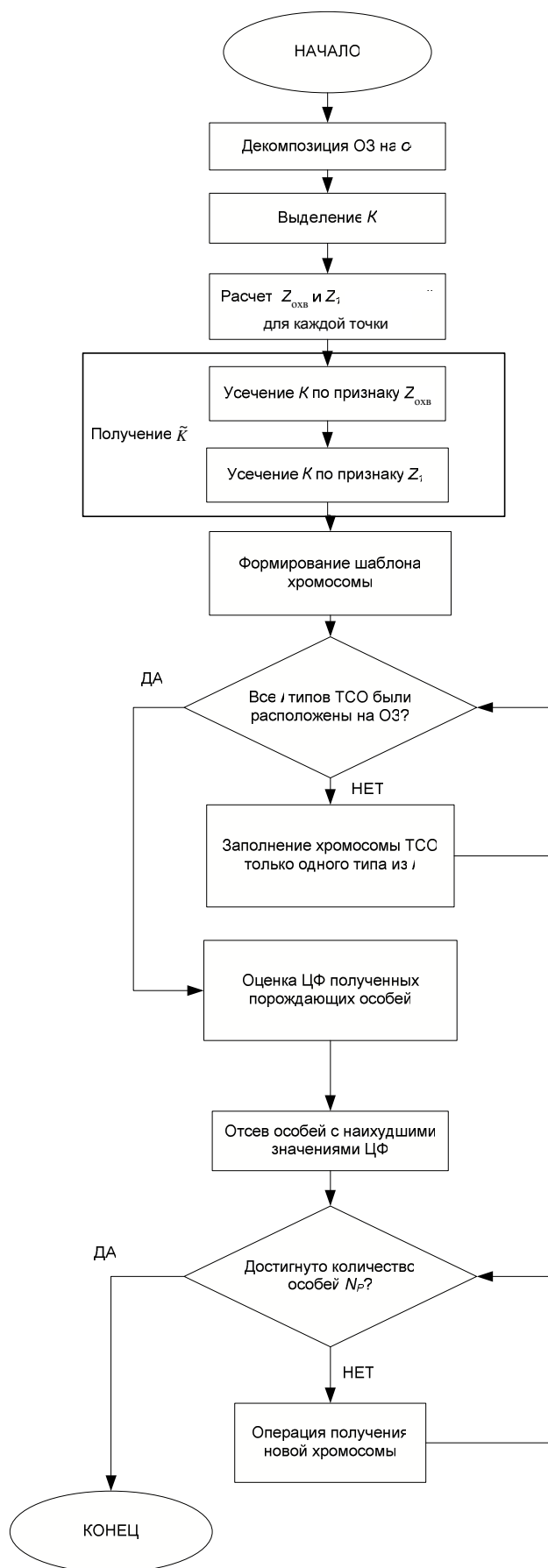
4. Рассчитать целевую функцию  $P$  для получившейся хромосомы.

5. Прodelать шаги 4 и 5  $l$  раз (по количеству типов ТСО). В результате операции 4 получим  $l$  порождающих хромосом.

6. Отсеять хромосомы с наихудшими значениями целевой функции (ЦФ).

7. Применять к оставшимся порождающим хромосомам операцию перемешивания до получения популяции численностью  $N_p$ .

Под операцией перемешивания понимается операция обмена частями цепочки генов согласно разработанному в шаге 2 шаблону. В этом случае, в отличие от хаотичного перемешивания, порожденная хромосома окажется корректной и не потребует дополнительной операции корректности хромосом.



«Жадный» алгоритм формирования начальной популяции

Полученная в результате работы такого алгоритма популяция и будет являться начальной (исходной).

### **Заключение**

Применение «жадного» алгоритма в процессе формирования начальной популяции для дальнейшей работы генетического алгоритма эффективного размещения состава ТСО на ОЗ позволит изначально получить набор легальных особей с приемлемыми значениями целевой функции, что не гарантировано при использовании случайной генерации начальной популяции хромосом.

Описанный «жадный» алгоритм при условии корректной реализации других блоков генетического алгоритма (селекция, скрещивание, мутация и т. д.) приведет к сокращению временных и трудовых затрат в процессе работы основного алгоритма поиска.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
2. Давидюк Н. В. Методика оценки эффективности расположения средств обнаружения на объекте защиты // Информатика & Безопасность. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2008. – № 4. – С. 523–528.
3. Давидюк Н. В. Классификация и паспортизация средств обнаружения в комплексе технических средств охраны объекта // Тр. Грознен. гос. нефтяного ин-та им. акад. М. Д. Миллионщикова. – Грозный: Изд-во ГГНИ, 2007. – Вып. 7. – С. 134–139.
4. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило и др. – Харьков: ОСНОВА, 1997. – 112 с.
5. Курейчик В. В., Стасенко Л. А. Применение генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач на графах // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2002. – № 3 (11) / <http://pitis.tsure.ru>.
6. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы и алгоритмы // Сайт Интернет-университета информационных технологий, 2009 / [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
7. Белов С. В. Автоматизированная система анализа физической защищенности объектов обработки информации: дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань: АГТУ, 2005. – С. 45–50.

Статья поступила в редакцию 23.10.2009

### **THE FORMATION OF INITIAL POPULATION IN GENETIC ALGORITHM OF EFFECTIVE DISPOSITION OF DETECTIVITY SENSORS ON THE MAINTENANCE OBJECT**

*N. V. Davidiuk, S. V. Belov*

The aspects of genetic algorithm modification for solving the problem of automatized detectivity sensors disposition on the maintenance object are considered. The developed «greedy» algorithm is offered to use for the formation of «good» initial population of solutions.

**Key words:** detectivity sensors, detectivity sensors disposition, genetic algorithm, initial population.