

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.617

А.И. ДИВЕЕВ, Е.А. СОФРОНОВА**МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С СЕТЕВЫМ ОПЕРАТОРОМ
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Рассмотрена задача структурно-параметрической идентификации системы управления. Приведено ее решение по методу генетического программирования на основе сетевого оператора. Описаны свойства сетевого оператора, правила его построения и использования. Изложен принцип базисного решения, который позволяет применять генетические операции к вариациям такого решения. Показано влияние выбора базисного решения, задаваемого разработчиком на основе опыта исследования конкретной задачи, на эффективность генетического алгоритма. Приведены результаты вычислительного эксперимента решения прикладной задачи идентификации.

Ключевые слова: идентификация систем управления, генетический алгоритм, генетическое программирование, сетевой оператор, принцип базисного решения.

Введение. Решение задачи структурно-параметрической идентификации системы управления, как правило, проводится в два этапа: первоначально выбирается структура системы управления, а затем — значения параметров в ней. Этап выбора структуры в большинстве случаев осуществляется «вручную», т. е. в результате анализа причин наблюдаемого поведения системы. Вычислительные методы применяются только на этапе выбора значений параметров.

Метод генетического программирования [1], разработанный в 1992 г. профессором университета Стэнфорда Дж. Козой, позволяет использовать вычислительную машину для поиска алгоритма или математического выражения, т. е. с помощью вычислительной машины определить структуру системы управления. Основным элементом генетического программирования является структура данных — польская запись, — которая позволяет описывать в виде строки символов любые математические выражения или алгоритмы. Генетический алгоритм применяет генетические операции, прежде всего операцию скрещивания, к польским записям и получает новые записи, которые соответствуют новым математическим выражениям.

Для корректного использования генетического программирования требуется анализ достаточно большого множества возможных решений. При проверке каждого решения, т. е. при вычислении функции приспособленности для него или при выполнении генетических операций с ним, каждая польская запись должна быть корректно прочитана, для чего должен использоваться лексический анализатор. Работа лексического анализатора замедляет процесс вычислений. В Стэнфорде при решении задач методом генетического программирования используют мощную вычислительную машину из тысячи кластеров [5]. Другим недостатком генетического программирования, основанного на польской записи, является то, что сама запись первоначально не предусматривает включения в нее несколько раз одних и тех же аргументов, переменных или констант. Наконец, третьим недостатком генетического программирования с польской записью является то, что при ее использовании трудно ограничить область поиска. В примерах использования генетического программирования [1—4] размеры первоначальных популяций превосходили один миллион.

В генетическом программировании альтернативой польской записи является сетевой оператор. Это другая структура данных, которая позволяет описывать математические выражения с помощью ориентированного графа [6—10]. Данный граф может представляться в