

Она состоит из четырех основных блоков. В блоке инициализации производится выбор и построение моделей эволюции. В блоке обработки на основе выбранных моделей строится алгоритм поиска решений. Далее в блоке вычислений производится генерация альтернативных решений, построение целевой функции и выбор квазиоптимальных решений. В случае получения неудовлетворительных решений, в блоке распределения, производится распараллеливание процесса решения и реализация алгоритмов с помощью многопроцессорных систем.

**Заключение.** При использовании традиционных методов принятия решений все вычисления приходится начинать заново, что приводит к большим затратам машинного времени. При эволюционном подходе на основе описанных моделей популяцию можно анализировать, дополнять и видоизменять применительно к изменяющимся условиям, что повышает эффективность принятия решений в неопределенных условиях. Моделирование эволюции предоставляет алгоритмические средства для принятия решений. В общих чертах, эволюция описывается как многоступенчатый итерационный процесс, состоящий из случайных изменений и последующего отбора.

Объединение передовых направлений искусственного интеллекта, биологии и информационных технологий и нанонауки позволяет выработать новую эффективную стратегию принятия решений в неопределенных и нечетких условиях.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рапопорт Г.Н., Герц А.Г. Искусственный и биологические интеллекты. Общность структуры, эволюция и процессы познания. – М.: Ком Книга, 2005.
2. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: модели и концепции эволюционной кибернетики. – М.: Ком Книга, 2005.
3. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. – М.: «Тайдекс Ко», 2003.
4. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.
5. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – М.: Физматлит, 2006.
6. Practical Handbook of Genetic Algorithms. Editor I. Chambers. V.3, Washington, USA, CRC Press, 1999.
7. Дульнев Г.Н. Введение в синергетику. – СПб.: Изд-во «Проспект», 1998.
8. Колосов Г.Е. Об одной задаче управления численностью популяции // Изв. РАН. Теория и системы управления, № 2, 1995. – С.113-121.
9. Курейчик В.В., Сороколетов П.В., Хабарова И.В. Динамические генетические алгоритмы в системах поддержки, принятия решений. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006.
10. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М. Роко. Пер. с англ. – М.: 2002.

УДК 681.31

**Ю.О. Чернышев, Н.Н. Венцов, Г.В. Демчук**

#### **АДАПТИРОВАННАЯ ЭВРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТАРТОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА, РЕШАЮЩЕГО ЗАДАЧУ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОРЯДКА СОЕДИНЕНИЯ ОТНОШЕНИЙ**

**Введение.** Актуальность исследования обусловлена недостаточной эффективностью стандартных механизмов информационного обеспечения систем автоматизации проектирования (САПР). При построении эффективных механизмов доступа к информационным массивам большого объема и сложной структуры ключ-

чей проблемой является выбор оптимального порядка соединения отношений. Известные методы решения данной задачи обладают рядом недостатков, например, модификации методов динамического программирования характеризуются экспоненциальной временной сложностью, эвристики, основанные на жадном алгоритме, не гарантируют получения оптимальных либо субоптимальных решений. На практике это приводит к увеличению времени реализации всего маршрута проектирования.

Рассматриваемая задача является комбинаторной. В настоящее время для решения экстремально-комбинаторных задач эффективно используются генетические алгоритмы (ГА) [1]. ГА – это новая технология решения задач оптимизации, искусственного интеллекта, проектирования и т.п., основанная на моделировании естественных, эволюционных процессов [1-4]. Гибкость структуры генетических алгоритмов позволяет осуществлять настройку и перенастройку в процессе решения. Эта особенность ГА позволяет получать более качественные результаты по сравнению с другими методами [3].

**Основная часть.** В [5] представлен вариант простого генетического алгоритма (ПГА) для выбора оптимального порядка соединения отношений.

Простой генетический алгоритм состоит из трех основных операторов [6]: селекции (репродукции), кроссинговера и мутации. Кроме того, в последнее время получили широкое распространение генетические эвристики, использующие только операторы селекции и мутации (операторы рекомбинации не используются) [7].

В приведенном ПГА хромосомы начальной популяции формируются случайно. Недостатком такого подхода является высокая вероятность попадания в стартовую популяцию особей с очень высокой стоимостью целевой функции. Известно, что, если на начальном этапе получено хорошее решение, то генетический алгоритм сойдется за меньшее число шагов. В связи с чем, актуальной проблемой построения генетических алгоритмов является разработка процедур построения стартовых популяций, содержащих в себе хромосомы с низкой стоимостью. Место процедуры формирования стартовой популяции в структуре генетического алгоритма представлено на рис. 1.

Первым этапом работы генетического алгоритма является формирование стартовой популяции. Блок “Формирование стартовой популяции” осуществляет генерирование заданного числа особей стартовой популяции. Каждая сгенерированная особь характеризует определенный порядок соединения отношений. Для представления решения в виде, удобном для реализации на ЭВМ, требуется такая структура, которая позволит кодировать любое возможное решение и производить его оценку. Математически доказано, что не существует идеальной структуры представления такой, что для создания хорошей структуры требуется анализ, перебор и эвристические подходы [7]. Для полученных особей подсчитываются

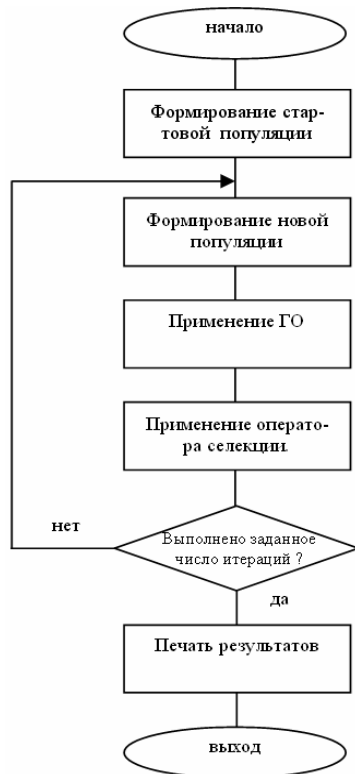


Рис. 1. Процедура формирования стартовой популяции в структуре

стоимости выполнения, т.е. затраты на соединение отношений таким порядком который описывает данная особь. В дальнейшем происходит итеративное генерирование новых популяций на основе предшествующих.

На  $i$ -ой итерации при помощи генетических операторов, кроссинговера и мутации, формируется  $m$  новых особей (на основе  $m$  отношений, полученных в  $(i-1)$ -ой итерации).

Из этих  $2m$  хромосом на основе заданного правила селекции выбираются  $m$ , которые образуют  $i$ -ю популяцию. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет выполнено заданное число итераций.

С целью сравнения свойств стартовых популяций, полученных на основе случайной генерации и при помощи эвристики на основе знания о целевой функции, была произведена серия экспериментов. Особи стартовых популяций, полученные при помощи случайной генерации, распределены по всей области значений, вследствие чего, представленные в них решения, зачастую, обладают достаточно высокой стоимостью. Стоимость хромосомы, полученной случайным образом, может превышать стоимость оптимального решения в десятки раз. Вероятность нахождения оптимального решения на этапе формирования стартовой популяции при помощи случайной генерации составляет менее 0,01.

Разработанная эвристика формирования стартовой популяции тестировались на задачах размерности от 5 до 11 отношений. На рис. 2 приведено распределение минимальных стоимостей стартовых популяций, полученных при решении задачи в серии из 100 экспериментов. Данные представленные в табл. 1, 2 отражают результаты тестов на задачах размерности 5 и 8. В представленных ниже таблицах: P – частота получения решения; S – значение целевой функции; Pers – число особей в стартовой популяции; N – размерность задачи.

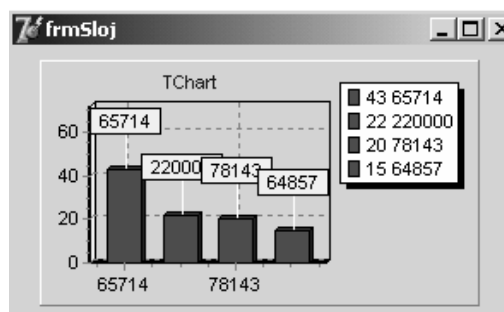


Рис. 2. Распределение минимальных стоимостей стартовых популяций

Таблица 1

Распределение минимальных стоимостей стартовых популяций (N=5)

Pers=3		Pers=6		Pers=9	
P	S	P	S	P	S
0,4	65714	0,32	65714	0,43	65714
0,22	220000	0,30	220000	0,30	220000
0,21	78143	0,30	78143	0,11	64857
0,09	64857	0,08	64857	0,11	78143

Во втором примере (табл. 2) с увеличением количества особей в стартовой популяции вероятность попадания в оптимум увеличивается с 0,08-0,10 для Pers=3 до 0,10- 0,12 для Pers=9.

Таблица 2

Распределение минимальных стоимостей стартовых популяций (N=8)

Pers=3		Pers=6		Pers=9	
P	S	P	S	P	S
0,23	274329	0,26	274329	0,25	274329
0,18	273279	0,17	210760	0,16	234280
0,15	234280	0,15	147528	0,16	147528
0,13	267771	0,14	267771	0,15	267771
0,12	210760	0,11	234280	0,14	210760
0,11	276171	0,09	276171	0,09	276171
0,08	<u>147528</u>	0,08	273279	0,05	273279

**Заключение.** На основании полученных результатов можно предположить:

1. Применение адаптированной эвристики для формирования стартовой популяции более предпочтительно в сравнении со случайной генерацией.

2. Решения, полученные при помощи адаптированной эвристики, имеют стоимости близкие к стоимости оптимального решения (для рассмотренных примеров оптимальное решение может быть найдено в процессе формирования стартовой популяции с вероятностью 0,08).

3. Увеличение числа особей стартовой популяции приводит к некоторому увеличению вероятности попадания в оптимум.

4. С увеличением размерности задачи вероятность попадания в оптимум на этапе формирования стартовой популяции уменьшается.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б., Чернышев Ю.О. Адаптация на основе самообучения. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГАСХМ ГОУ, 2004. – 146 с.
2. Practical Handbook of Genetic Algorithms. Editor I. Chambers. V.3, Washington, USA, CRC Press, 1999.
3. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б. Поисковая адаптация: теория и практика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
4. Курейчик В.М. Гибридные генетические алгоритмы // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, № 2, 2007. – С. 5-12.
5. Венцов Н.Н. Разработка и исследование простого генетического алгоритма выбора оптимального порядка соединения отношений. Компьютерные и вычислительные технологии в задачах естествознания и образования: сборник материалов Международной научно-технической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 35-38.
6. Курейчик В.В. Эволюционные методы решения оптимизационных задач: Монография; ТРТУ. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. – 91 с.
7. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.