

УДК 681.3.681.5

UDC 681.3.681.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОЙ  
МИНИМАКСНОЙ ЗАДАЧИ С  
ПОМОЩЬЮ ОСТРОВНОЙ МОДЕЛИ****RESEARCH ON THE NONUNIFORM  
MINIMAX PROBLEM USING  
THE ISLAND MODEL***Н. В. Царегородцева, В. Г. Кобак**N. V. Tsaregorodtseva, V. G. Kobak*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону,  
Российская Федерация

[nadezhdacygankova@yandex.ru](mailto:nadezhdacygankova@yandex.ru)[valera33305@mail.ru](mailto:valera33305@mail.ru)

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[nadezhdacygankova@yandex.ru](mailto:nadezhdacygankova@yandex.ru)[valera33305@mail.ru](mailto:valera33305@mail.ru)

Рассматривается островная модель генетического алгоритма и исследуется ее применение для решения неоднородной минимаксной задачи. Описаны циклический и свободный оператор миграции, проведено сравнение точностных и временных характеристик соответствующих алгоритмов. На основе проведенного исследования предложено использовать для решения неоднородной минимаксной задачи островную модель со свободным оператором миграции.

This article deals with the island model genetic algorithm and studies its application for solving nonuniform minimax problem. The paper describes cyclical and free migration operator and compares the accuracy and time characteristics of these algorithms. On the basis of the conducted research the authors suggest to use the island model with a free migration operator to solve the nonuniform minimax problem.

**Ключевые слова:** генетический алгоритм, островная модель, миграция.

**Keywords:** Genetic algorithm, island model, migration.

**Введение.** Генетические алгоритмы применяются для поиска глобального экстремума функции многих переменных. Они основаны на моделировании базовых механизмов популяционной генетики и процедур отбора, направленных на улучшение приспособленности членов популяции от поколения к поколению. Обычно это формулируется и реализуется как «преимущественное размножение сильнейших».

Устройство генетического алгоритма (ГА) в общем случае не зависит от конкретной решаемой задачи, однако протекание процесса его работы определяется неформализуемой информацией, возникающей в этом процессе. Задача формулируется с помощью определения метода оценки генотипов (функции приспособленности — «fitness function»), а также выбора в рамках этого метода того или иного способа кодирования пространства поиска. Алгоритм использует функцию приспособленности и не зависит от решаемой задачи. Данным фактом обусловлена исключительная универсальность метода [1]. Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что исследование модификаций генетического алгоритма очень актуально.

**Постановка задачи.** Имеется вычислительная система, состоящая из  $N$  несвязанных устройств:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\},$$

где  $p_1, \dots, p_n$  — отдельные устройства.

На обработку поступает множество независимых параллельных заданий (работ):

$$T = \begin{Bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nm} \end{Bmatrix}.$$

Известно время решения  $\tau(t_{ij})$  каждого задания  $t_i$  на устройстве  $p_j$ , причем на разных устройствах время выполнения одного и того же задания разное. При этом каждое задание может выполняться на любом из устройств (процессоров), в каждый момент времени отдельный процессор обслуживает не более одного задания и выполнение задания не прерывается для передачи на другой процессор. Требуется найти такое распределение заданий по процессорам, при котором суммарное время выполнения заданий на каждом из процессоров было бы минимальным. Минимаксный критерий определяется в следующем виде:

$$f_r = \max_{1 \leq j \leq n} f_j \rightarrow \min,$$

где  $f_j = \sum_{t_i \in T_j} \tau(t_i)$  — время завершения работы процессора  $p_j$ .

Для решения поставленной задачи была использована островная модель генетического алгоритма.

**Островная модель генетического алгоритма.** Островная модель (или исландская модель) отличается от канонического генетического алгоритма наличием нескольких популяций, которые называют островами. Эти популяции развиваются независимо друг от друга и только иногда происходит обмен представителями популяций. Поэтому, так же, как и в каноническом генетическом алгоритме, в островной модели присутствуют шаги создания популяции, скрещивания, мутации и отбора в новое поколение (рис. 1). Эти шаги выполняются для каждого острова. Обмен между популяциями происходит, если выполняется какое-либо условие, или регулярно, через определенное количество поколений. Данный механизм называют миграцией.



Рис. 1. Схема островной модели генетического алгоритма

Данная модель генетического алгоритма обладает следующими свойствами:

- наличие нескольких популяций, как правило, одинакового размера;
- фиксация разрядности генов;

- возможность создания любых комбинации стратегий отбора и формирования следующего поколения в каждой популяции;
- отсутствие ограничений на тип кроссовера и мутации [2].

**Миграция.** Островная модель отличается от канонической наличием оператора миграции. Возникновение генетического многообразия на островах зависит от схемы миграции, количества особей, подвергшихся обмену, и от метода отбора особей для миграции. Мигрирующая особь может выбираться из общего числа особей случайным образом или посредством пропорционального отбора, когда выбирается более приспособленная (менее приспособленная) особь. Что же касается количества мигрирующих особей, то рекомендуется допускать к миграции не более половины данной популяции, чтобы не потерять смысл обмена особями [3].

Существует большое количество видов миграции. Рассмотрим два вида: циклический и свободный. Наиболее распространенным видом миграции является свободная миграция (рис. 2), при которой особи из любой популяции могут мигрировать в любую другую популяцию. Для каждой популяции полное количество потенциальных иммигрантов строится на основе всех популяций [4].

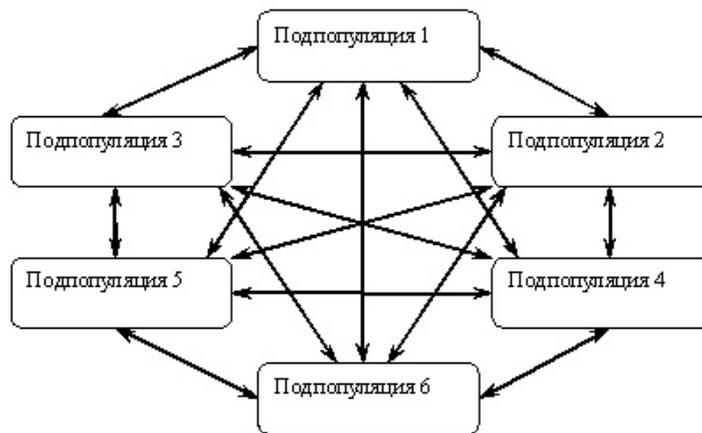


Рис. 2. Свободная миграция

В циклической миграции особи передаются между соседними (по направлению обхода) популяциями. Таким образом, особи из одной популяции могут мигрировать только в одну (соседнюю) популяцию [4].

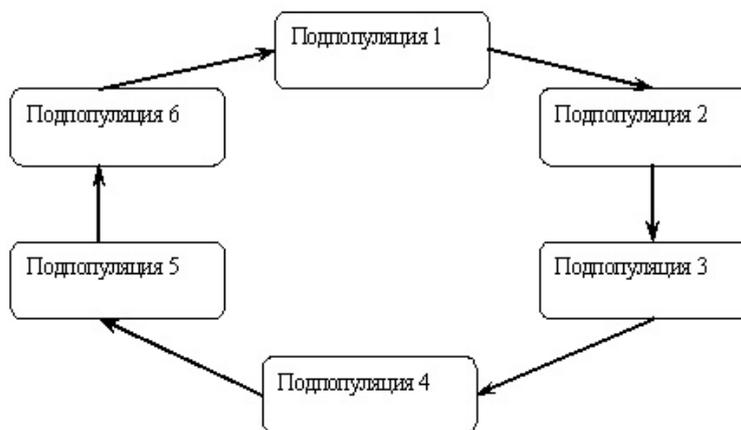


Рис. 3. Циклическая миграция

**Вычислительный эксперимент.** Для исследования эффективности работы различных видов оператора миграции был проведен вычислительный эксперимент. В данном эксперименте происходило решение неоднородной минимаксной задачи с 25 заданиями, а количество устройств варьировалось от 2 до 4. Эксперимент проводился для 5 островов, на каждом из которых было по 10 особей. Для получения результата использовался турнирный отбор, одноточечный оператор кроссовера, и двухточечная симметричная мутация [5].

При тестировании алгоритма также варьировалась вероятность выполнения миграции. Она была равна 25%, 50% и 100%. Для миграции выбирались наименее приспособленные особи. Для каждого набора значений алгоритм запускался 100 раз, и затем вычислялось среднее значение целевой функции и среднее время работы с таким набором данных. Результаты эксперимента представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Результаты вычислительного эксперимента: значение целевой функции

Количество устройств	Вероятность миграции в %	Значение целевой функции	
		Цикл. миграция	Свобод. миграция
2	25	249	251
3	25	161	164
4	25	120	123
2	50	271	273
3	50	158	157
4	50	127	126
2	100	243	243
3	100	146	144
4	100	118	117

Таблица 2

Результаты вычислительного эксперимента: время выполнения алгоритма

Количество устройств	Вероятность миграции	Время выполнения алгоритма, с	
		Цикл. миграция	Свобод. миграция
2	25	0,52	0,5
3	25	0,82	0,59
4	25	0,73	0,56
2	50	0,55	0,47
3	50	0,56	0,49
4	50	0,52	0,49
2	100	0,53	0,52
3	100	0,55	0,56
4	100	0,5	0,5

С помощью таблиц 1 и 2 с результатами вычислительного эксперимента можно наблюдать, что эффективность работы алгоритмов с циклической и свободной миграцией отличается, однако островная модель со свободной миграцией затрачивает меньшее количество времени на выполнение.

**Заключение.** Исследована островная модель генетического алгоритма для решения неоднородной минимаксной задачи, а также два вида генетического оператора миграции — циклический и свободный. Получены точностные и временные характеристики островной модели с применением этих операторов. На основании исследования можно сделать следующие выводы:

- При малой вероятности выполнения оператора миграции (25%) наиболее точные значения позволяет получить циклический оператор миграции. В то же время свободная миграция позволяет получить решение быстрее.
- При вероятности появления миграции, равной 50%, оба вида миграции дают близкие результаты, однако, свободный вид миграции затрачивает меньшее количество времени на нахождение решения.
- При вероятности миграции в 100% из результатов видно, что оба вида миграции дают близкие результаты, причем затрачивают одинаковое количество времени.

Следовательно, выбор того или иного оператора миграции должен напрямую зависеть от преследуемых целей: необходимо определить, что важнее при решении поставленной задачи — скорость вычислений или их точность. По результатам данного исследования можно сказать, что наиболее предпочтительным для решения неоднородной минимаксной задачи является островная модель с использованием свободного оператора миграции.

#### **Библиографический список.**

1. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс] / Яндекс. Народ. — Режим доступа: <http://teddy.narod.ru/opus/ga/index.html/> (дата обращения: 15.05.16).
2. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 320 с.
3. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс] / Дискретная математика : алгоритмы. — Режим доступа: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unordered/genetic-2005/> (дата обращения: 15.05.16).
4. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы / Т. В. Панченко. — Астрахань : Астраханский университет, 2007. — 87 с.
5. Генетические операторы [Электронный ресурс] / Яндекс. Народ. — Режим доступа: <http://qai.narod.ru/GA/genoperators.html/> (дата обращения: 15.05.16).