

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики  
Факультет информационных технологий и программирования  
Кафедра «Компьютерные Технологии»

**О. А. Мамин**

**Отчет по лабораторной работе**  
**«Построение управляющих автоматов с помощью генетических алгоритмов»**

Вариант №14

Санкт-Петербург

2011 г.

## Оглавление

Введение .....	3
1. Постановка задачи .....	4
1.1. Задача об умном муравье-3 .....	4
1.2. Автомат Мура .....	5
2. Эволюционная стратегия .....	5
2.1. Мутация и кроссовер .....	5
2.2. Функция приспособленности .....	5
3. Результаты работы .....	5
4. Вывод.....	11
Источники.....	11

## **Введение**

В данной лабораторной работе требуется на примере задачи об умном муравье-3 сравнить эффективность  $(m + l)$  эволюционной стратегии при различных  $m$  и  $l$ . Автомат Мура задается с помощью сокращенных таблиц. Особью будет автомат Мура с десятью состояниями, имеющий в каждом состоянии не более пяти значимых предикатов.

## 1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной — сравнить эффективность  $(m + l)$  эволюционной стратегии при различных  $m$  и  $l$  на примере решения задачи об умном муравье-3, задавая автомат Мура сокращенными таблицами.

### 1.1. Задача об умном муравье-3

Дано поле размером  $32 \times 32$  на поверхности тора (рис. 1). Вероятность появления еды в каждой клетке фиксирована и равна  $p = 0,05$ . Область видимости муравья состоит из восьми клеток (рис. 2). За один шаг муравей может:

- пойти вперед (съесть еду, если она там есть);
- повернуть налево;
- повернуть направо.

Цель игры — съесть как можно больше еды за 200 ходов.

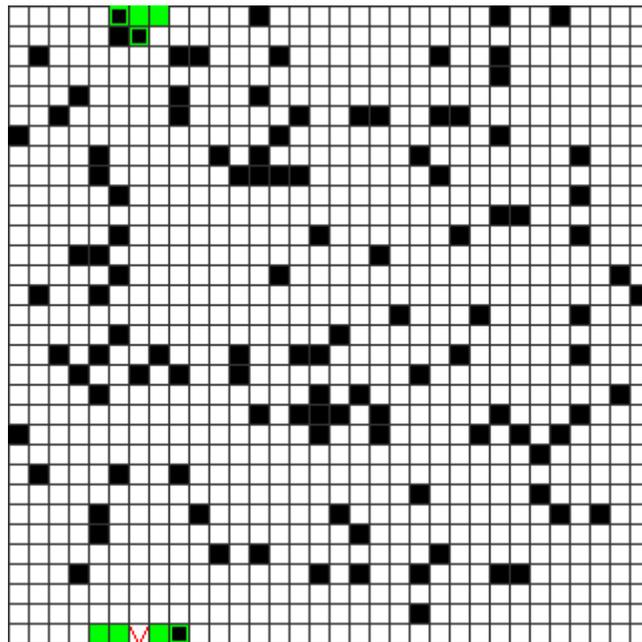


Рис. 1 — Поле



Рис. 2 — Область видимости

## 1.2. Автомат Мура

Автомат Мура  $A = \langle Q, X, Y, d, u, s \rangle$ , где  $Q$  — конечное множество состояний,  $X$  — конечное множество входных воздействий,  $Y$  — конечное множество выходных воздействий,  $d: Q \times X \rightarrow Q$  — функция перехода,  $u: Q \rightarrow Y$  — функция выходного воздействия (зависит только от состояния),  $s$  — начальное состояние.

## 2. Эволюционная стратегия

В общем случае в  $(m + l)$  эволюционной стратегии изначально генерируется  $m$  случайных особей (предков), затем, итеративно, из этих  $m$  предков, с помощью операторов мутации и кроссовера, генерируется  $l$  новых особей (потомков). В качестве новых предков выбираются  $m$  особей с наилучшими показателями функции приспособленности из полученных  $m + l$ .

В данной работе генерация нового поколения в  $(m + l)$  эволюционной стратегии происходит следующим образом: 30% от  $l$  составляют особи, полученные с помощью применения оператора мутации к некоторым особям из  $m$  предков (возможно применение оператора мутации к некоторой особи неоднократно), оставшаяся часть представляет собой потомков, полученных с помощью применения оператора кроссовера к некоторым парам предков из  $m$ . Отбор в новое поколение реализован как описано в предыдущем абзаце. В остальном эволюционная стратегия реализована в соответствии с [1].

### 2.1. Мутация и кроссовер

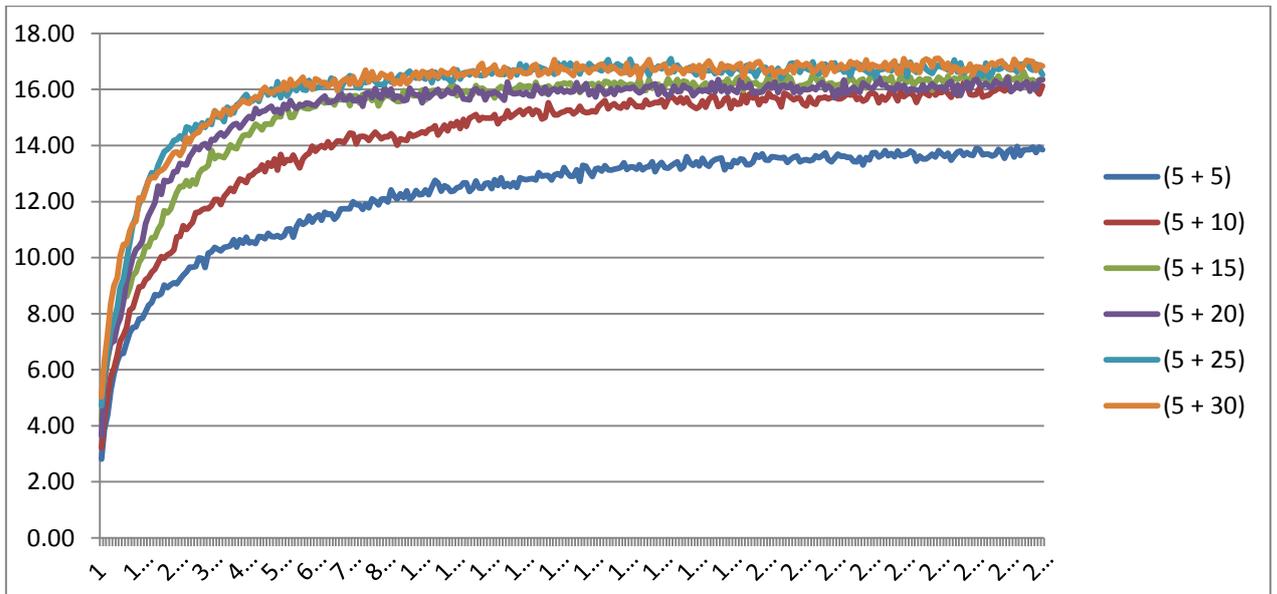
Операторы мутации и кроссовера реализованы в соответствии с работой [2].

### 2.2. Функция приспособленности

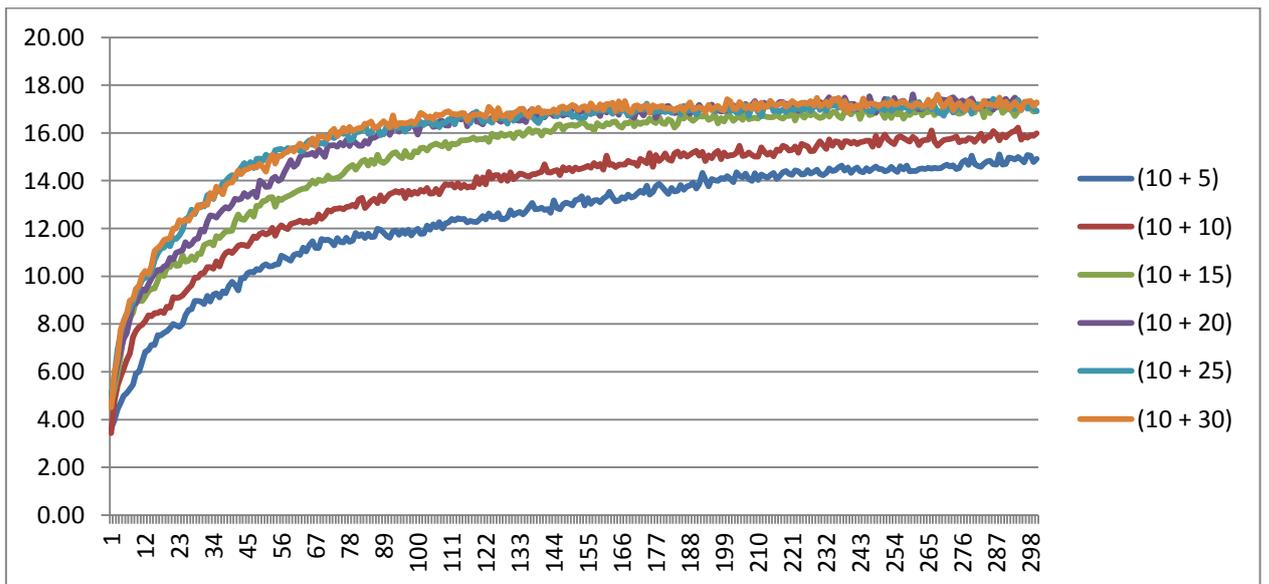
В качестве функции приспособленности особи (автомата) выбрано среднее значение съедаемой муравьем, управляемым данным автоматом, еды по 50 случайно сгенерированным полям. При генерации нового поколения у всех особей пересчитывается функция приспособленности по одним и тем же случайно сгенерированным полям.

## 3. Результаты работы

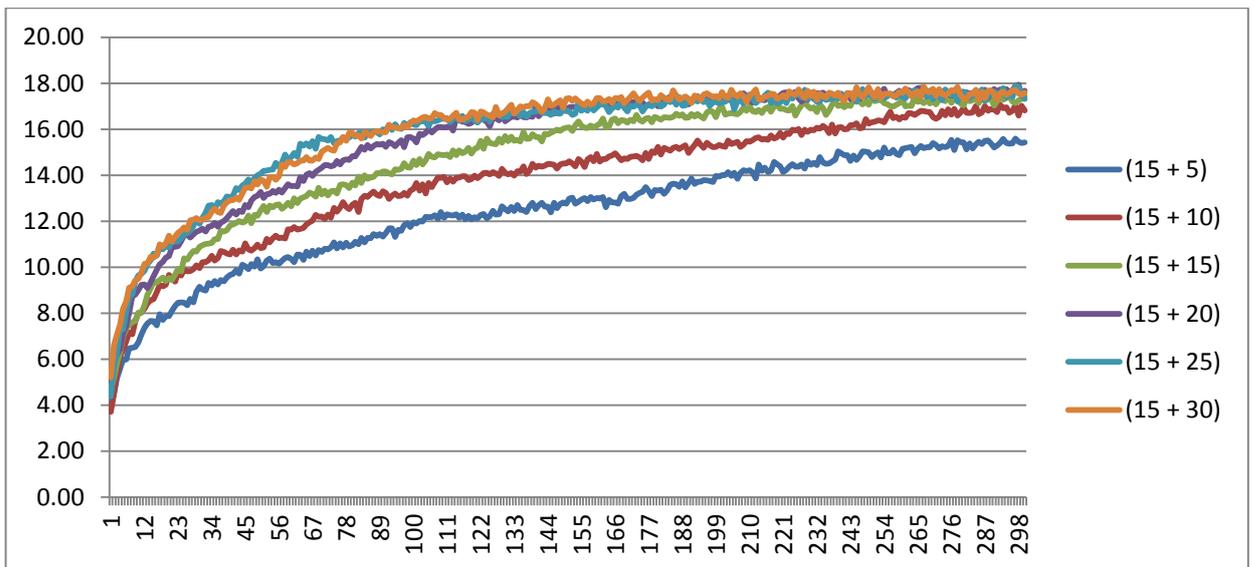
Для всех пар значений  $m$  и  $l$  при  $m = 5, 10, 15$  и  $l = 5, 10, 15, 20, 25, 30$  были построены графики зависимости максимального значения функции приспособленности от номера поколения (до 300), усредненные по 30 запускам (рис. 3—9).



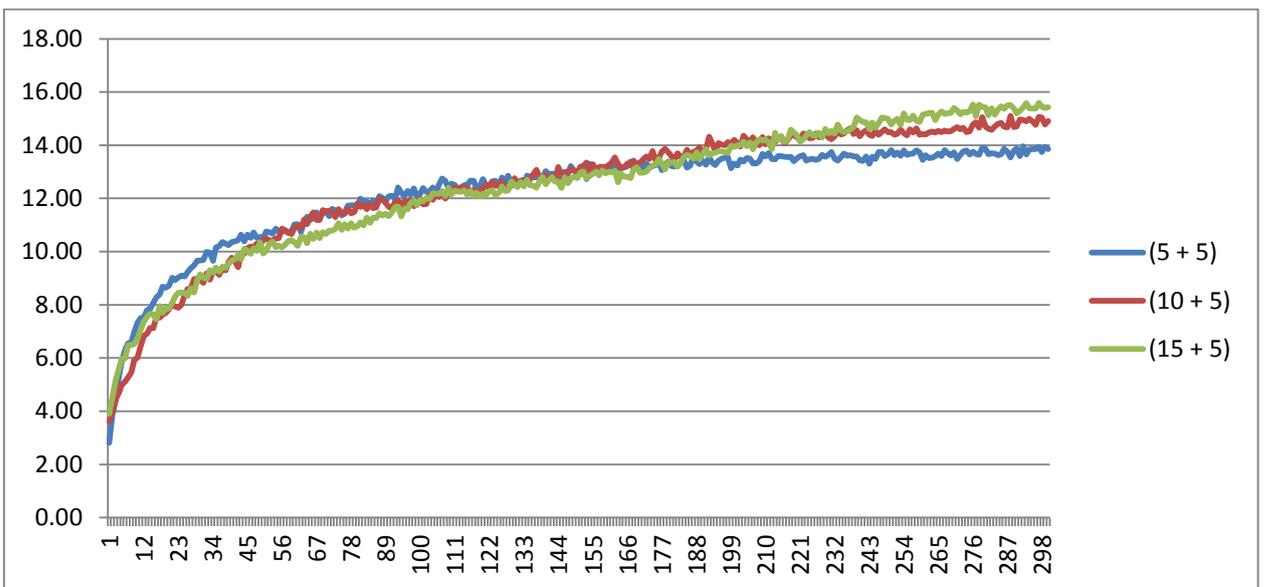
**Рис. 3 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(5 + l)$  эволюционной стратегии**



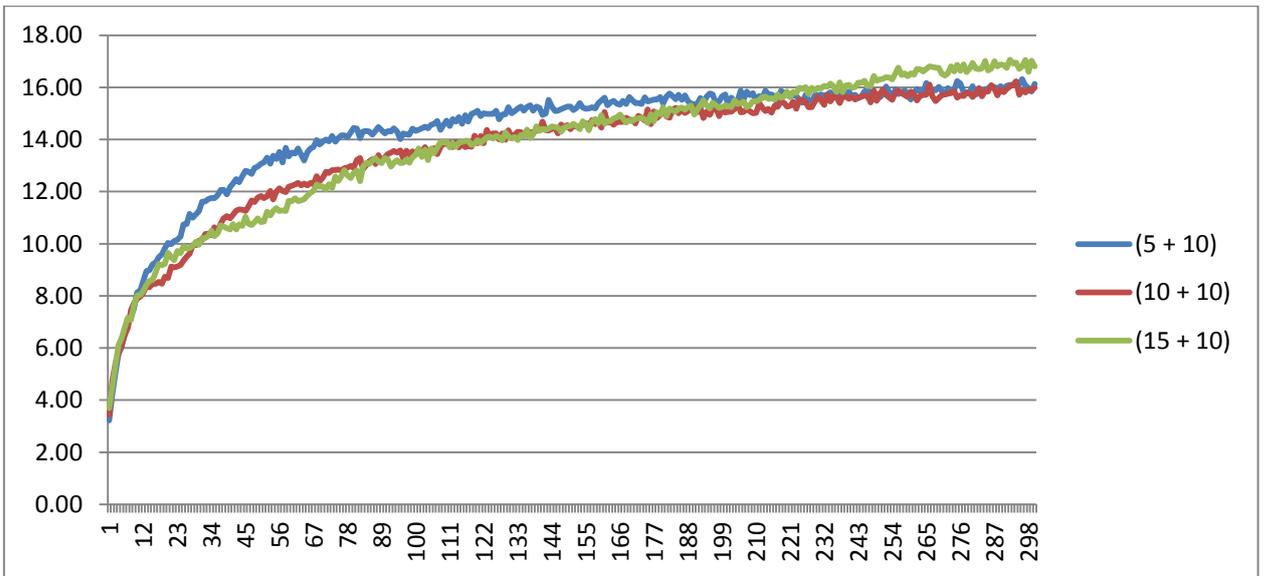
**Рис. 4 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(10 + l)$  эволюционной стратегии**



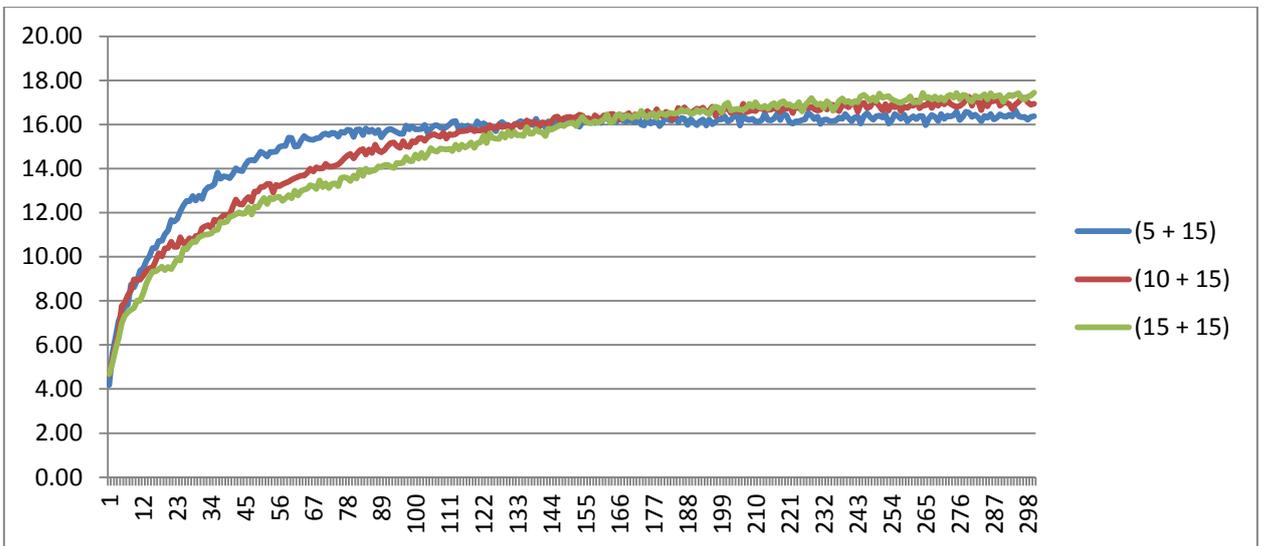
**Рис. 5 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(15 + l)$  эволюционной стратегии**



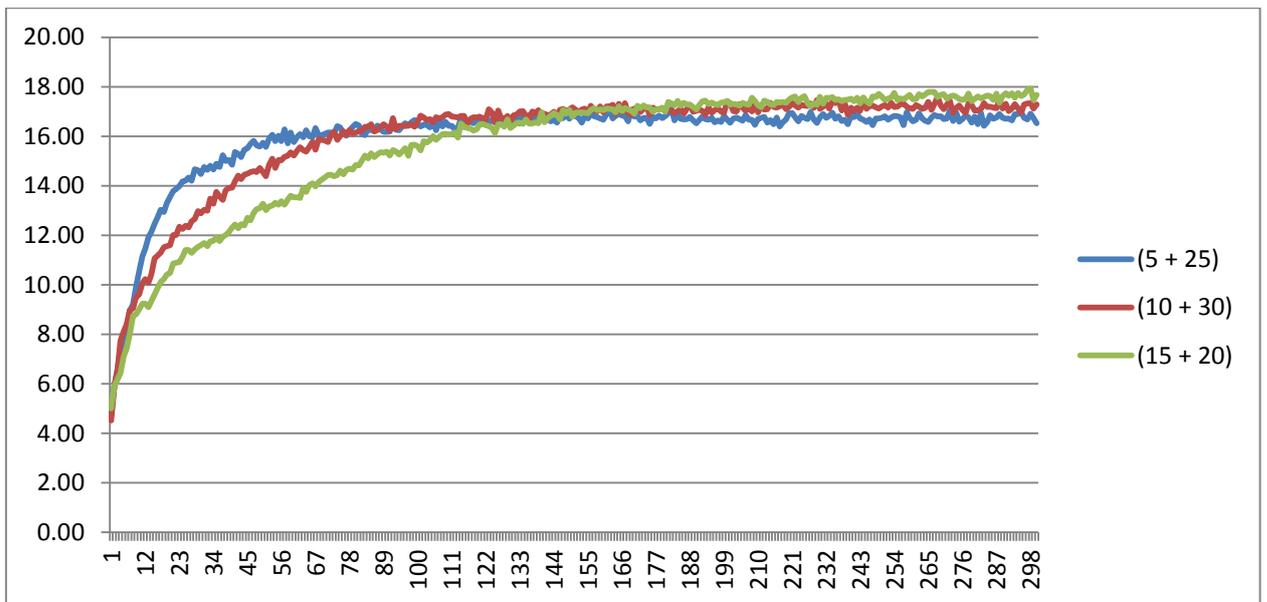
**Рис. 6 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(m + 5)$  эволюционной стратегии**



**Рис. 7 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(m + 10)$  эволюционной стратегии**

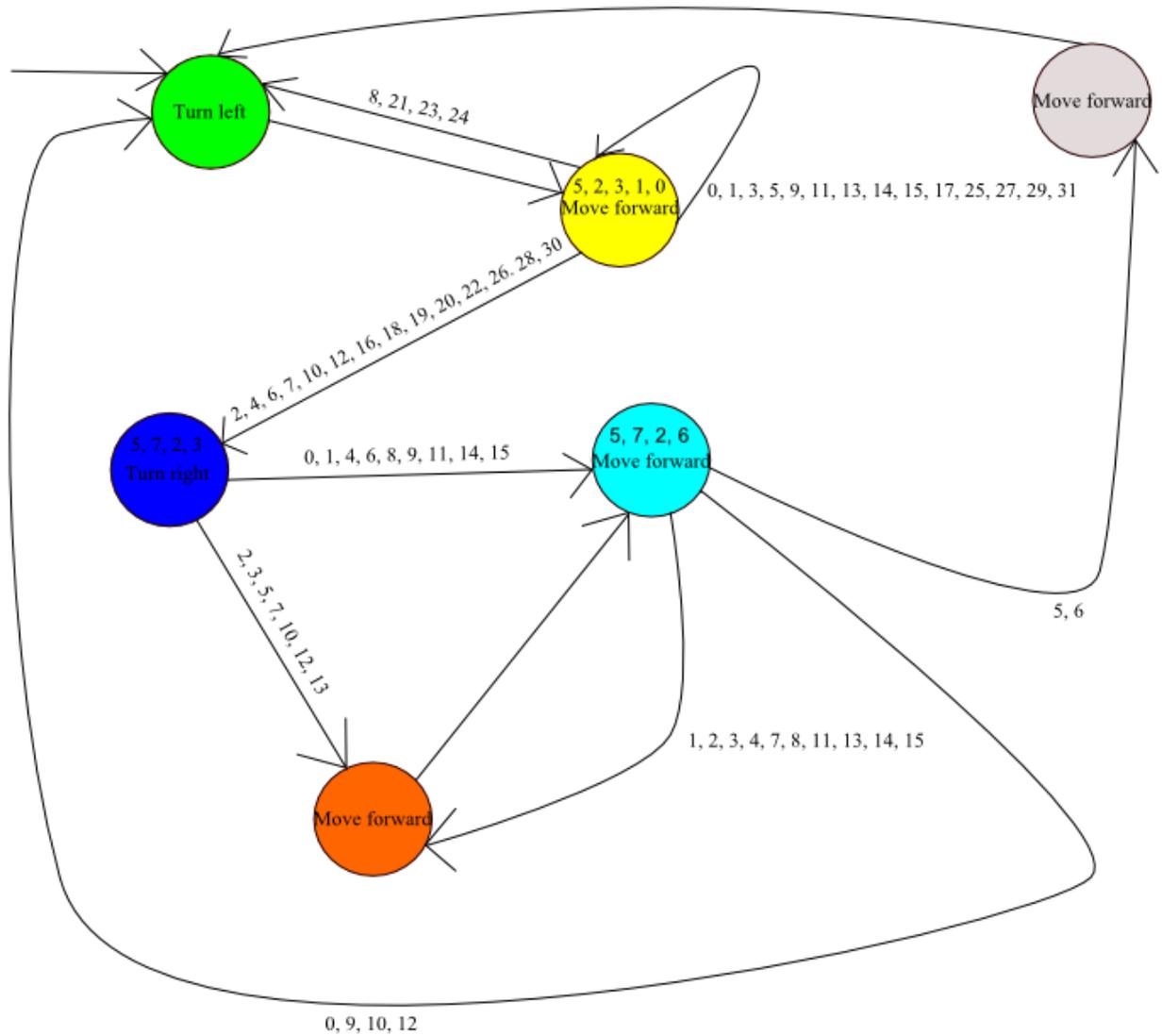


**Рис. 8 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для  $(m + 15)$  эволюционной стратегии**



**Рис. 9 — Зависимость максимального значения функции приспособленности от номера поколения для нескольких различных эволюционных стратегий**

Приведем пример автомата, выращенного в процессе работы  $(m + l)$  эволюционной стратегии (рис. 10). Пусть предикат  $p_i$  характеризует наличие еды в клетке с номером  $i$  по нумерации на рис. 2.



**Рис. 10** — Пример автомата, выращенного в процессе работы  $(m + l)$  эволюционной стратегии.

Внутри состояния указаны номера значимых для этого состояния предикатов и действие, выполняемое в этом состоянии (если в состоянии не указаны номера значимых предикатов, то в этом состоянии нет значимых предикатов). Число  $k$  на переходе означает переход по значениям значимых предикатов в данном состоянии, совпадающим с битами двоичного представления числа  $k$  (младший бит соответствует значению первого значимого предиката в данном состоянии). Если на переходе ничего не указано, то это значит, что этот переход осуществляется всегда (вне зависимости от значений предикатов).

Значение функции приспособленности данного автомата равно 21,66.

#### **4. Вывод**

Из графиков можно заметить, что при равных  $m$  быстрее сходится та  $(m + l)$  эволюционная стратегия, у которой параметр  $l$  больше. Однако при равных  $l$  быстрее сходится та  $(m + l)$  эволюционная стратегия, у которой  $m$  меньше, но максимальное значение функции приспособленности, достигаемое при использовании такой стратегии, меньше, чем при использовании тех, у которых  $m$  больше. В качестве оптимальной в отношении скорости сходимости / максимальной величина функции приспособленности можно порекомендовать  $(10 + 30)$  эволюционную стратегию.

#### **Источники**

1. Back T., Hoffmeister F., Schwefel H.-P. A Survey of Evolutionary Strategies. University of Dortmund. <http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/es-survey.pdf>.
2. Точилин, В.Н. Метод сокращенных таблиц для генерации автоматов с большим числом входных воздействий на основе генетического программирования. СПбГУ ИТМО. 2008. <http://is.ifmo.ru/papers/tochilin/doc.pdf>.