

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра компьютерных технологий

И. А. Петрова

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

Вариант №16

Санкт-Петербург

2011

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	3
1.1 Постановка задачи об умном муравье	3
1.2 Автомат Мура	4
2. Реализация	5
2.1 Функция приспособленности	5
2.2 Метод отжига Коши	5
3. Результаты работы	6
4. Заключение	13
5. Источники	14

Введение

Цель работы — исследовать эффективность работы метода отжига Коши, примененного к задаче об умном муравье, при различных скоростях уменьшения температуры.

1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы — исследовать влияние скорости уменьшения температуры на эффективность работы метода отжига Коши, строящего автомат Мура из девяти состояний за фиксированное число итераций при заданной начальной температуре.

1.1 Постановка задачи об «умном муравье»

Дано поле 32×32 клетки, расположенное на поверхности тора. В 89 клетках находится еда, остальные клетки пусты (рис.1).

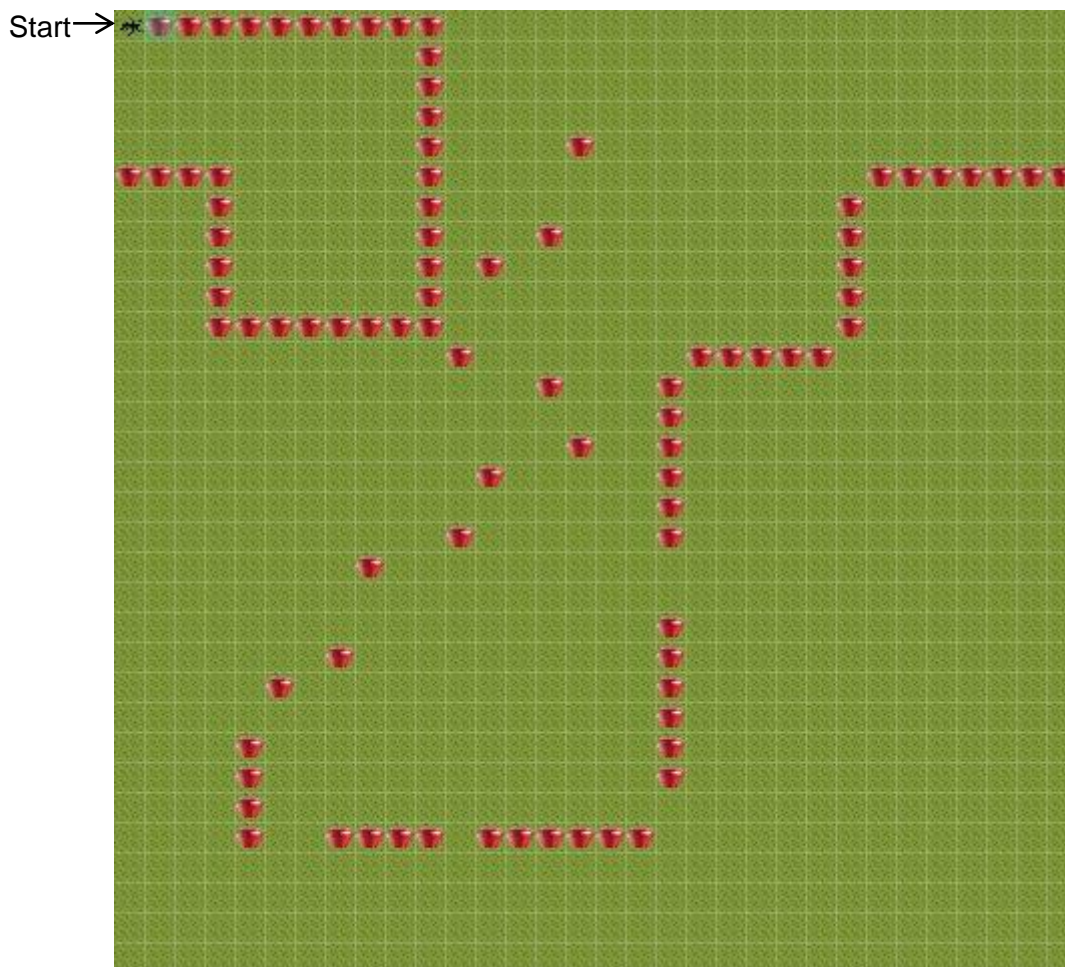


Рис.1. Поле

Изначально муравей находится в клетке *Start*. Муравей видит только клетку перед собой. За ход он может выполнить одно из следующих действий:

- повернуть налево;
- повернуть направо;
- сделать шаг вперед и, если там есть еда, съесть ее;
- ничего не делать.

Всего делается 200 ходов. Требуется построить автомат, управляющий муравьем, с определенным числом состояний такой, что муравей съест наибольшее число еды за наименьшее число ходов.

1.2 Автомат Мура

Автомат, в котором выходное воздействие зависит только от состояния, называется автоматом Мура.

Автомат Мура — $A = \{S, X, Y, \delta, \mu\}$

- S — множество состояний;
- X — множество входных воздействий (перед муравьем есть еда или нет еды);
- Y — множество выходных воздействий (действия муравья);
- $\delta: S \times X \rightarrow S$ — функция переходов;
- $\mu: S \rightarrow Y$ — функция действий.

Автомат представляется в виде массива состояний, где для каждого состояния записано три значения — действие, совершаемое в состоянии, переход, если перед муравьем есть еда, и переход, если перед муравьем еды нет.

Один из лучших автоматов, полученных в данной работе, который съедает 87 единиц еды, представлен на рис. 2.

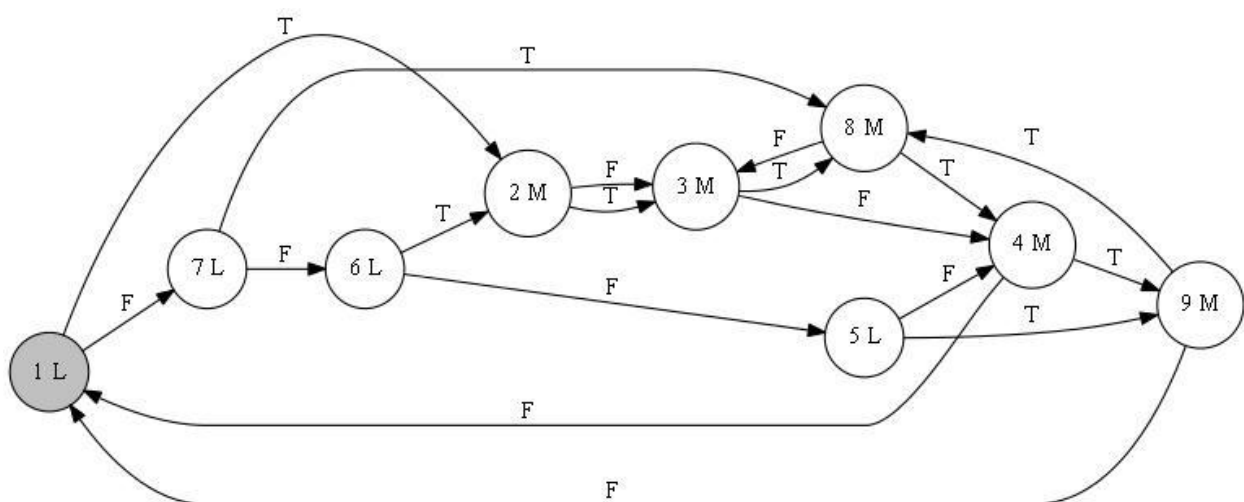


Рис. 2. Автомат Мура

Стартовое состояние помечено серым цветом. Входные воздействия обозначены следующим образом:

- T — перед муравьем есть еда;
- F — перед муравьем еды нет.

Действия обозначены так:

- M — сделать шаг вперед и съесть еду если она там есть;
- L — повернуть налево.

2. Реализация

Исходный программный код написан на языке программирования *Java*. Графики построены при помощи библиотеки *jfreechart*[2].

2.1 Функция приспособленности

Функция приспособленности автомата вычисляется по формуле $Fit = food + \frac{200 - steps}{200}$, где $food$ — количество съеденной еды, $steps$ — число шагов, совершенных муравьем.

2.2 Метод отжига Коши

Для создания нового автомата для каждого из состояний меняем переходы или действия в состояниях в соответствии с распределением Коши с плотностью $\frac{1}{\pi} \frac{T}{(x_1 - x)^2 + T^2}$ соответствующим образом нормированного, где x_1 — новое значение для перехода или действия, x — текущее значение, причем, $x_1 - x = 0$ если $x_1 = x$, а иначе $x_1 - x = 1$. На рис. 3 приведен график вероятности мутации от температуры при описанном распределении.

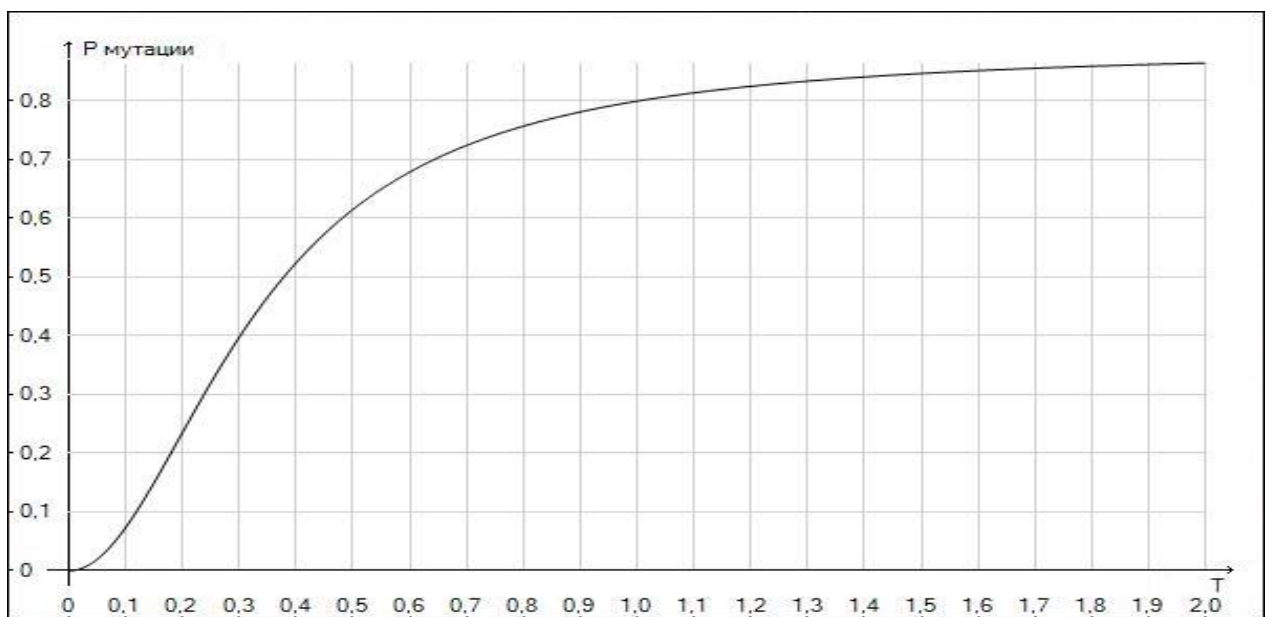


Рис.3. Вероятность мутации в зависимости от температуры.

Для того, чтобы рассматриваемый автомат был заменен новым, генерируем случайное число a от 0 до 1. Если a меньше $\exp(\Delta Fit / T)$, где ΔFit — разность функций приспособленности старого и нового автоматов, то принимаем новый автомат.

Температура изменяется по закону $T = \frac{T_0}{k^{c/n}}$, где c — исследуемый коэффициент, n — число состояний, T_0 — начальная температура, k — номер итерации.

3. Результаты работы

Исследовалась эффективность метода отжига Коши при значениях $c = 2,0; 1,9; 1,8; 1,7; 1,6; 1,5; 1,4; 1,3; 1,2; 1,1; 1,0$. Для каждого значения производилось 100 запусков. Для каждого c ниже приведены графики каждого из запусков (рис.4 — рис.14), а также график усредненных значений (рис.15). Измерения проводились при начальной температуре равной единице и количестве итераций равном 1000000.

Из графиков видно, что наилучшие решения находятся при значениях c от 1,7 до 1,3. При значениях c превышающих 1,7 температура убывает слишком быстро, и из-за этого функция приспособленности достигает локального максимума, и в дальнейшем не меняется. При значениях c меньших 1,3 эффективность метода отжига Коши падает. Это происходит из-за того, что температура за заданное число итераций не успевает упасть до такого значения, при котором вероятность изменения автомата и вероятность принятия худшего решения малы. Также заметим, что при достижении значения температуры равного 0,05 вероятность изменения автомата очень мала, так что продолжать вычисления при такой температуре бесполезно.

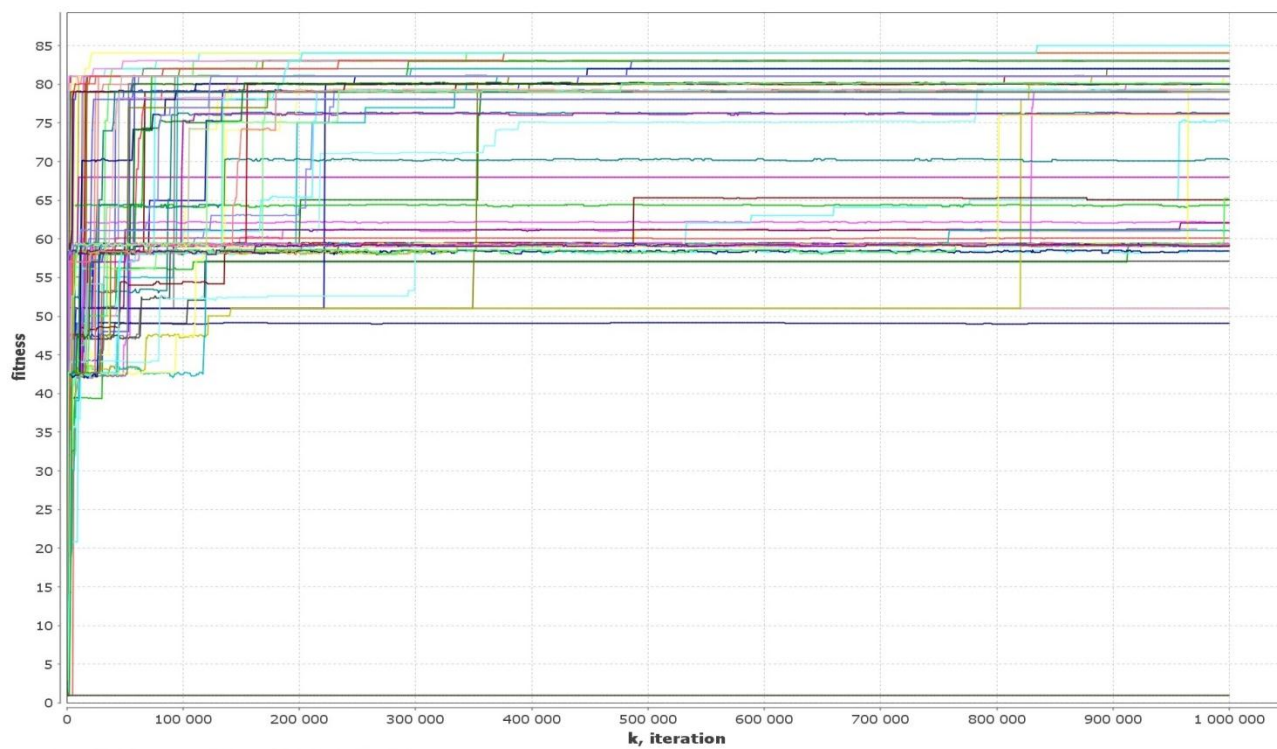


Рис. 4. Графики запусков при $c = 2.0$

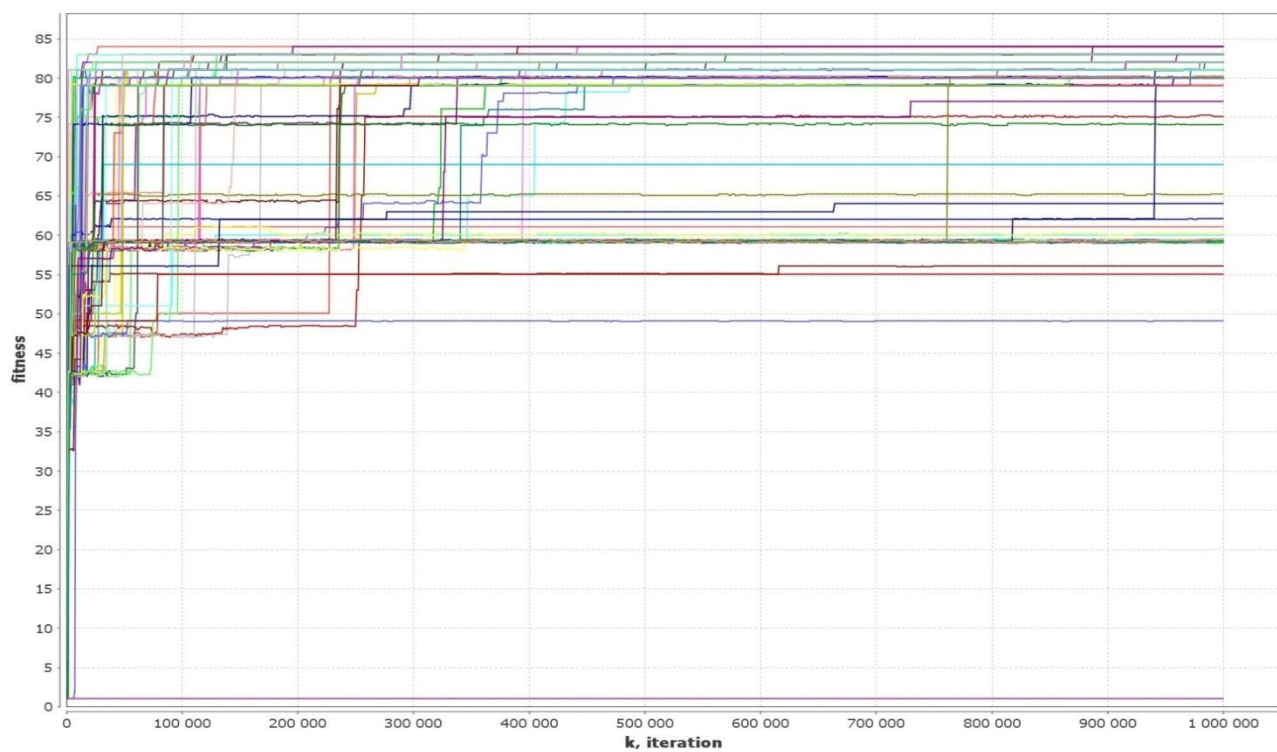


Рис. 5. Графики запусков при $c = 1.9$

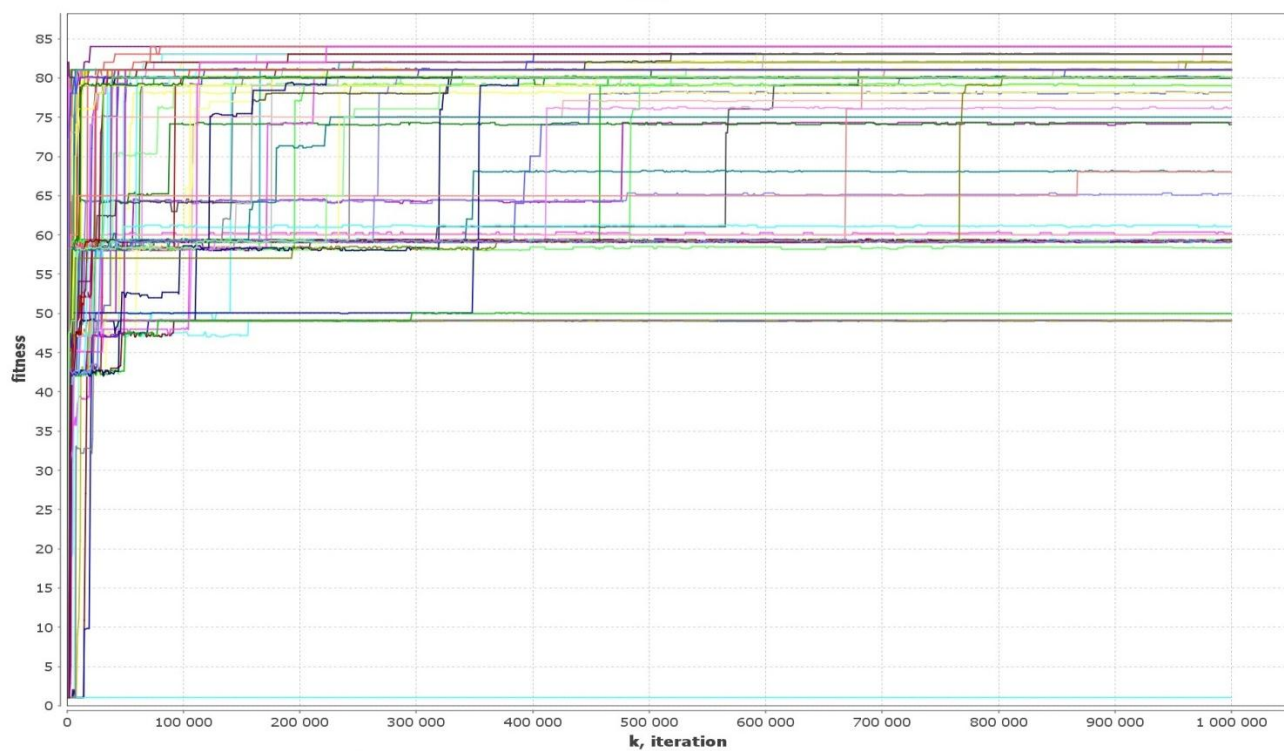


Рис. 6. Графики запусков при $c = 1.8$

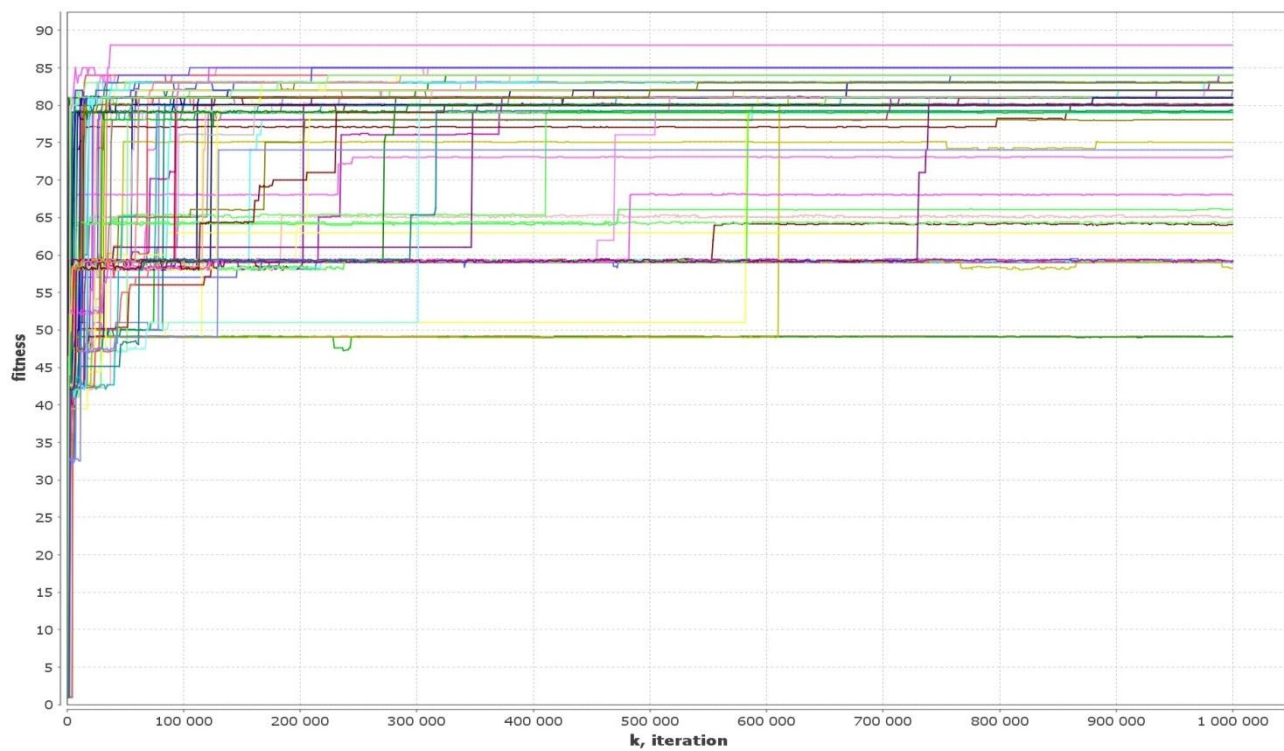


Рис. 7. Графики запусков при $c = 1.7$

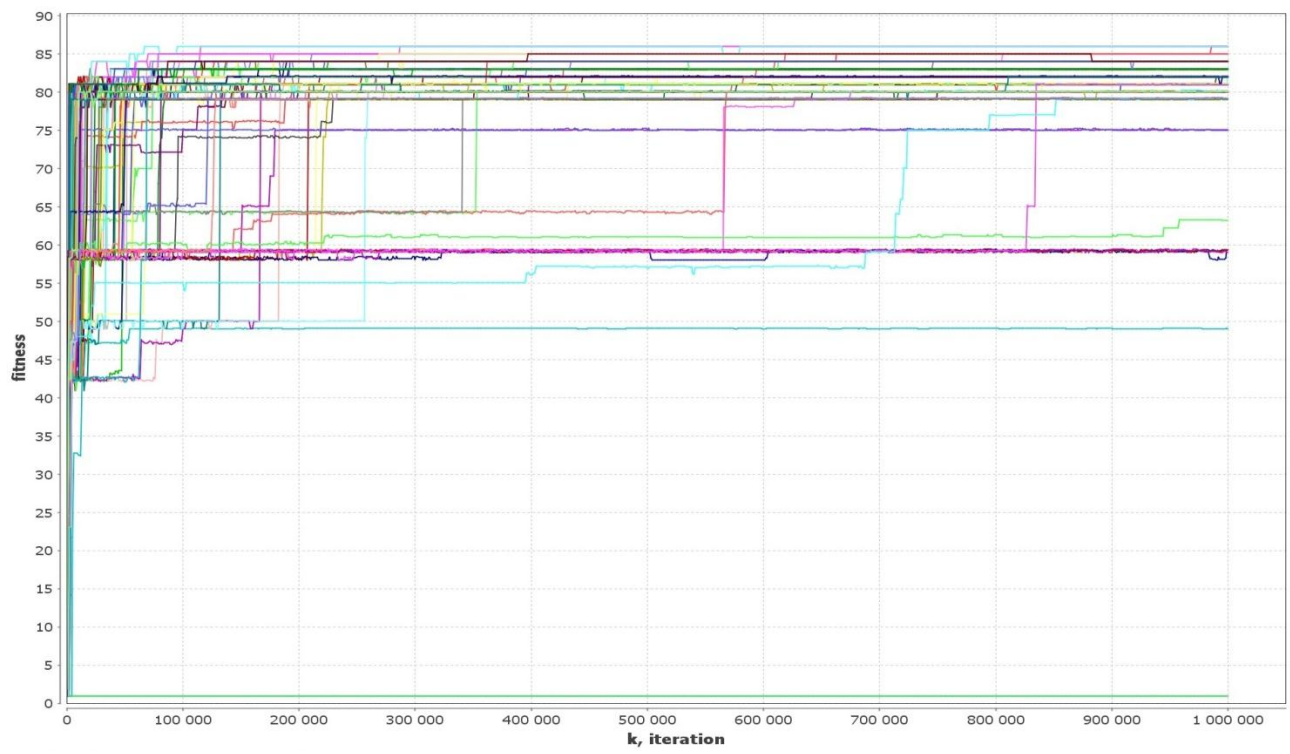


Рис. 8. Графики запусков при $c = 1.6$

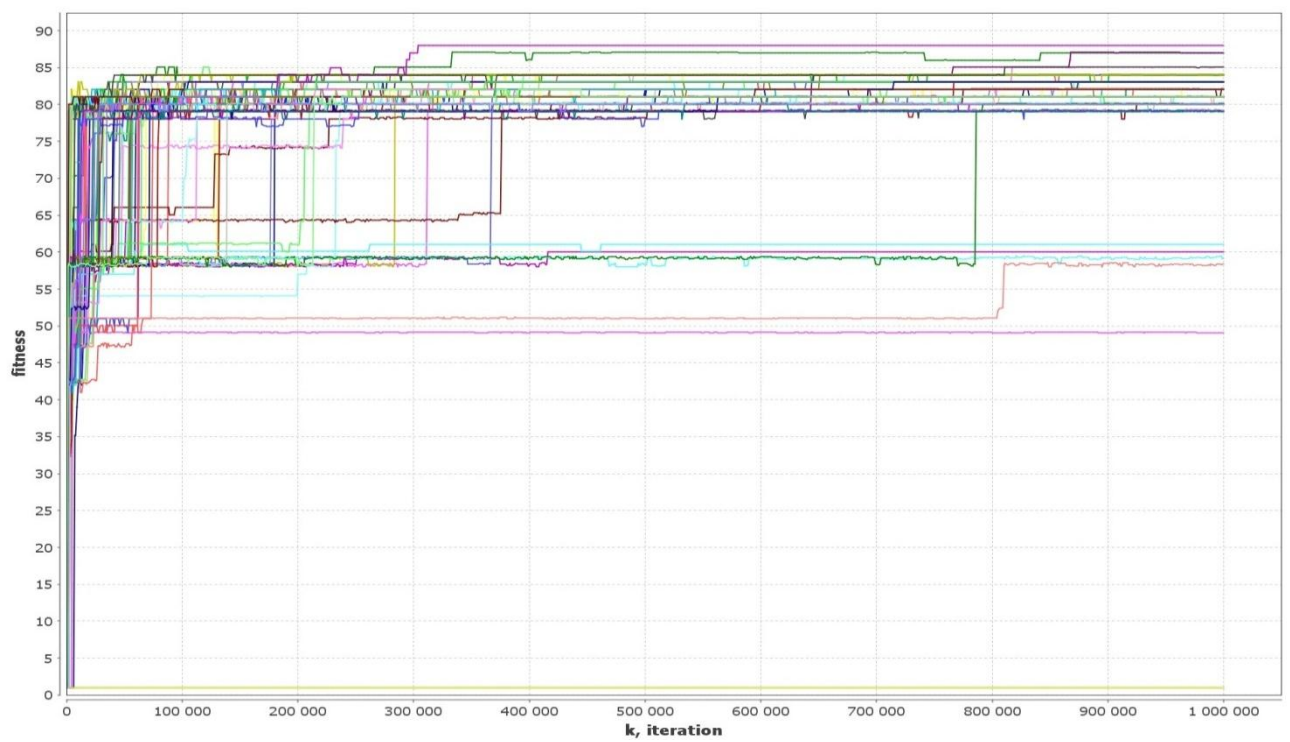


Рис. 9. Графики запусков при $c = 1.5$

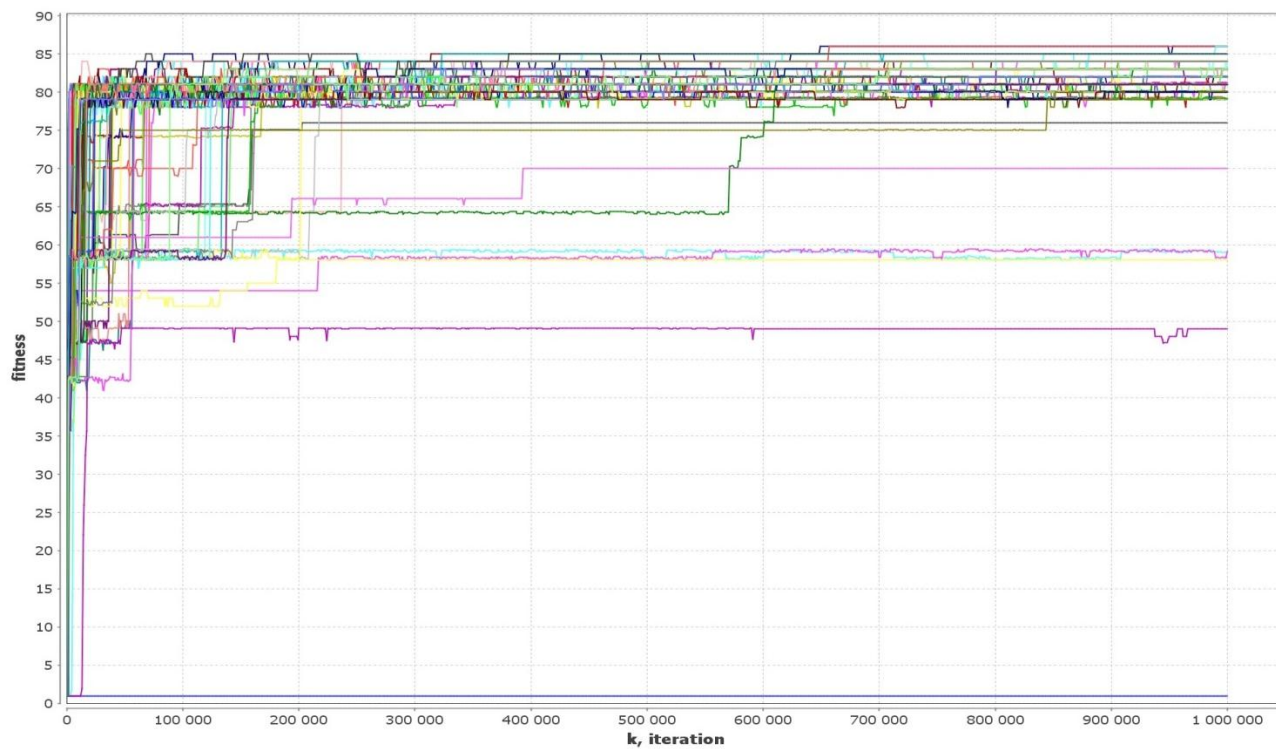


Рис. 10. Графики запусков при $c = 1.4$

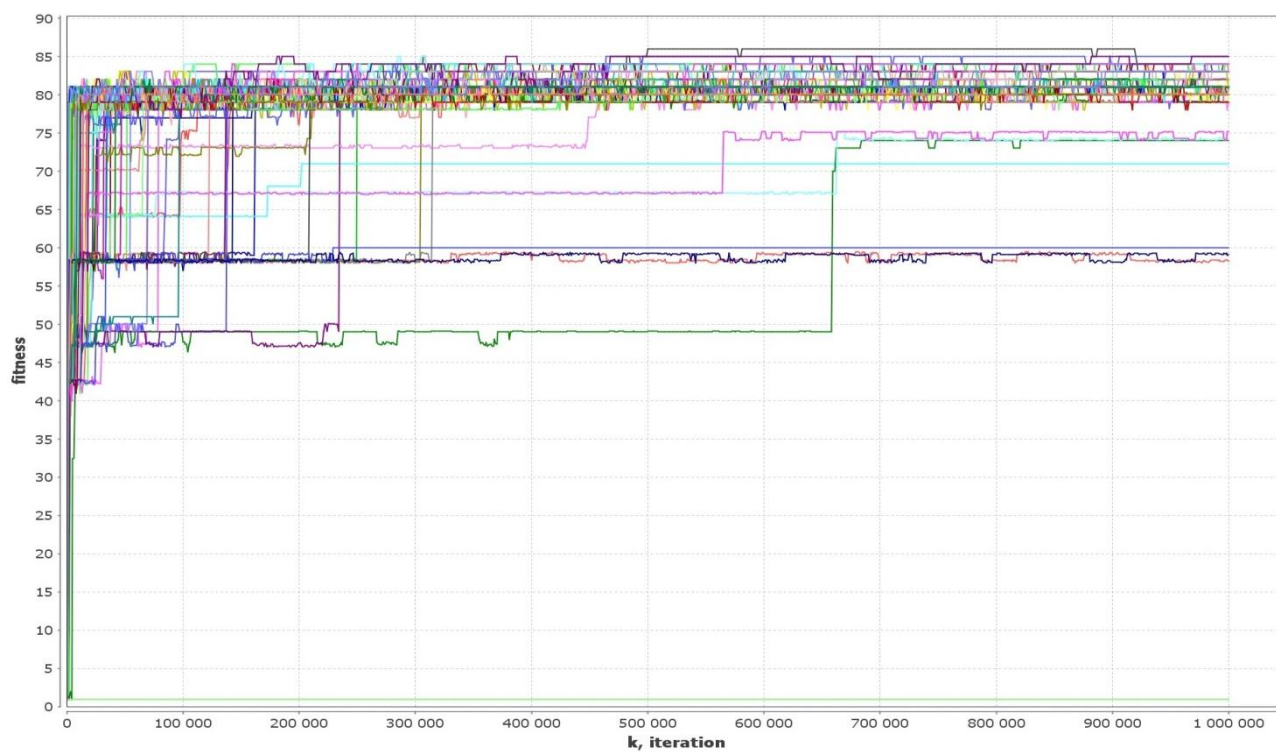


Рис. 11. Графики запусков при $c = 1.3$

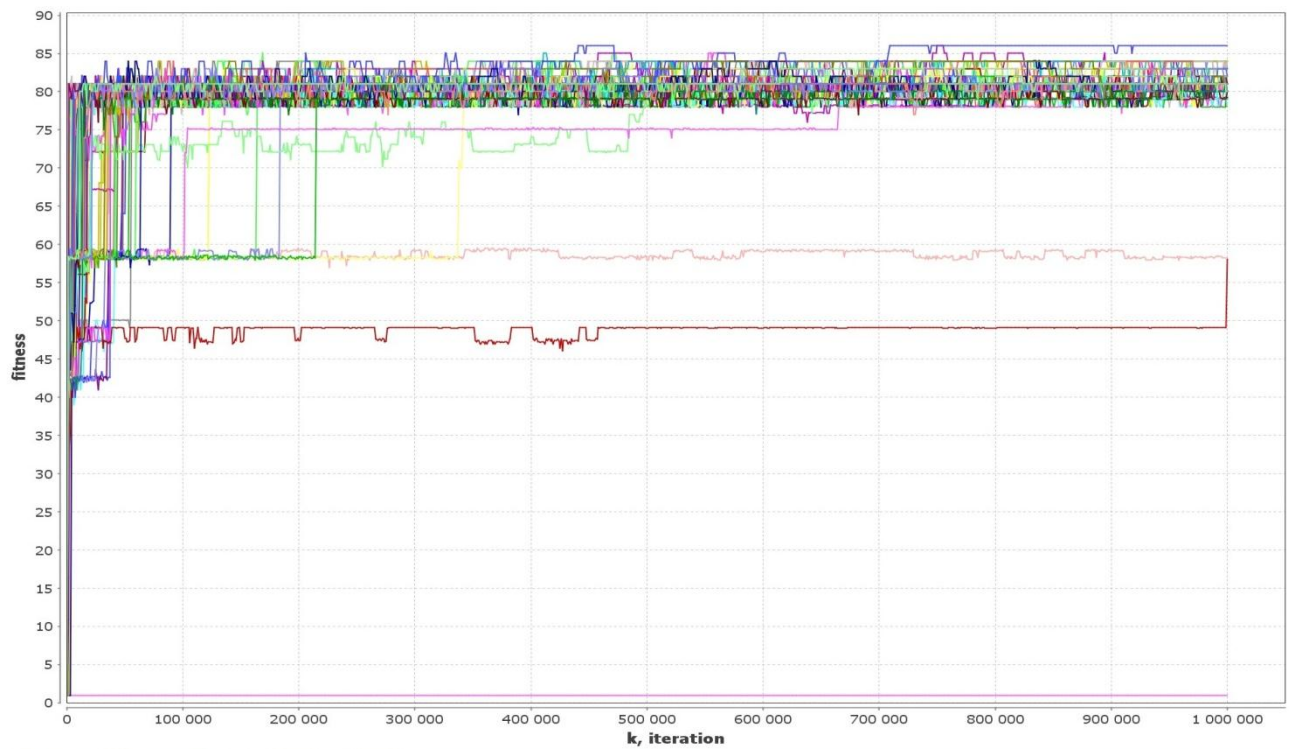


Рис. 12. Графики запусков при $c = 1.2$

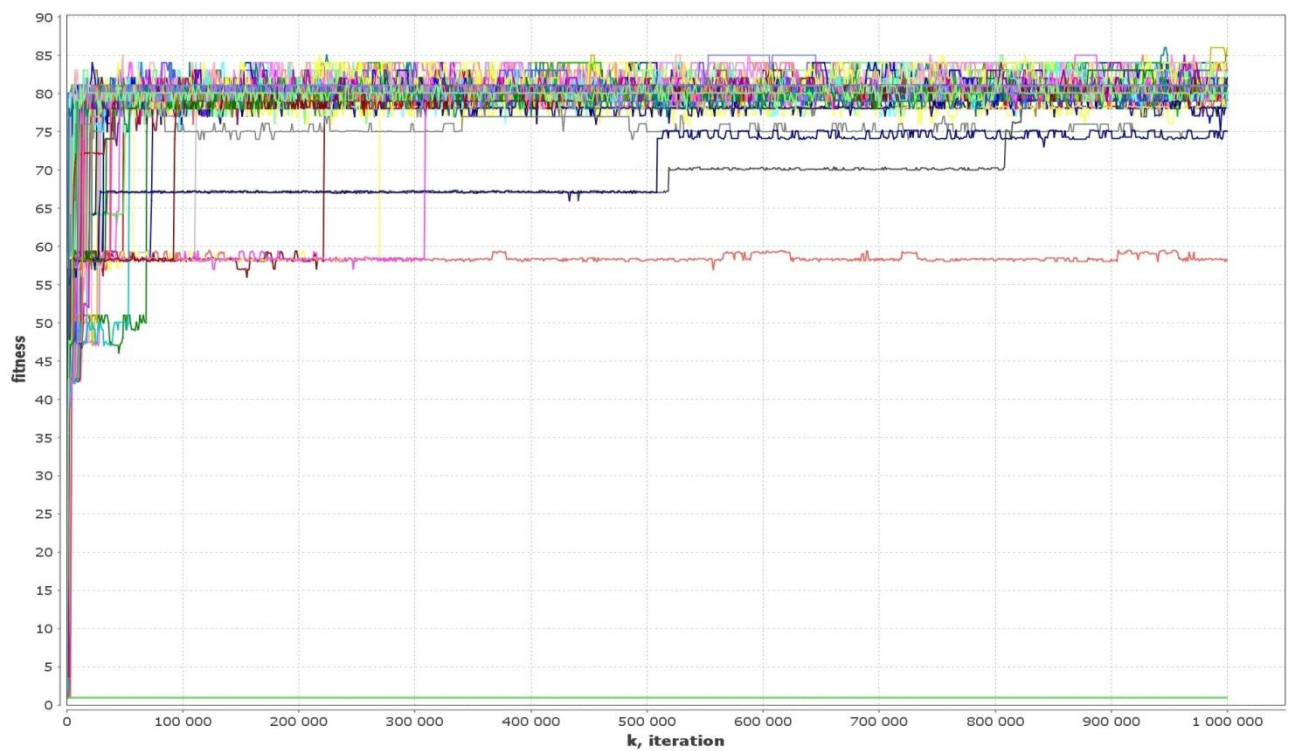


Рис. 13. Графики запусков при $c = 1.1$

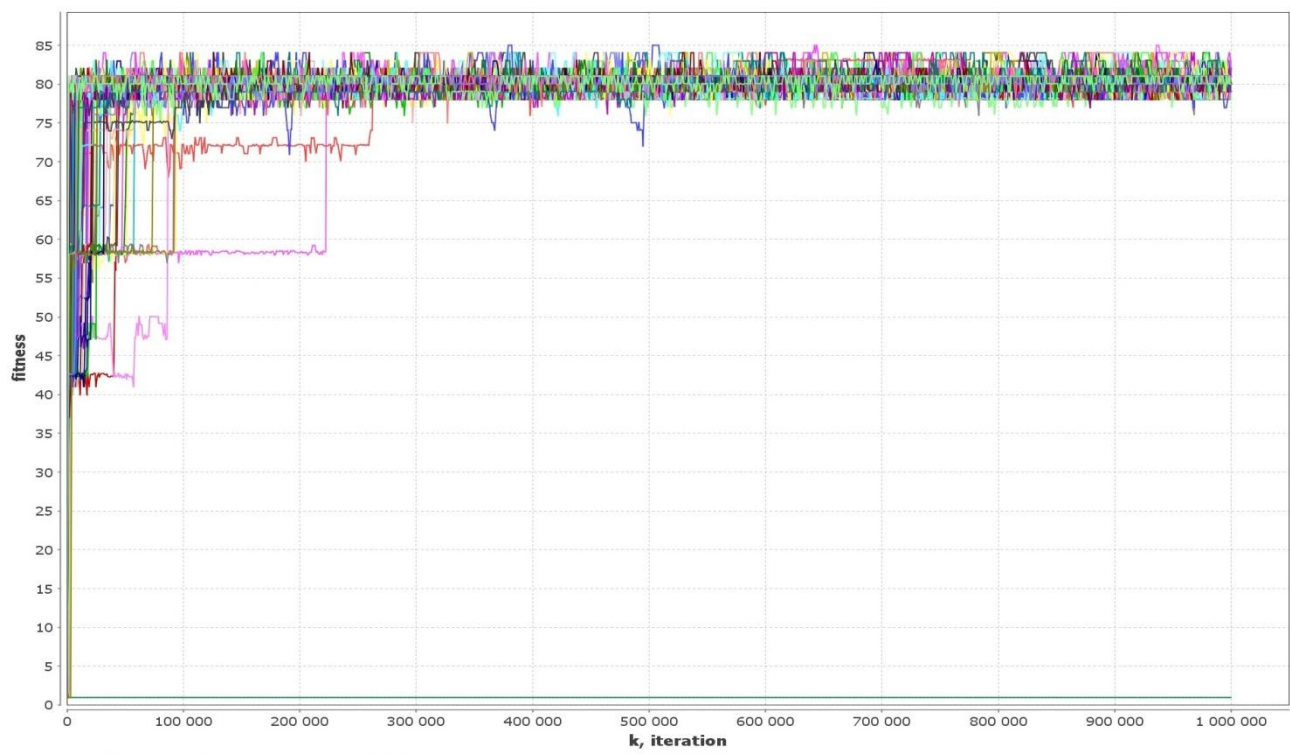


Рис. 14. Графики запусков при $c = 1.0$

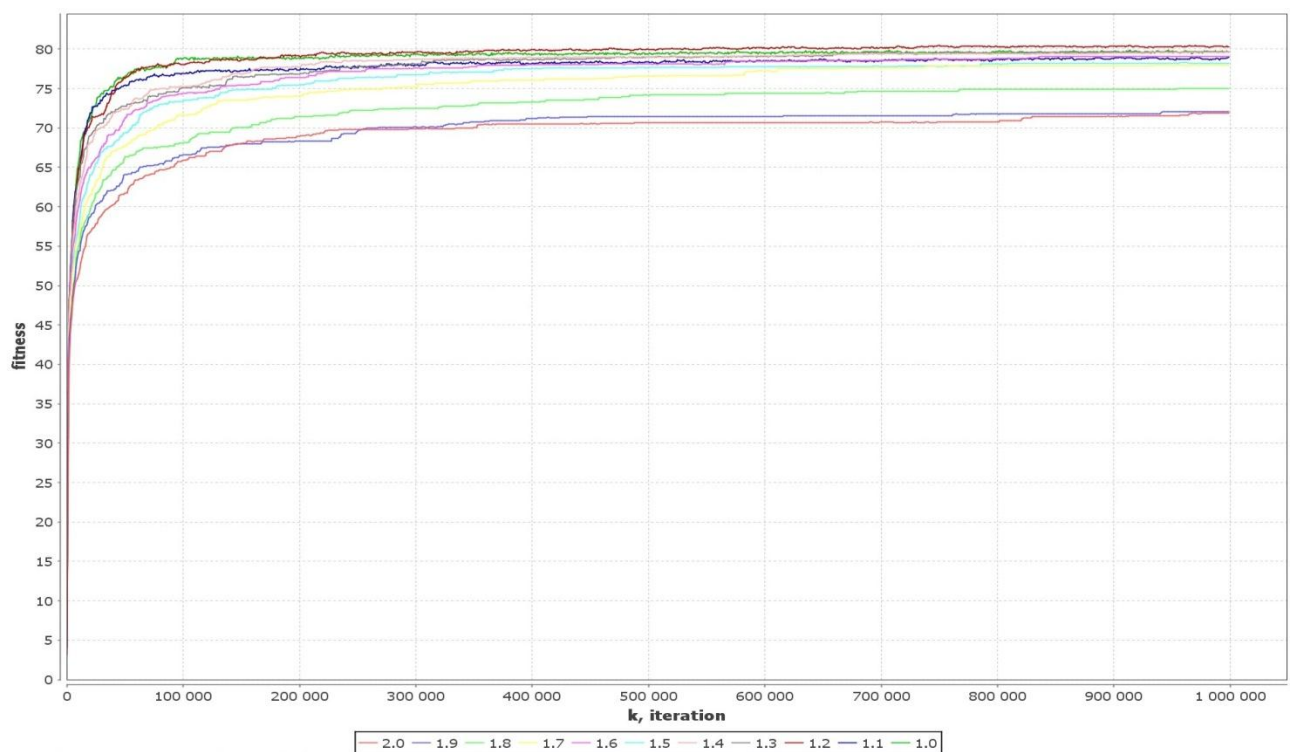


Рис. 15. Графики средних значений при различных значениях c

Заключение

В результате выполнения лабораторной работы получено, что при построении автомата Мура из девяти состояний для решения задачи об умном муравье методом отжига Коши за 1000000 итераций наибольшая эффективность достигается при значениях коэффициента c от 1,7 до 1,3. В качестве оптимального значения коэффициента c можно порекомендовать 1,4.

Исходный код алгоритма находится по адресу <https://bitbucket.org/petrova/cleverant/src>.

Источники

1. Метод имитации отжига. Конспект лекций А. Лопатина.
<http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/annealing.pdf>
2. Библиотека jfreechart <http://www.jfree.org/jfreechart/>