

Национальный исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра компьютерных технологий

А.А. Матвеева

**Отчет по лабораторной работе «Автоматное
программирование и алгоритмы оптимизации»**

Вариант № 18

Санкт-Петербург
2011

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи.....	3
1.1 Задача о роботе, обходящем препятствия	3
2. Реализация.....	3
2.1 Автомат Мура	3
2.2 Больцмановский отжиг	4
3. Результаты работы	4
Заключение.....	9
Источники	10

Введение

Цель лабораторной работы – исследовать эффективность работы Больцмановского отжига при различных значениях начальной температуры на примере задачи о роботе, обходящем препятствия, построив конечный автомат Мура, решающий ее.

При выполнении работы использовался программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации *GlOpt* [1], разработанный студентами кафедры «Компьютерные технологии» НИУ ИТМО.

1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы – исследовать влияние начальной температуры на эффективность работы алгоритма, строящего автомат Мура из шестнадцати состояний при фиксированном числе итераций для решения задачи о роботе, обходящем препятствия. Представленный данным автоматом робот должен доходить до цели не более чем за 200 шагов.

1.1 Задача о роботе, обходящем препятствия

Дано поле 32×32 клетки, представляющее собой фиксированный лабиринт с препятствиями. Робот видит только клетку впереди себя.

За один ход робот может:

- пойти вперед (если впереди препятствие, то ничего не произойдет);
- повернуть налево;
- повернуть направо.

Задача робота – добраться до цели за наименьшее число ходов, не превышающее двухсот.

2. Реализация

Виртуальная лаборатория уже содержит плагин задачи о роботе, обходящем препятствия и плагин некоторой схемы отжига. Для решения поставленной задачи потребовалось реализовать автомат Мура, а также распределение и закон убывания температуры, соответствующие Больцмановскому отжигу.

2.1 Автомат Мура

В данной лабораторной работе строится автомат Мура – совокупность пяти объектов: $A = \{S, X, Y, \delta, \mu\}$, где:

- S – множество состояний;

- X – множество входных воздействий;
- Y – множество выходных воздействий;
- δ – отображение $S \times X \rightarrow S$;
- μ – отображение $S \rightarrow Y$.

Множество S состоит из 16 состояний, при попадании в каждое из которых выполняется одно из трех действий робота. Переход в следующее состояние происходит в зависимости от входного воздействия (впереди препятствие / впереди нет препятствия).

2.2 Больцмановский отжиг

Для реализации Больцмановского отжига использовалось моделирование, изложенное в лекциях А. Лопатина [2].

Для моделирования убывания температуры использовалась непосредственно формула $T_0 = \ln k$; $k = 2, 3, \dots$

Нормальное распределение моделировалось с помощью центральной предельной теоремы:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{\sqrt{n/12}} \rightarrow_{n \rightarrow \infty} N(0, 1)$$

где α_i – независимые реализации равномерного распределения на $[0; 1]$. Как показывает практика, достаточно взять $n = 24$. Для моделирования требуемого $(0; T)$ достаточно домножить получившееся число на корень из T .

3. Результаты работы

Рассматривалась эффективность работы Больцмановского отжига для $T_0 = 2,5; 5; 10; 15; 20; 25; 30$. Для каждого из начальных значений температуры было проведено 10 запусков. Для каждого значения T_0 ниже приведены графики работы каждого отдельного запуска и их усредненный график, представленный кривой светло-голубого цвета (рис. 1–7), а также график усредненных значений для всех начальных температур (рис. 8).

Из графиков видно, что наилучшие результаты достигаются при значении начальной температуры от 10 до 25. При T_0 , превышающей эти значения, за данное число шагов температура не успевает упасть настолько, чтобы «ухудшающие» изменения не препятствовали нахождению достаточно хорошего решения (рис. 7). Несмотря на то, что в отдельных случаях было найдено весьма хорошее решение, вероятность того, что решение не будет найдено вовсе, очень велика. В свою очередь, при начальных температурах, меньших 10, мутации начинают быть слишком незначительными, чтобы привести к хорошему решению. Эта тенденция заметна уже при $T_0 = 5$ (рис. 2), а при начальной температуре, равной 2,5 (рис. 1), решение вообще почти никогда не находится.

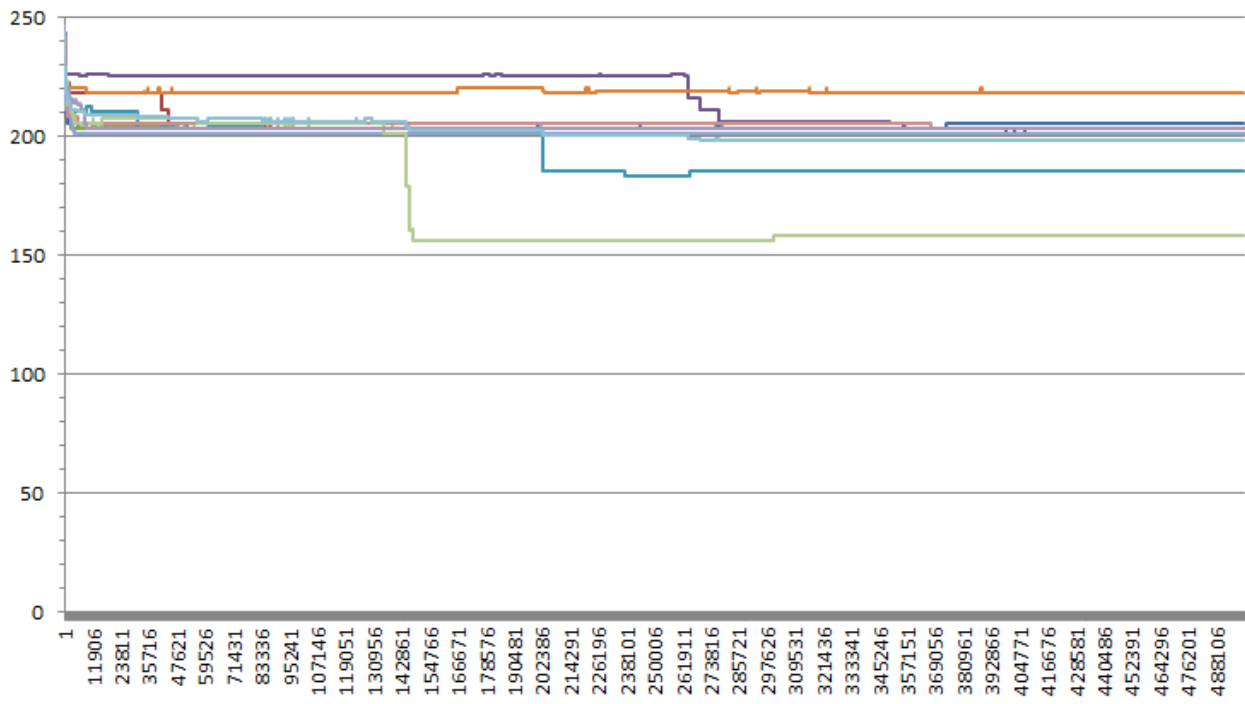


Рис. 1. Графики запусков при $T_0 = 2,5$



Рис. 2. Графики запусков при $T_0 = 5$

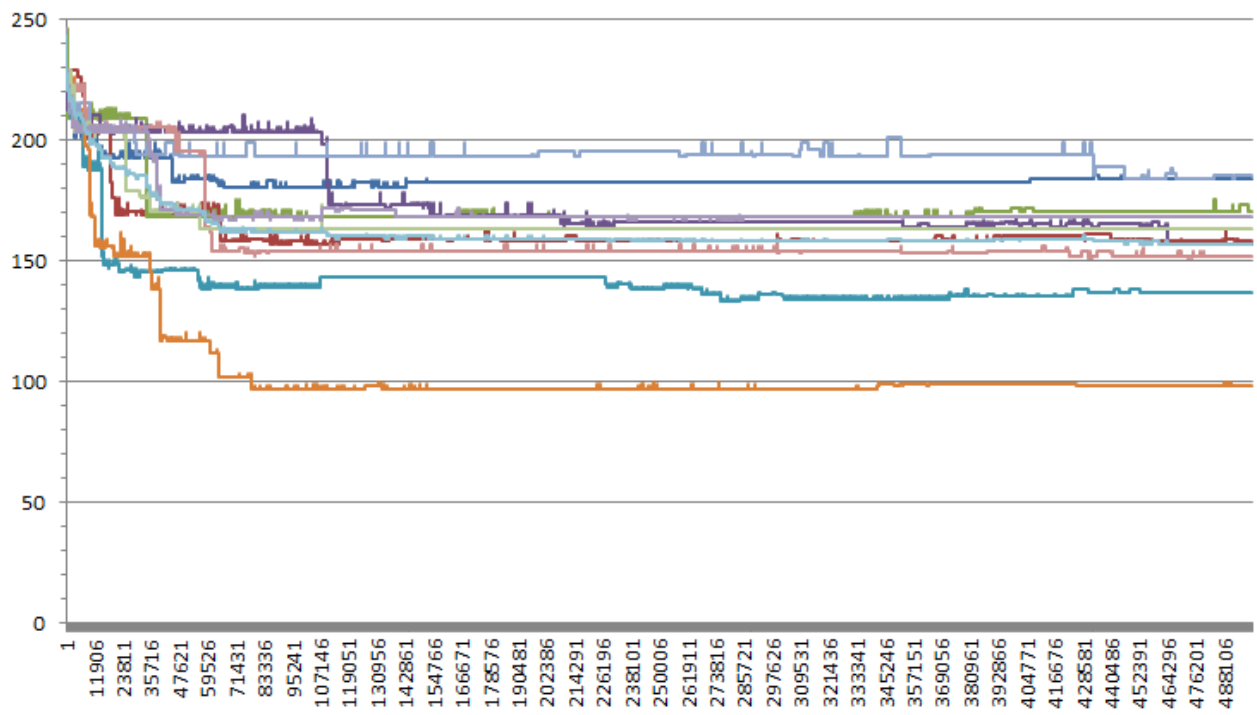


Рис. 3. Графики запусков при $T_0 = 10$

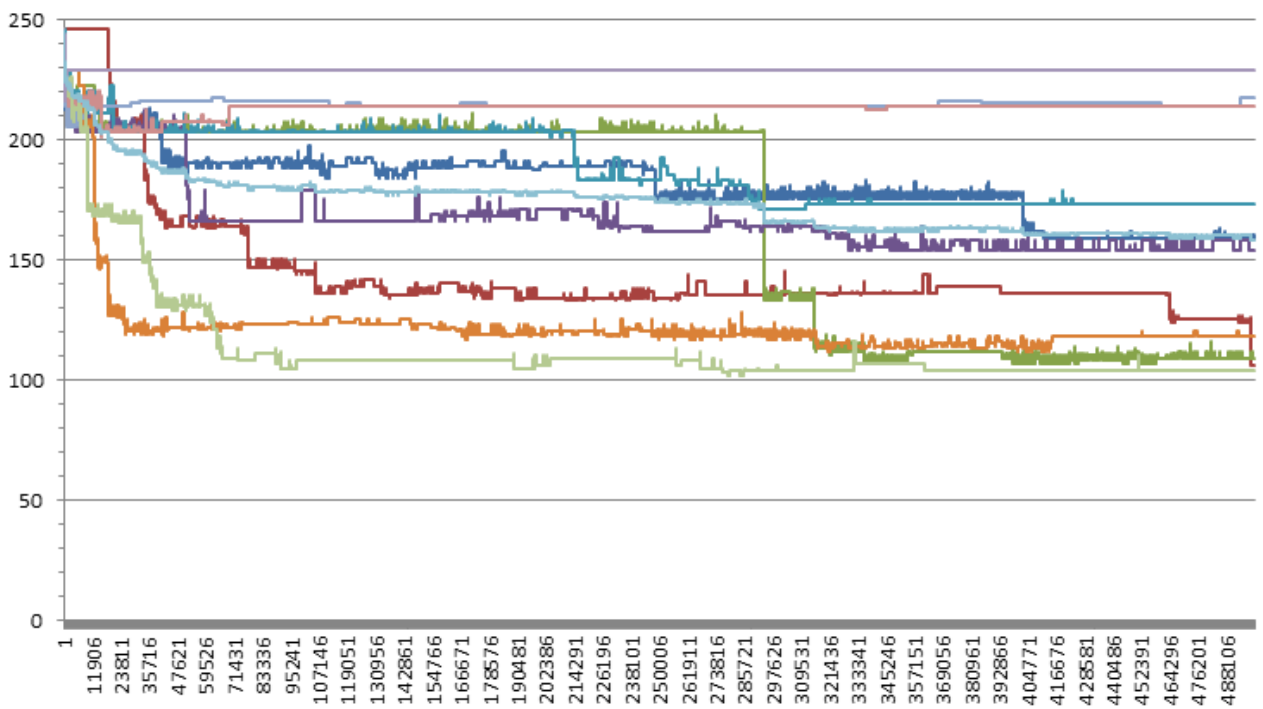


Рис. 4. Графики запусков при $T_0 = 15$

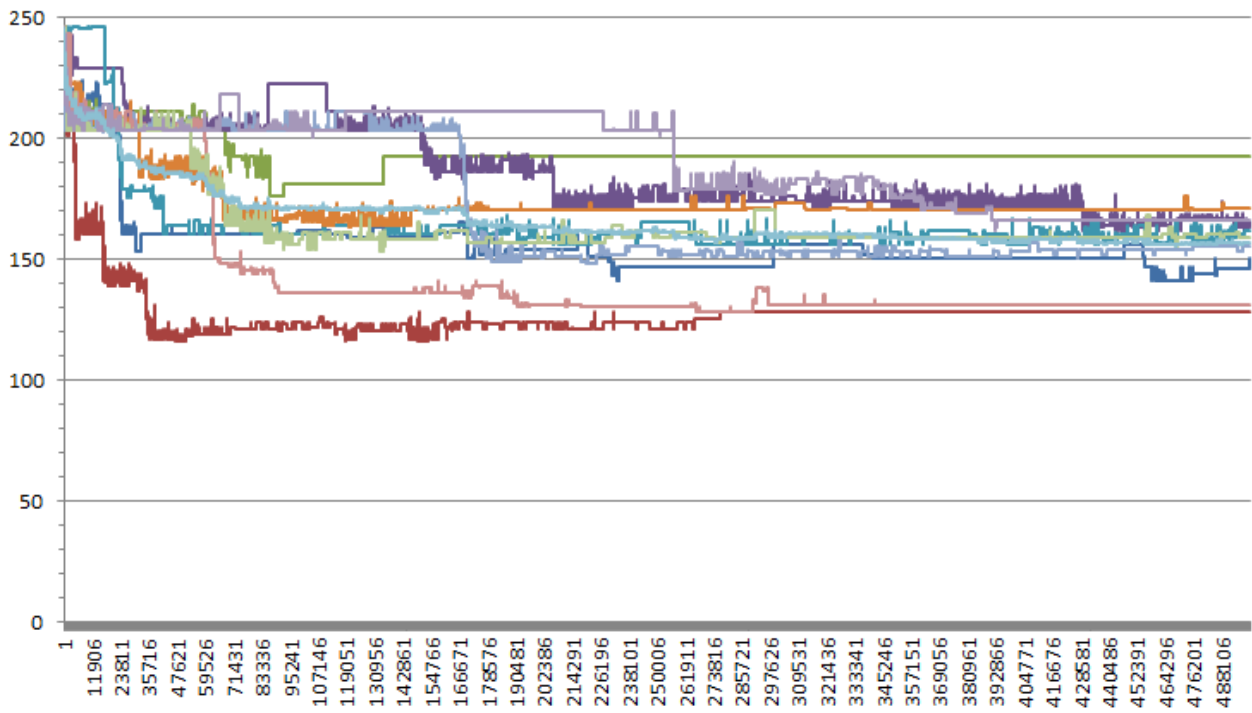


Рис. 5. Графики запусков при $T_0 = 20$

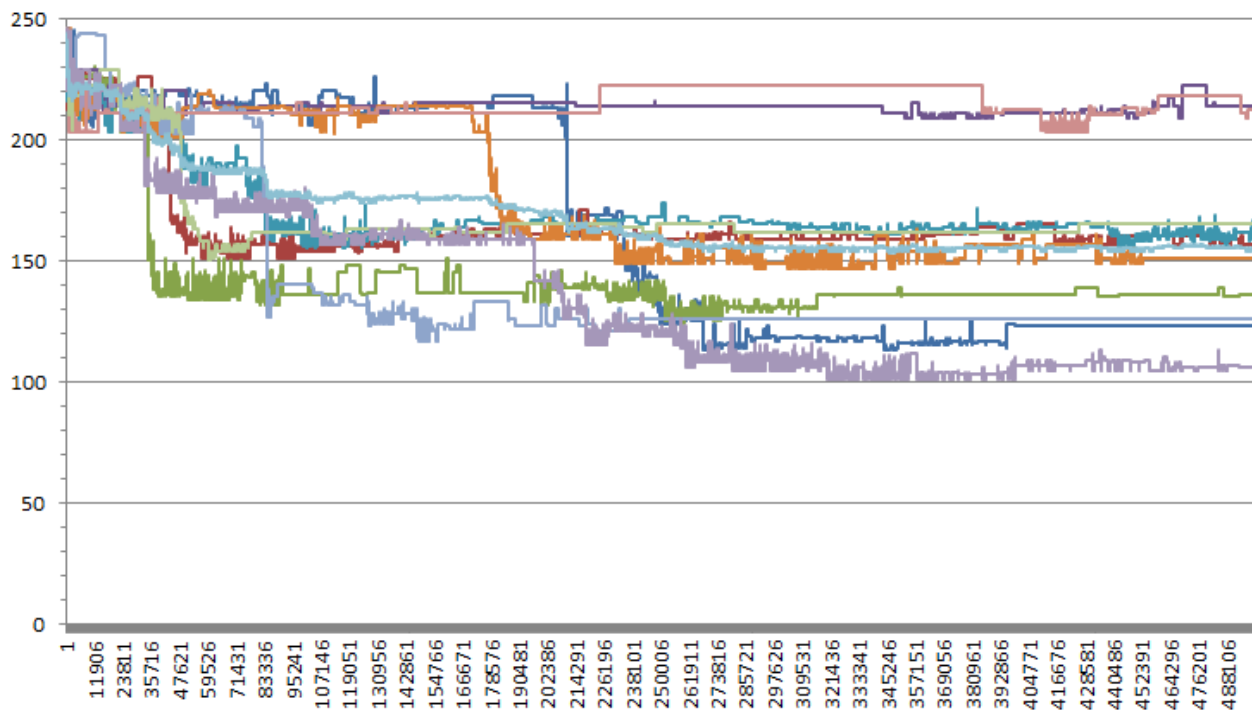


Рис. 6. Графики запусков при $T_0 = 25$

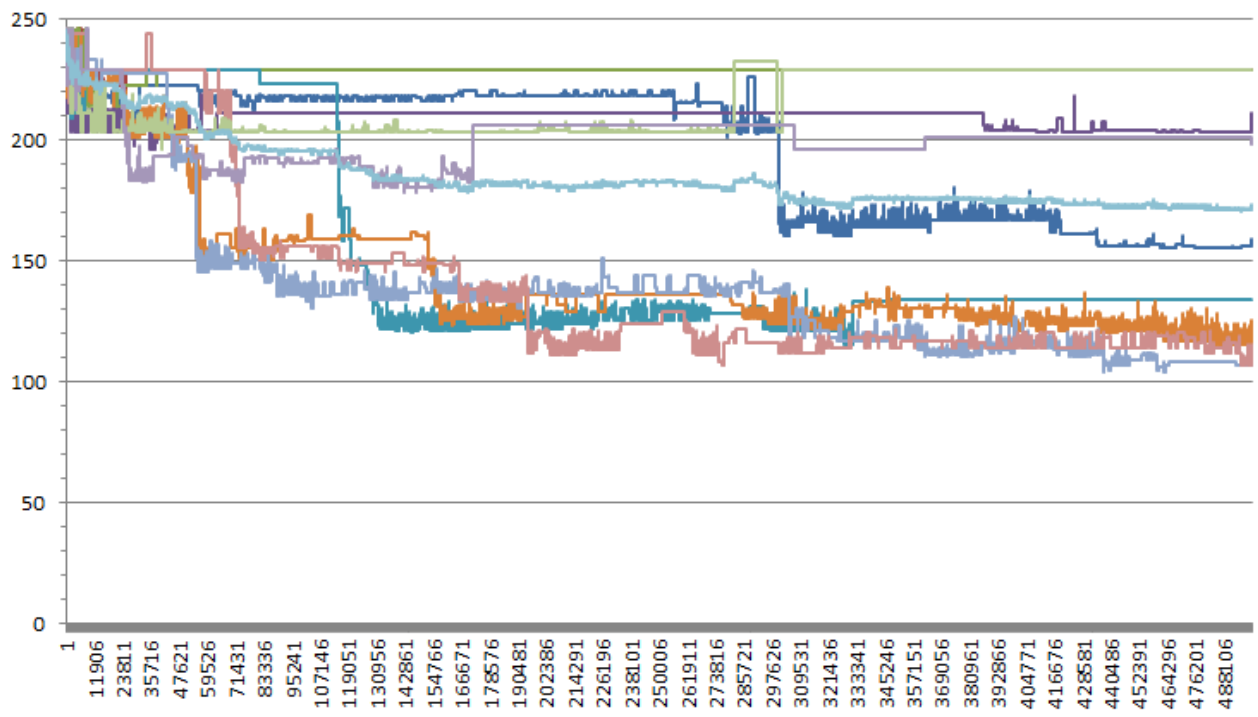


Рис. 7. Графики запусков при $T_0 = 30$

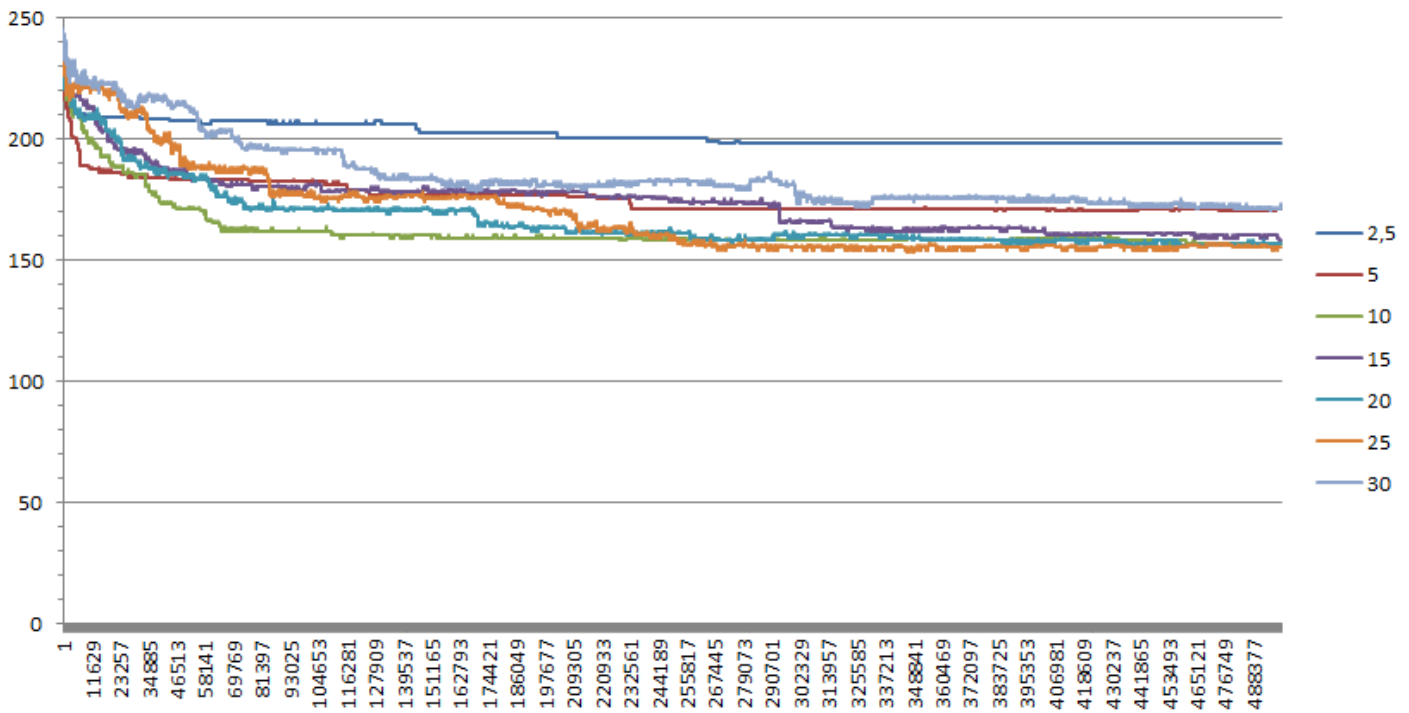


Рис. 8. Графики средник значений при различных значениях T_0

Заключение

В результате выполнения лабораторной работы получено, что при построении конечного детерминированного автомата Мура из 16 состояний для решения задачи о роботе, обходящем препятствия, методом Больцмановского отжига за 500000 шагов, наилучшие результаты достигаются при значении начальной температуры от 10 до 25. В качестве оптимального значения начальной температуры можно порекомендовать значение 17.

Источники

1. Документация к комплексу для изучения методов глобальной оптимизации GIOpt.

http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar

2. Метод имитации отжига. Конспект лекций А. Лопатина.

<http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/annealing.pdf>