

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

В. М. Иванов

Отчет по лабораторной работе
«Сравнение эффективности работы сверхбыстрого отжига и сверхбыстрого тушения»

Вариант №8

Санкт-Петербург
2011 г.

Оглавление

1. Введение	3
2. Постановка задачи	3
2.1. Задача об умном муравье-3	3
2.2. Автомат Мура	4
3. Метод имитации отжига	4
3.1. Сверхбыстрый отжиг	4
4. Метод имитации тушения	4
4.1. Сверхбыстрое тушение	5
5. Реализация.....	5
5.1. Энергия системы	5
5.2. Генерация начальной точки	5
5.3. Генерация новой точки	5
6. Результаты	5
7. Вывод	5
8. Источники	8

1. Введение

В лабораторной работе требуется сравнить эффективность работы сверхбыстрого отжига и сверхбыстрого тушения в задаче об умном муравье-3.

2. Постановка задачи

Задача лабораторной работы – сравнить эффективность работы сверхбыстрого отжига и сверхбыстрого тушения при решении задачи об умном муравье-3, с использованием автомата Мура, заданного сокращенными таблицами.

2.1. Задача об умном муравье-3

Дано поле размером 32×32 клетки, расположенное на поверхности тора (рис. 1). На поле случайно расположено 89 яблок. Муравей видит восемь клеток (рис. 2).

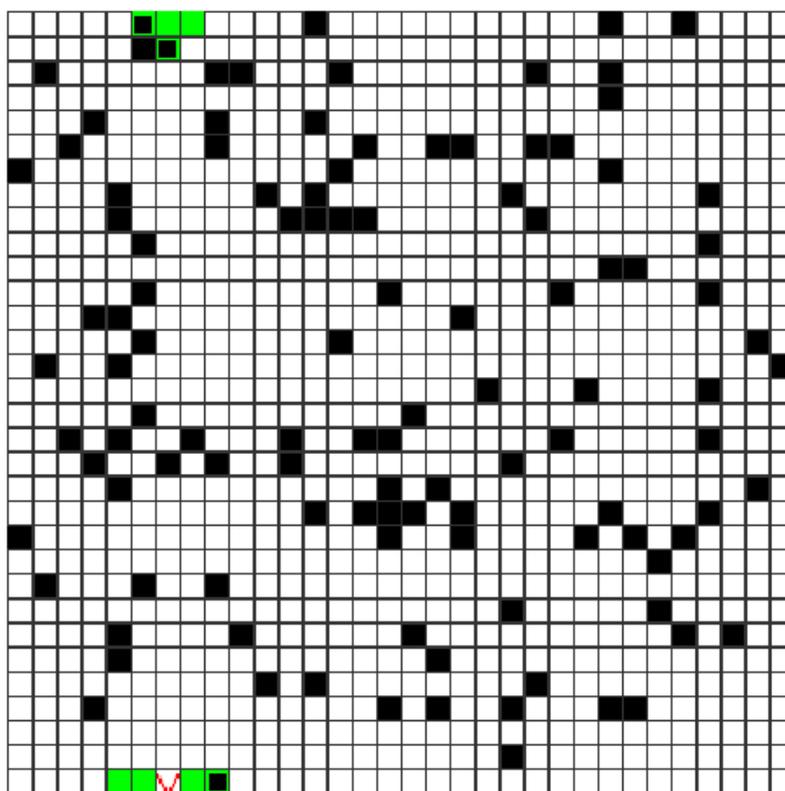


Рис. 1 — Поле с яблоками



Рис. 2 — Область видимости муравья

За один ход муравей может совершить одно из четырех действий:

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

Задача: съесть как можно больше яблок за 200 ходов.

2.2. 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 14 состояний, при попадании в каждое из которых выполняется одно из четырех действий муравья. Переход в следующее состояние происходит в зависимости от значений двух из восьми входных воздействий (используются сокращенные таблицы переходов [1]).

3. Метод имитации отжига

Метод имитации отжига служит для поиска глобального минимума некоторой функции $f(x)$ на пространстве S . Элементы множества S представляют собой состояния физической системы, а значение функции $f(x)$ в этих точках используется как энергия системы $E = f(x)$.

Схема алгоритма имитации отжига:

1. Случайным образом выбирается точка $x = x_0, x_0 \in S$. Текущее значение E устанавливается $f(x_0)$.
2. Итерация с номером k алгоритма состоит из следующих операций:
 - Сгенерировать новую точку x^* путем небольшого изменения точки x .
 - Вычислить значение функции в новой точке $E^* = f(x^*)$.
 - Сгенерировать случайное число α из промежутка $[0; 1]$.

• Если $\alpha < \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E^* - E}{T(k)}\right)}$ (где $T(k) > 0$ – некоторая убывающая к нулю последовательность, которую обычно называют температурой системы) или $E^* < E$, то $x = x^*, E = E^*$ и перейти к следующей итерации, иначе повторить итерацию заново [2].

3.1. Сверхбыстрый отжиг

В сверхбыстром отжиге изменение температуры задается формулой:

$$T(k) = T_0 \times \exp\left(-k^{\frac{1}{D}}\right),$$

где D – число состояний в автомате, а T_0 – начальная температура.

4. Метод имитации тушения

Далеко не всегда хватает вычислительных ресурсов на поиск глобального минимума. Методы «тушения» не гарантируют нахождения глобального минимума, но, как правило, быстро находят близкое решение, а на практике зачастую и сам оптимум. Основное отличие методов тушения от методов отжига – это более быстрые законы убывания температур.

4.1. Сверхбыстрое тушение

В сверхбыстром тушении изменение температуры задается формулой:

$$T(k) = T_0 \times \exp\left(-k\frac{Q}{D}\right),$$

где Q – множитель тушения (в данной лабораторной множитель тушения брался равным трем).

5. Реализация

5.1. Энергия системы

В качестве энергии системы выбрана функция $F(X) = NumApples - f$, где X – автомат, $NumApples$ – число яблок на поле, а f – число яблок, съеденных за 200 шагов.

5.2. Генерация начальной точки

Генерировался автомат Мура из 14 состояний. Из каждого состояния автомата равновероятно генерировались переходы со случайными выходными действиями в случайные состояния. Такой автомат становится начальной точкой алгоритма имитации отжига.

5.3. Генерация новой точки

При генерации новой точки равновероятно выбираются и выполняются следующие действия [3]:

- изменение начального состояния – в этом случае новое начальное состояние выбирается случайно и равновероятно;
- изменение действия в состоянии – случайно и равновероятно выбирается состояние, и действие в нем изменяется на случайное;
- изменение состояния, в которое ведет переход – случайно и равновероятно выбирается переход, после этого целевое состояние перехода изменяется на случайно выбранное.

6. Результаты

Случайным образом сгенерируем 25 полей. С их помощью будем обучать автомат для получения наилучшего решения задачи об умном муравье-3. Эффективность сверхбыстрого отжига и сверхбыстрого тушения рассматривалась при температуре $T_0 = 0.1, 1, 2.5, 5, 10$. Для каждого метода было выполнено 10 запусков, ниже приведены усредненные результаты по всем начальным температурам (рис. 3, 4).

7. Вывод

Результаты лабораторной показали, что сверхбыстрый отжиг немного эффективней, чем сверхбыстрое тушение для решения задачи об умном муравье-3. Наилучший результат был достигнут при температуре 1.0, как для отжига, так и для тушения (рис. 5).

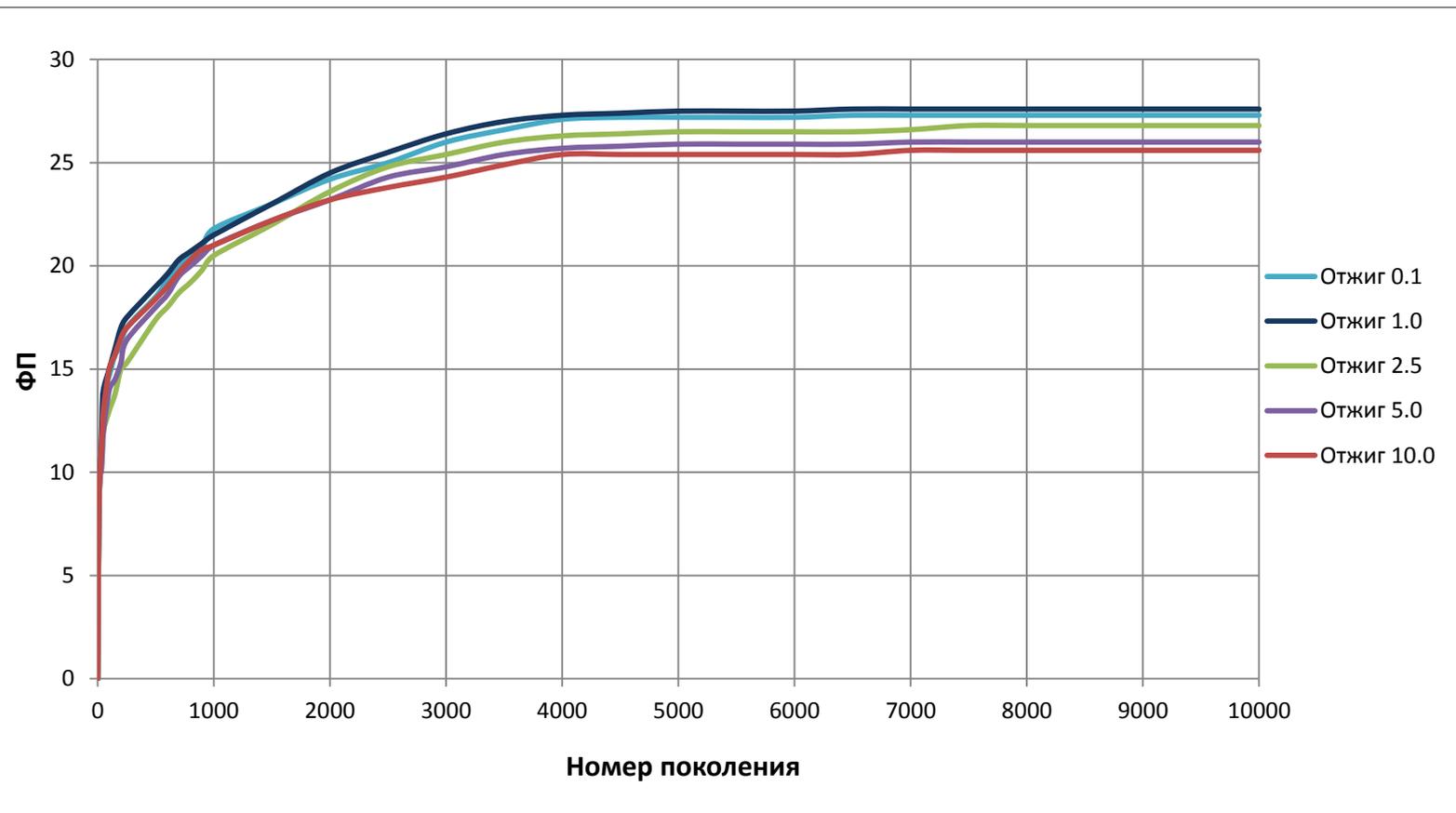


Рис. 3 – Сравнение средних результатов для сверхбыстрого отжига по всем начальным температурам

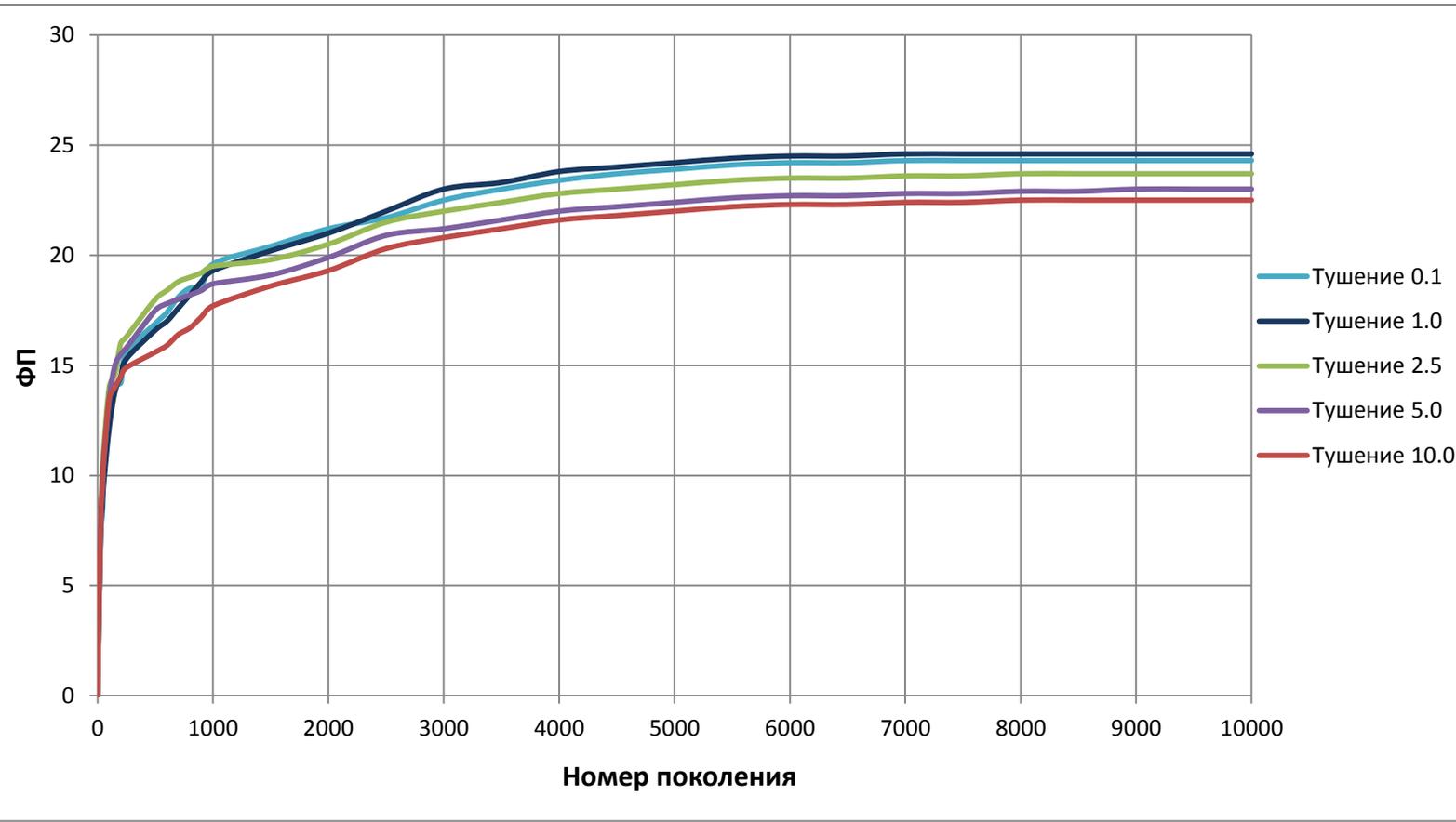


Рис. 4 – Сравнение средних результатов для сверхбыстрого тушения по всем начальным температурам

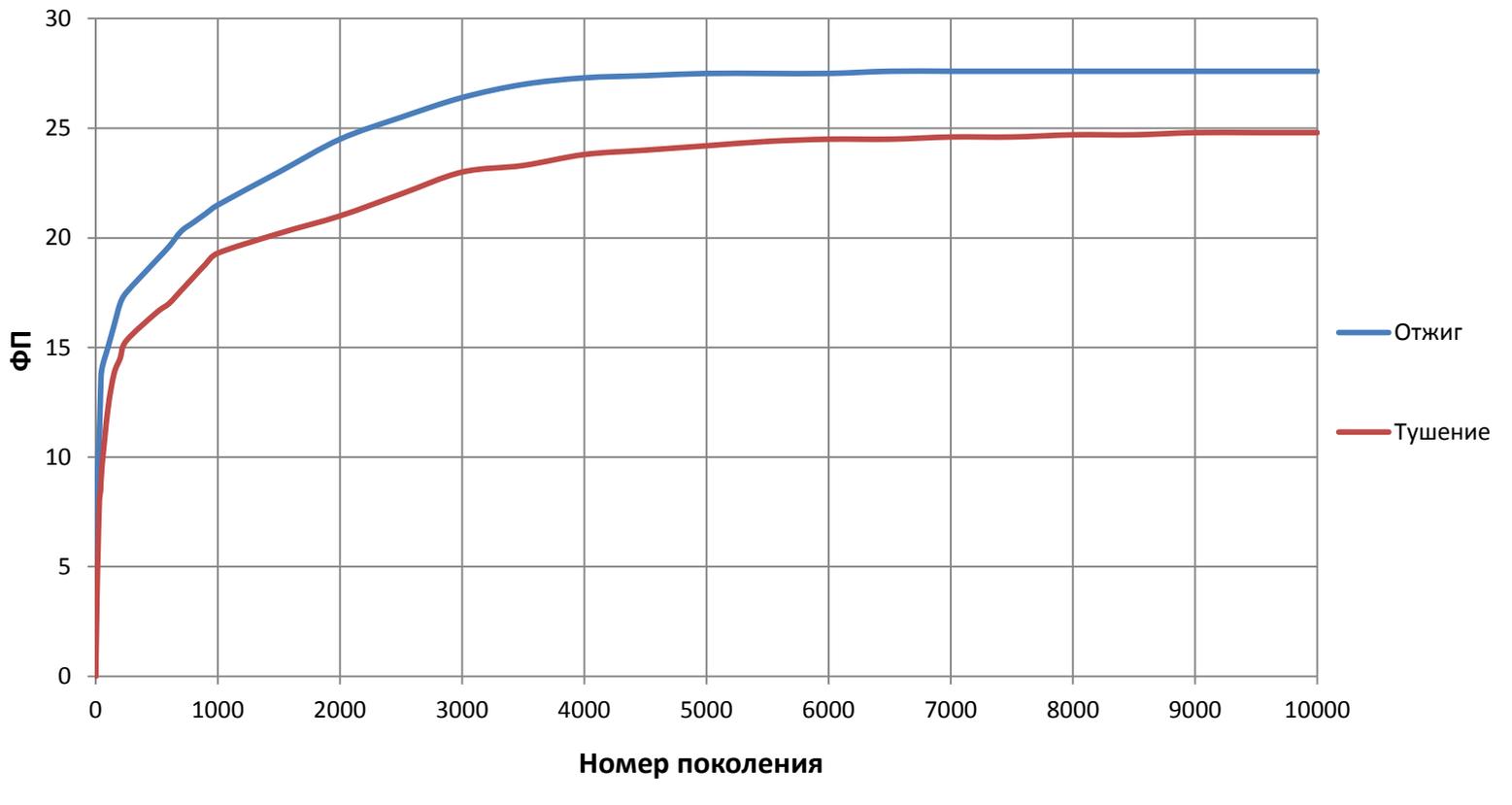


Рис. 5 – Сравнение лучших результатов для сверхбыстрого отжига и сверхбыстрого тушения

8. Источники

- [1] Поликарпова Н.И., Точилин В.Н., Шалыто А.А. Метод сокращенных таблиц для генерации автоматов с большим числом входных переменных на основе генетического программирования. – Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. № 2, с. 100-104.
- [2] Метод имитации отжига. Конспект лекций А. Лопатина.
<http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/annealing.pdf>
- [3] Поликарпова Н. И., Шалыто А. А. Автоматное программирование. – СПб.: Питер, 2009.