

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА

ФАКУЛЬТЕТ «ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

КАФЕДРА «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ

И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»



Моделирование

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
УРАВНЕНИЯ КОЛМОГОРОВА

Студент: Петухов И.С.

Группа: ИУ7-71

Преподаватель: Рудаков И.В.

Москва, 2016

Содержание

1	Теоретический раздел	3
2	Конструкторский раздел	4
3	Технологический раздел	5
3.1	Язык программирования	5
3.2	Примеры кода	5
3.3	Взаимодействие с пользователем	5
	Список использованных источников	7

1 Теоретический раздел

Цель данной работы - найти среднее относительное время прибывания системы в каждом состоянии.

Данная система массового обслуживания [1] S работает в стационарном режиме.

Для решения данной задачи необходимо от заданной матрицы интенсивностей перехода из состояния в состояние перейти к уравнениям Колмогорова.

Правила составления уравнений Колмогорова [2]:

- В левой части каждого из них стоит производная вероятности i -го состояния.
- В правой части — сумма произведений вероятностей всех состояний (из которых идут стрелки в данное состояние) на интенсивности соответствующих потоков событий, минус суммарная интенсивность всех потоков, выводящих систему из данного состояния, умноженная на вероятность данного (i -го состояния).

Уравнения Колмогорова дают возможность найти все вероятности состояний как функции времени. Особый интерес представляют вероятности системы $p_i(t)$ в предельном стационарном режиме, т.е. при $t \rightarrow \infty$, которые называются **предельными (или финальными) вероятностями состояний**.

Предельная вероятность состояния S_i имеет четкий смысл: она показывает **среднее относительное время** пребывания системы в этом состоянии.

Так как предельные вероятности постоянны, то, заменяя в уравнениях Колмогорова их производные нулевыми значениями, получим **систему линейных алгебраических уравнений**, описывающих стационарный режим.

В полученной системе независимых уравнений на единицу меньше общего числа уравнений. Поэтому для решения системы необходимо добавить **уравнение нормировки** (сумма вероятностей всех состояний равна единице).

2 Конструкторский раздел

Систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) можно решить **методом Гаусса** [3]. В данной работе выбрал **алгоритм Гаусса-Жордана** с эвристикой partial pivoting (выбором опорного элемента как максимума по столбцу) [4].

3 Технологический раздел

3.1 Язык программирования

В качестве языка программирования выбран язык высокого уровня JavaScript.

3.2 Примеры кода

Листинг 3.1 — Получение коэффициентов уравнений Колмагорова

```
1 function getKoeffKolmagorof(matrix) {
2     let result = [];
3     for (let i = 0, n = matrix.length; i < n; ++i) {
4         result[i] = [];
5
6         for (let j = 0, m = matrix[i].length; j < m; ++j) {
7             result[i][j] = 0;
8         }
9     }
10
11     for (let i = 0, n = matrix.length; i < n; ++i) {
12         for (let j = 0, m = matrix[i].length; j < m; ++j) {
13             if (i !== j) {
14                 result[i][i] -= matrix[i][j];
15             }
16         }
17     }
18
19     for (let i = 0, n = matrix.length; i < n; ++i) {
20         for (let j = 0, m = matrix[i].length; j < m; ++j) {
21             if (i !== j) {
22                 result[j][i] += matrix[i][j];
23             }
24         }
25     }
26
27     return result;
28 }
```

3.3 Взаимодействие с пользователем

Взаимодействие с пользователем осуществляется через html страницы, открытые в браузере. В пользовательском интерфейсе используются динамические таблицы [5].

Таблица данных

из\в	S0	S1	S2	S3
S0		1	2	
S1	2			2
S2	3			1
S3		3	2	

Таблица результатов

	S0	S1	S2	S3
T:	0.40	0.20	0.27	0.13

Запуск

Рисунок 3.1 — Пример работы программы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Planet, Математический форум Math Help.* Система массового обслуживания: определение и понятие. — <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=sistema-massovogo-obsluzhivaniya>. — [Online; accessed 19-October-2016].
2. *Planet, Математический форум Math Help.* Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. — <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=uravneniya-kolmogorova>. — [Online; accessed 19-October-2016].
3. *Wikipedia.* Метод Гаусса. — https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%93%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%B0. — [Online; accessed 19-October-2016].
4. *Максим, Иванов.* Метод Гаусса решения системы линейных уравнений. — http://e-maxx.ru/algo/linear_systems_gauss. — [Online; accessed 19-October-2016].
5. *М.С., Выскорко.* Таблица как объект HTML, W3C DOM. — http://www.softtime.ru/info/articlephp.php?id_article=67. — [Online; accessed 19-October-2016].