

УДК - 62-97/-98

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Никифорова Я.В., Ладыженский Ю.В.

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрена задача усовершенствования программных средств для изучения в вузах теории массового обслуживания. Для моделей узлов компьютерных сетей с экспоненциальным законом распределения интервала времени между требованиями разработаны средства оптимизации характеристик компьютерных сетей. Реализована интерактивная графическая интерпретация математического аппарата СМО.

В наши дни увеличивается роль информации, знаний и информационных технологий. Сеть Интернет представляет собой одну из основ информационного общества, становление которого наблюдается в настоящее время. Компьютерные сети являются одной из самых востребованных и активно развивающихся областей в информатике и компьютеризации. Развитие отрасли идет бурными темпами, и возникает потребность в оптимизации компьютерных сетей, описании их с помощью математических моделей. Инструмент для решения этой задачи – теория массового обслуживания.

Системы массового обслуживания в настоящее время являются востребованной и пока не до конца освоенной областью исследований, предоставляющей пространство для научного поиска. Теория массового обслуживания сочетает в себе комплексные знания из области теории вероятностей, матстатистики и математического анализа. Поэтому ее изучение входит в программу технических вузов.

Практика показывает, что усвоение таких знаний для большинства студентов является сложным, так как изложение

материала обычно содержит много математических выкладок. Выполнение лабораторных работ часто сводится к применению формул без особого понимания их смысла. В то же время многие системы массового обслуживания являются с точки зрения логики простыми и предсказуемыми механизмами, и понимание этого приходит к студентам не сразу. Напрашивается потребность в программном обеспечении, обучающей системе, которая бы помогла студентам в усвоении теории и дала возможность самостоятельно в интерактивном режиме исследовать принципы работы систем массового обслуживания.

Существующие программные средства, посвященные нашей тематике, предназначены для людей, знающих теорию массового обслуживания на хорошем уровне. Программы требуют только ввода численных данных для расчета характеристик и не предоставляют ни пояснительной информации, ни сведений о математической модели. Такие системы не подходят для обучающих целей. Разработка обучающих систем по теории массового обслуживания является перспективным направлением исследований.

Программа предназначена для расчета характеристик узла компьютерной сети и входит в лабораторный практикум. Программа включает в себя модели СМО с экспоненциальным законом распределения интервала времени между требованиями: $M|M|S$ (система с ожиданием), $M|M|S|0$ (система с отказами), $M|M|S|m$ (система потерями) и стохастическая сеть СМО [1, 2]. Основная цель разработанной системы, кроме численного расчета, – представить сложный материал в простом, доступном виде.

На основе численных значений параметров системы (сети), таких как интенсивность обслуживания, интенсивность поступления заявок и число серверов, программа строит уравнения Колмогорова, граф переходов и схематическое изображение структуры системы, рассчитывает вероятностные характеристики. Имеется возможность проследить, как один параметр – например, число серверов – влияет на все характеристики. Для этого задается диапазон варьирования этой величины, на основе которого программа строит графические

зависимости для каждой характеристики.

Уравнения Колмогорова необходимы для понимания принципов теории массового обслуживания, а графы переходов являются удобным средством для построения этих уравнений [3]. Поэтому программа строит уравнения Колмогорова и графы переходов. Уравнения и графы строятся для конкретной сети, параметры которой задает пользователь.

В техническом задании на программу сформированы высокие требования к интерфейсу: генерация изображений, математических формул, построение графиков. Поэтому была выбрана среда разработки Delphi 7. Для реализации поставленной задачи стандартных инструментов Delphi недостаточно, поэтому в проекте использовались дополнительные библиотеки, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет. Например, для расчета стохастической сети нужно решить систему линейных алгебраических уравнений произвольной размерности. С этой задачей справляется библиотека AlgLib [4]. Для вывода на формул математических формул использована библиотека ExprDraw [5]. Доступна украинская локализация приложения.

Для выполнения расчетов характеристик одиночного узла пользователь вводит значения следующих параметров: число серверов, интенсивность входного потока, интенсивность обслуживания (рис. 1).

Программа рассчитывает следующие характеристики: вероятность ожидания, вероятность отказа, коэффициент занятости, вероятность простоя, среднее число заявок в системе, длина очереди, среднее число занятых приборов, среднее время пребывания заявки в системе, среднее время ожидания (рис. 2). Есть возможность включить в расчет вычисление общей стоимости обслуживания узла компьютерной сети.

Пример структуры СМО, нарисованной программно, показан на рис. 3 (в данном примере длина накопителя равна 7, число серверов – 4).

Одновременно с расчетами характеристик генерируются

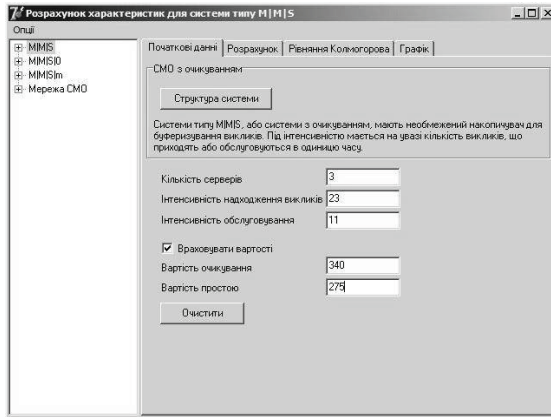


Рисунок 1 – Ввод данных для системы типа M|M|S

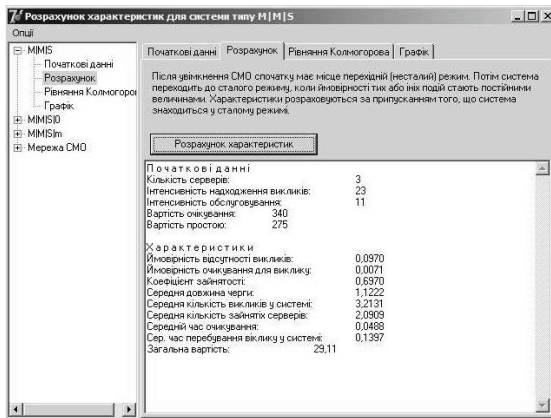


Рисунок 2 – Расчет характеристик для системы типа M|M|S

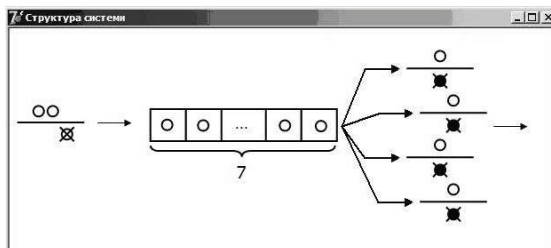


Рисунок 3 – Структура системы типа M|M|S|m

граф переходов и уравнения Колмогорова, в которых используются реальные значения характеристик (рис. 4).

Для сети систем СМО матрица передач вводится с помощью таблицы. В отдельные таблицы вводятся число серверов и интенсивность обслуживания для каждого узла (рис. 5).

Программа рассчитывает характеристики для всех СМО (аналогично $M|M|S$) и для всей сети в целом (общее число заявок, средняя длина очереди, среднее время пребывания в сети, среднее время ожидания, среднее число занятых приборов) (рис. 6).

Графы переходов и системы уравнений Колмогорова создаются для каждого узла. Кроме того, генерируются диаграммы: каждая диаграмма показывает, как изменяются значения характеристик во всех узлах сети (рис. 7).

Для систем типа $M|M|S$, $M|M|S|m$ и $M|M|S|0$ любой входной параметр можно задать диапазоном. Диапазон разбивается на несколько промежутков (максимум 10), и для каждого промежуточного значения вычисляются все характеристики. Эти значения объединяются в диаграммы (рис. 8).

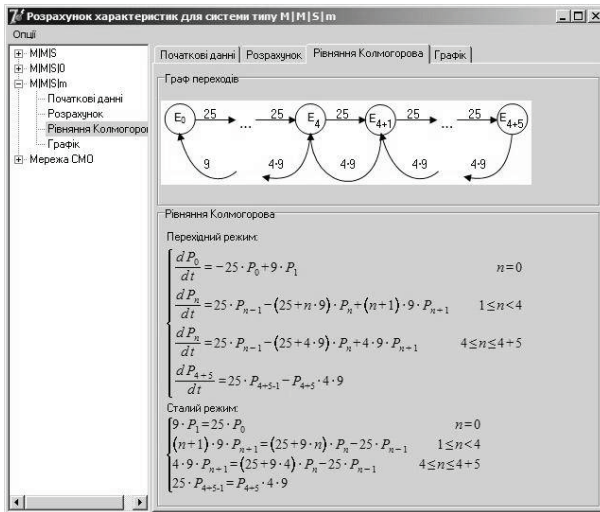


Рисунок 4 – Граф переходов и уравнения Колмогорова для системы типа $M|M|S|m$

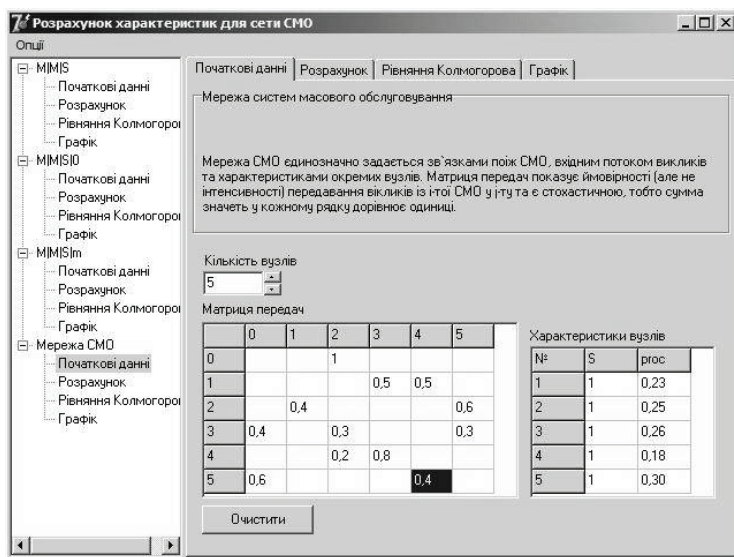


Рисунок 5 – Входные данные для сети СМО

Используя диаграммы, можно найти оптимальные значения параметров, обеспечивающие высокие характеристики качества работы СМО.

Разработанная система является инструментом для выполнения лабораторного практикума. Численные характеристики выводятся в текстовое окно, откуда их можно скопировать в отчет по лабораторной работе. Все генерируемые схемы и диаграммы можно сохранять в формате JPEG. Система контролирует на корректность все входные данные и в случае неправильного ввода указывает пользователю на ошибки. Программа информативна в визуальном плане, интерактивна, содержит пояснения и подсказки. Все это делает ее удобной для обучающих целей. Разработанная программа является важным средством для приобретения студентами знаний и умений в области расчетов и оптимизации характеристик компьютерных сетей. Ведется разработка online-версии приложения.

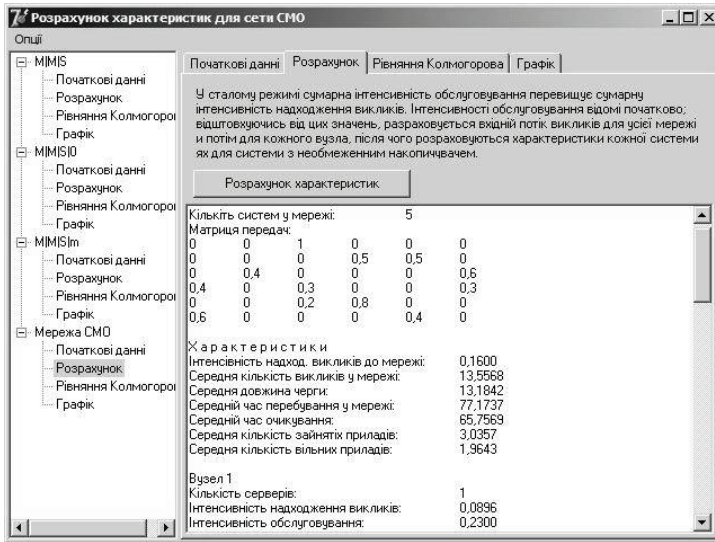


Рисунок 6 – Расчет характеристик для сети СМО

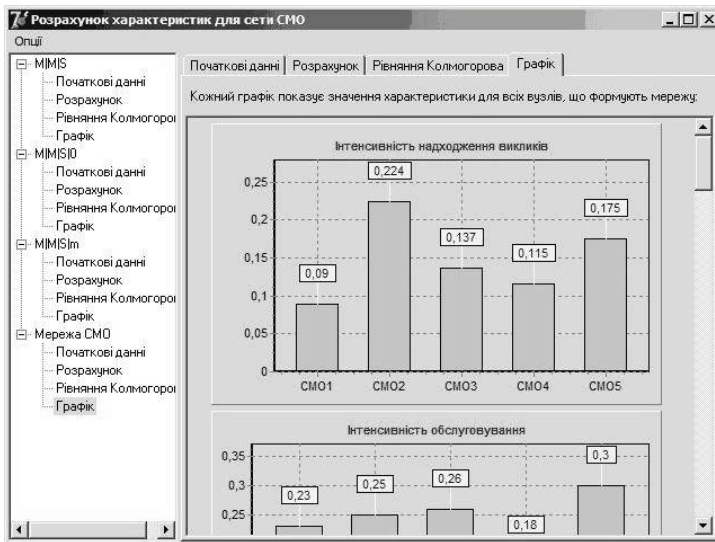


Рисунок 7 – Графики показателей для каждой СМО в сети

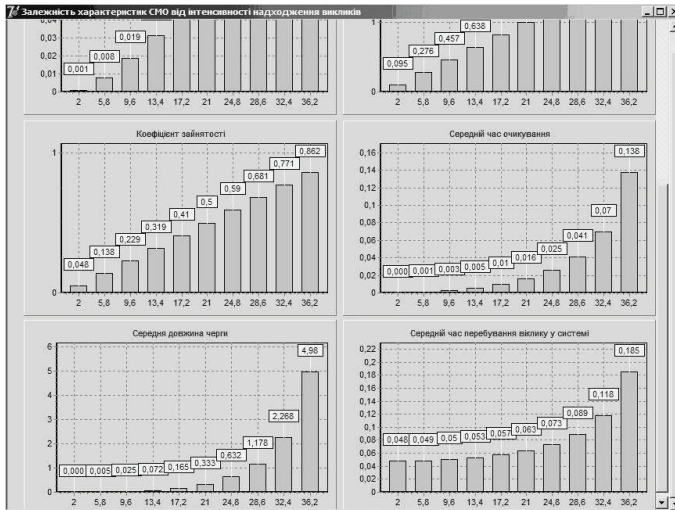


Рисунок 8 – Исследование характеристик на диапазоне входных значений

Литература

- [1] Харчистов Б.Ф. Методы оптимизации: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 140с.
- [2] Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Исследование операций в экономике. Пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 407 с.
- [3] Распределенные информационные системы управления. Учебное пособие [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dvo.sut.ru/libr/ius/i231kutu/index.htm>
- [4] Решение систем алгебраических уравнений с помощью библиотеки ALGLIB [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://alglib.sources.ru>
- [5] Библиотека ExprDraw для рисования математических формул на форме [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=718>