

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра системного анализа
и автоматического управления

Анализ модели одной соты сети GSM

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВАРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 481 группы
направления 27.03.03 – Системный анализ и управление
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Лазарева Никиты Анатольевича

Научный руководитель

ст. преподаватель

Е.П. Станкевич

Зав. кафедрой

к. ф.-м. н., доцент

И.Е. Тананко

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Основной целью теории массового обслуживания является исследование и наиболее рациональный выбор структуры системы и процесса обслуживания на основе изучения потоков требований, поступающих в систему и выходящих из нее [1-7].

Под системой массового обслуживания понимают динамическую систему, предназначенную для эффективного обслуживания требований при различных ограничениях на ресурсы системы. Системы массового обслуживания (СМО) широко используются для моделирования и анализа реальных систем [8-15].

В настоящее время широко используются и развиваются беспроводные сети соевой связи, математическими моделями которых являются системы массового обслуживания [16-18].

Цель бакалаврской работы – анализ системы массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями, которая является математической моделью одной соты сети GSM.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

1. изучение систем массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями;
2. разработка алгоритма метода анализа систем массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями;
3. разработка программы для анализа систем массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями;
4. проведение анализа модели одной соты сети GSM.

Методологические основы структуры, принципов функционирования и методов анализа математических моделей соты сети GSM представлены в работах Г.П. Башарина [16, 18], Ю.В. Гайдамаки [17].

Теоретическая и практическая значимость бакалаврской работы. Теоретический материал, описанный в работе, способствует пониманию

математических моделей сот сети подвижной связи. Практическая значимость работы заключается в разработке алгоритма и программы, которая позволяет вычислять основные характеристики модели одной соты сети GSM при различных входных данных.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников и 3 приложений. Общий объем работы – 48 страниц, из них 43 страницы – основное содержание, включая 20 рисунков и 4 таблицы, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава «Модель одной соты сети GSM» содержит подробное описание структуры и принципов функционирования соты сети GSM, а так же сети сотовой подвижной связи. Сеть сотовой подвижной связи – один из видов мобильной радиосвязи, в основе которой лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций. Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной базовой станции представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид шестиугольных ячеек (сот).

Вызовы, которые совершаются внутри одной соты, могут быть следующих видов:

- 1) Новые вызовы (которые возникают путем инициации соединения абонентом, находящимся на территории данной соты);
- 2) Хэндовер-вызовы (процесс передачи сигнала во время вызова или сессии передачи данных от одной базовой станции к другой).

Вторая глава «Полнодоступная модель с потерями» содержит описание математической модели процесса обслуживания вызовов в соте сети GSM. Вводятся следующие основные положения:

I) Потоки новых и хэндовер-вызовов являются пуассоновскими потоками с интенсивностями для новых вызовов λ_0 и для хэндовер – вызовов λ_H . Таким образом, суммарный поток вызовов, создающих нагрузку на базовую станцию соты, является пуассоновским потоком с интенсивностью $\lambda = \lambda_0 + \lambda_H$.

II) Любой обслуживающийся базовой станцией вызов с интенсивностью μ_1 , завершает обслуживание внутри соты и с интенсивностью μ_2 переходит в соседнюю соту. Следовательно, длительность обслуживания базовой станцией вызова, который завершит обслуживание внутри рассматриваемой соты, имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_1 , а длительность обслуживания вызова, которому предстоит хэндовер – экспоненциальное распределение с параметром μ_2 . Таким образом, длительность занятия радиоканала является экспоненциально распределенной случайной величиной с параметром $\mu = \mu_1 + \mu_2$.

III) Число радиоканалов в соте равно C .

IV) Зона хэндовера отсутствует.

V) Не предусмотрено резервирование радиоканалов для обслуживания хэндовер-вызовов.

На рассматриваемую систему массового обслуживания поступает два входящих потока требований. Поток требований первого класса, являющийся потоком новых вызовов, поступает в систему с интенсивностью λ_0 , а поток требований второго класса (соответствующий хэндовер-вызовам) – поступает с интенсивностью λ_H . Если в момент поступления требования любого типа в СМО имеется хотя бы один свободный прибор, требование поступает на обслуживание и занимает один прибор на все время обслуживания. Длительности обслуживания требований как и первого класса так и второго класса, являются независимыми случайными величинами, имеющими экспоненциальное распределение с параметром μ . Если в

момент поступления требования любого типа в системе массового обслуживания отсутствуют свободные приборы, требование теряется.

Вероятность того, что в системе было n требований равна

$$p_n = \frac{\rho^n}{n!} \left[\sum_{n=0}^C \frac{\rho^n}{n!} \right]^{-1}, \quad n = 0, C$$

где

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}.$$

Вероятность потери требования первого класса

$$\pi_1 = p_c.$$

Аналогично, вероятность потери требования второго класса

$$\pi_2 = p_c.$$

Третья глава «Неполнодоступная модель с потерями» посвящена описанию неполнодоступной модели одной соты сети GSM. Вводится следующее положение:

(VI) Применяется стратегия доступа с резервированием: на базовой станции соты g радиоканалов предназначены для обслуживания как новых, так хэндовер-вызовов, а остальные $C - g$ радиоканалов зарезервированы только для обслуживания хэндовер-вызовов.

В предположениях (I) – (IV) и (VI) математической моделью процесса обслуживания вызовов в соте сети GSM может служить C -приборная неполнодоступная СМО, на которую поступают два пуассоновских потока требований. Входящий поток требований первого класса, соответствующий потоку новых вызовов, имеет интенсивность λ_o , а поток требований второго класса (хэндовер-вызовы) – интенсивность λ_H . Если в момент поступления требования первого класса в СМО число свободных приборов больше, чем $C - g, 0 \leq g \leq C$, требование первого класса поступает на обслуживание и занимает один прибор на все время обслуживания, в противном случае требование первого класса теряется. Если в момент поступления требования

второго класса в СМО есть хотя бы один свободный прибор, требование второго класса поступает на обслуживание и занимает один прибор на все время обслуживания, в противном случае требование второго класса теряется. Длительности обслуживания, как требований первого класса, так и требований второго класса, являются независимыми случайными величинами, имеющими экспоненциальное распределение с параметром μ .

Вероятность нахождения в системе n требований вычисляется по формуле

$$p_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} p_0, & 1 \leq n \leq g; \\ \frac{\rho^g \rho_H^{n-g}}{n!} p_0, & g+1 \leq n \leq C, \end{cases} \quad (1)$$

где общая нагрузка на систему

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}; \quad (2)$$

нагрузка на систему создаваемая вторым классом требований

$$\rho_H = \frac{\lambda_H}{\mu}; \quad (3)$$

вероятность того, что в системе нет требований

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^g \frac{\rho^n}{n!} + \sum_{n=g+1}^C \frac{\rho^g \rho_H^{n-g}}{n!} \right]^{-1}. \quad (4)$$

Для недоступной модели с потерями вероятность потери нового вызова определяется формулой

$$\pi_1 = \left(\sum_{n=g}^C \frac{\rho^g \rho_H^{n-g}}{n!} \right) \left[\sum_{n=0}^g \frac{\rho^n}{n!} + \sum_{n=g+1}^C \frac{\rho^g \rho_H^{n-g}}{n!} \right]^{-1}. \quad (5)$$

Вероятность потери хэндовер-вызова определяется формулой

$$\pi_2 = \frac{\rho^g \rho_H^{C-g}}{C!} \left[\sum_{n=0}^g \frac{\rho^n}{n!} + \sum_{n=g+1}^C \frac{\rho^g \rho_H^{n-g}}{n!} \right]^{-1}. \quad (6)$$

Четвертая глава «Алгоритм анализа систем массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями»

содержит подробное описание алгоритма анализа системы обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями. Данный алгоритм имеет блочную структуру и состоит из пяти последовательно выполняемых блоков.

– *Ввод данных:*

λ_0 – интенсивность поступления требований первого класса,

λ_H – интенсивность поступления требований второго класса,

μ – интенсивность обслуживания требования,

C – количество обслуживающих приборов,

g – количество обслуживающих приборов, доступных для новых вызовов.

– *Вычисление общей нагрузки на систему по следующим формулам:*

интенсивность поступления требований обоих классов

$$\lambda = \lambda_0 + \lambda_H;$$

общая нагрузка на систему и нагрузка на систему, создаваемая вторым классом требований, определяется по формулам (2) и (3).

– *Вычисление вектора распределения вероятностей по формулам (1) и (4);*

– *Вычисление основных характеристик системы:*

вероятность потери требований первого и второго классов вычисляются по формулам (5) и (6) соответственно;

вероятности того, что требование первого класса будет обслужено

$$P_0 = 1 - \pi_1;$$

вероятности того, что требование второго класса будет обслужено

$$P_2 = 1 - \pi_2;$$

математического ожидания длительности пребывания требования в системе массового обслуживания

$$\bar{u} = \frac{1}{\mu};$$

математического ожидания числа требований в системе массового обслуживания

$$\bar{n} = \sum_{n=0}^C np_n.$$

– *Вывод результатов.*

Пятая глава «Назначение и описание программы» посвящена описанию разработанной программы, реализующей алгоритм, приведенный в четвертой главе. Дано описание идентификаторов, входных и выходных данных программы [19, 20].

Шестая глава «Примеры использования программы» содержит результаты численных экспериментов. С помощью разработанной программы было проведено

- исследование зависимости интенсивности обслуживания хэндовер-вызова от количества радиоканалов в соте и от доступных для новых вызовов радиоканалов;
- исследование зависимости вероятности потери нового и хэндовер-вызова от интенсивности поступления хэндовер-вызовов;
- исследование зависимости математического ожидания числа вызовов в соте от интенсивности обслуживания вызовов радиоканалом, от интенсивности поступления новых вызовов в соту и от интенсивности поступления хэндовер-вызовов в соту;
- исследование изменения вероятности нахождения в соте 0 требований от интенсивности поступления новых и хэндовер-вызовов в соту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были изучены структура и модели эволюции систем массового обслуживания с неоднородными входящими потоками и потерями. Был разработан алгоритм описанного метода анализа систем данного типа, составлена блок-схема алгоритма, подробно описаны все входящие в неё блоки. По разработанному алгоритму написана программа для вычисления

основных стационарных характеристик системы. С помощью программы был проведен анализ модели одной соты сети GSM.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Митрофанов, Ю. И. Анализ сетей массового обслуживания / Ю. И. Митрофанов. С.: Научная книга, 2004. 172 с.
- 2.Новиков, О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О. А. Новиков, С. И. Петухов. М.: Советское радио, 1969. 400 с.
3. Митрофанов, Ю. И. Анализ систем массового обслуживания: учеб.–метод. пособие / Ю. И. Митрофанов, Е. С. Рогачко, Н. П. Фокина. С.: Научная книга, 2009. 59с.
4. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок. М.: Машиностроение, 1971. 432 с.
5. Саати, Т. Л. Элементы теории массового обслуживания / Т. Л. Саати. М.: Советское радио, 1965. 510 с.
6. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания: Учебник / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. М.: Изд-во РУДН, 1995. 529 с.
7. Ивченко, Г. И. Теория массового обслуживания / Г. И. Ивченко. М.: Машиностроение, 1982. 375 с.
8. Риордан, Дж. Вероятностные системы обслуживания. Пер. с англ. / Е. Г. Коваленко. М.: Связь, 1966. 183 с.
9. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. М.: Наука, 1964. 576 с.
10. Райгородский, А. М. Комбинаторика и теория вероятностей / А. М. Райгородский. М.: МФТИ, 2012. 109 с.
11. Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ/ Ф. П. Тарасенко. М.: Кнорус, 2010. 218 с.
12. Климов, Г. П. Теория вероятностей и математическая статистика / Г. П. Климов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 328 с.

13. Кениг, Д. Методы теории массового обслуживания / Д. Кениг, Д. Штойян. М.: Радио и связь, 1981. 128 с.
14. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. М.: Наука, ГРФМЛ, 1966. 432 с.
15. Карташевский, В. Г. Основы теории массового обслуживания: учебник для вузов / В. Г. Карташевский. М.: Горячая линия – Телеком, 2013. 130 с.
16. Башарин, Г. П. Модели для анализа качества обслуживания в сетях связи следующего поколения / Г. П. Башарин, Ю. В. Гайдамака, К. Е. Самуйлов, Н. В. Яркина. М.: Российский университет дружбы народов, 2008. 137 с.
17. Гайдамака, Ю. В. Модели обслуживания вызовов в сети сотовой подвижной связи / Ю. В. Гайдамака, Э. Р. Зарипова, К. Е. Самуйлов, М.: Российский университет дружбы народов, 2008. 72 с.
18. Башарин, Г. П. Управление качеством и вероятностные модели функционирования сетей связи следующего поколения / Г. П. Башарин, Ю. В. Гайдамака, К. Е. Самуйлов, Н. В. Яркина. М.: Российский университет дружбы народов, 2008. 157 с.
19. Гилберд, Ш. С# 4.0: Полное руководство/ Ш. Гилберт. М.: Вильямс, 2011. 1056 с.
20. Рихтер, Д. Программирование на С# / Д. Рихтер. М.: Русская редакция, 2008. 656 с.