

мени и не может быть использована в расчётах ресурсов сети доступа.

Одним из последних разработанных методов является метод расчёта параметров сетей доступа на основе применение формул Эрланга. Применение формул Эрланга даёт простой и эффективный способ описания указанных параметров трафика, являющихся основными параметрами QoS в сетях доступа NGN.

Литература

1. Башарин Г.П., Гайдамака Ю.В., Самуйлов К.Е., Яркина Н.В. Управление качеством и вероятностные модели функционирования сетей связи следующего поколения: Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 130с.

2. В.А.Наумов, К.Е.Самуйлов, Н.В.Яркина. Теория телетрафика мультисервисных сетей. Монография. – М.: Изд-во РУДН. – 2007. – 191с.

3. S.Anick, D. Mitra and M. Sondhi. Stochastic theory of a data-handling system with multiple sources. Bell System Technical Journal, 61(8), pp. 1871-1894, October, 1982.

4. E.Chromý, T. Misuth. The Erlang Formulas and Traffic Description in Contact Centers. In: RTT 2009. Research in Telecommunication Technology : 11th International Conference. – Prague : CTU, 2009. - ISBN 978-80-01-04410-0

5. Кучерявый А.Е., Гильченко Л.З., Иванов А.Ю. Пакетная сеть связи общего пользования. СПб.: Наука и техника, 2004.

6. Семенов А.В. Сети нового поколения. СПб: Наука и техника, 2005.

7. Гольдштейн Б.С., Гольдштейн А.Б. SoftSwitch. СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2006.

8. R.V.Cooper. Introduction to Queueing Theory: 2nd Edition. – Elsevier, 1980. – ISBN 0444010653.

УДК 654.154.4

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ВХОДНОГО ТРАФИКА НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ

Абдуллаева М.И., Мухитдинов А.А., Шукуров К.Э.

Рассматриваются вопросы исследования моделей функционирования мультисервисных контакт центров, построения их имитационной модели в среде языка моделирования GPSS и вычисления вероятностных показателей эффективности процесса обработки вызовов.

Ключевые слова: язык моделирования GPSS, мультисервисный контакт центр, имитационное моделирование, системы массового обслуживания.

Ушбу мақолада мультисервис алоқа марказлари ишлаш моделлари тадқиқ этиши, уларнинг имитацион моделини GPSS моделлаштириши тили муҳитида қуриши ва қўнғироқларга ишлов бериши жараёни самарадорлик кўрсаткичлари эҳтимоллигини ҳисоблаш саволлари кўриб ўтилган.

Таянч иборалар: GPSS моделлаштириши тили, мультисервис контакт маркази, имитацион моделлаштириши, оммавий хизмат кўрсатиши тизими.

The questions of research of models of functioning of multiservice contact centers, construction of their simulation model in the environment of modeling language GPSS and calculation of probabilistic indicators of efficiency of process of calls processing are considered.

Key words: GPSS modeling language, multiservice contact center, simulation simulation, queueing systems.

Введение

В результате моделирования работы контакт центров в работе [1] определены основные показатели качества и моделируемые параметры функционирования мультисервисных контакт центров (МКЦ). Ниже приводятся результаты разработки алгоритмов и программ определения качественных характеристик, в частности параметров и показателей эффективности функционирования МКЦ.

Основная часть

При исследовании моделей информационных и управляющих систем используются следующие методы.

1. Аналитические методы – состоят в преобразовании записанных на языке математического анализа объектов и процессов (отношений), отображающих физические свойства исследуемой системы (в виде дифференциальных и интегральных уравнений).

2. Численные методы – основываются на построении конечной последовательности действий над числами, операции с математическими моделями заменяются операциями над числами.

3. Имитационный метод – элементы системы, так и процессы функционирования системы представляются в виде алгоритмов.

Имитационное моделирование – это мощный универсальный метод исследования систем, функционирование которых зависит от воздействия случайных факторов [2]. Применение вычислительных средств и универсальных языков программирования позволяют получить хорошие результаты при изучении сложных объектов. Применение первых двух подходов часто требует многих ограничений, а иногда и дополнительных исследований.

Весьма эффективным и достаточно простым языком имитационного моделирования, выбранным для реализации алгоритмов анализа и обработки трафика центров обработки вызовов в данной работе, является язык GPSS (General Purpose Simulating System – общецелевая система моделирования) [3]. Его развитие началось в конце 50-х годов прошлого века. GPSS – это язык моделирования систем массового обслуживания (СМО).

Сообщения поступают в систему в случайные моменты времени, становятся в очередь и ожидают момента начала обслуживания. Сообщения будут называться транзактами. Транзакты являются движущимися элементами GPSS-модели. Работа GPSS модели заключается в перемещении транзакта. В самом начале моделирования в модели нет ни одного транзакта. В процессе моделирования транзакты входят в модель в определенные моменты времени и в соответствии с теми логическими требованиями, которые возникают в модели. Подобным же образом транзакты покидают систему в опреде-

ленные моменты времени. В общем случае в модели может существовать большое число транзактов, однако в один момент времени движается только один транзакт.

Имитационный метод решения задачи.

Изобразим графически процесс функционирования двухканальной разомкнутой системы массового обслуживания. Основные события, которые возникают в процессе работы многоканальной разомкнутой СМО (представленной на рис.1), получаются из показателей собранной статистики [4,5].

Охарактеризуем каждое событие, возникшее в моделируемой системе:

1. Поступление требований в систему (GENERATE).
2. Вход требования в накопитель (ENTER).
3. Определение канала обслуживания (TRANSFER).
4. Ожидание освобождения одного из каналов обслуживания (SEIZE).
5. Выход требования из накопителя (LEAVE).
6. Время обслуживания требования в канале обслуживания (ADVANCE).
7. Освобождение канала обслуживания (RELEASE).
8. Выход требования из системы (TERMINATE).

На основе приведенного процесса функционирования СМО с простейшими потоками строятся модели и алгоритмы обслуживания запросов. Рассмотрим расчеты и приоритетную стратегию обслуживания запросов на информационные услуги.

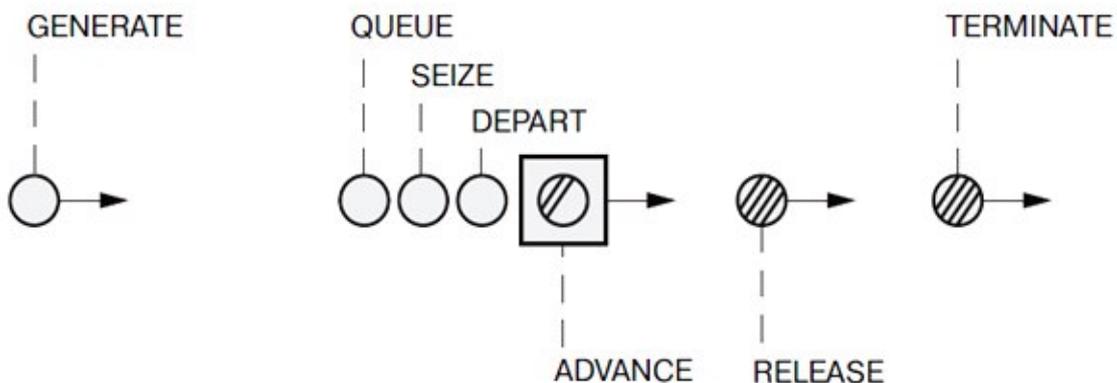


Рис. 1. Процесс функционирования многоканальной СМО с простейшими потоками

Принятие приоритетной стратегии во многом зависит от каждого конкретного случая внедрения МКЦ. Можно выделить следующие факторы распределения поступающих на подсистему запросов по приоритетам:

- а) по важности, в зависимости от идентификатора пользователя;
- б) по важности, в зависимости от идентификатора службы;

в) по срочности начала и скорости обслуживания в зависимости от типа запроса.

Очевидно, что для практической реализации важны все факторы, поэтому на их примере и рассматривается операторская подсистема современного МКЦ, осуществляющая взаимодействие с множеством инфокоммуникационных сетей [6,7].

В рассматриваемом нами варианте построения МКЦ задействована стратегия обслуживания запросов по приоритетам. Приоритет к запросу присваивается в зависимости от принадлежности ее к одной из выделенных следующих групп.

- Справочная служба.
- Служба технической поддержки.
- Бюро ремонта.
- Справочная по кодам городов.

Строго говоря, из четырех перечисленных групп наиболее приоритетным является первая, а оставшиеся три можно объединить в одну большую, так как приоритет у них одинаковый, несмотря на различность групп.

На рис.2 приводится пример распределения заявок, поступающих на изучаемую подсистему заявок по приоритетам.

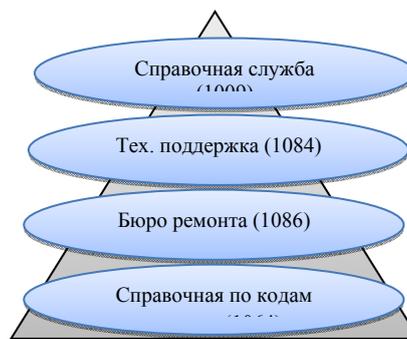


Рис 2. - Схема распределения заявок по приоритетам

Стандартный отчет моделирования при 16 операторах, то есть V=16 выглядит следующим образом.

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	29	0	0
	2	TEST	29	0	0
	3	QUEUE	27	0	0
	4	SEIZE	27	0	0
	5	ADVANCE	27	0	0
	6	DEPART	27	0	0
	7	RELEASE	27	0	0
	8	ENTER	27	0	0
	9	ADVANCE	27	4	0
	10	LEAVE	23	0	0
	11	TERMINATE	23	0	0
	12	GENERATE	381	0	0
	13	TEST	381	0	0
	14	QUEUE	358	0	0
	15	PREEMPT	358	0	0
	16	ADVANCE	358	0	0
	17	RETURN	358	0	0
	18	ENTER	358	0	0
	19	DEPART	358	0	0
	20	ADVANCE	358	6	0
	21	LEAVE	352	0	0
	22	TABULATE	352	0	0
	23	TERMINATE	352	0	0
OTKAZ	24	TERMINATE	25	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
1	385	0.000	0.000	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
CH_1	10	0	385	0	2.003	0.211	0.211

STORAGE CENTRE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
	16	6	0	16	385	1	13.259	0.829	0	0

Рис.3. Окно REPORT с результатами моделирования

В отчете показано, что количество поступивших заявок от различных групп составляет (блок GENERATE) 381 и 29, а количество не обслуженных (потерянных) заявок, прошедших через второй блок TERMINATE с меткой Otkaz, равно 25.

Таким образом, доля потерянных вызовов в моделируемой системе составляет $25/(381+29) = 0,061$, то есть 6,1% вызовов теряются.

Так как в модели с помощью оператора TABLE мы решили собрать статистику о длине очереди и времени ожидания заявок в очереди, то эту статистику удобнее представить в виде гистограмм (рис.4, рис.5).

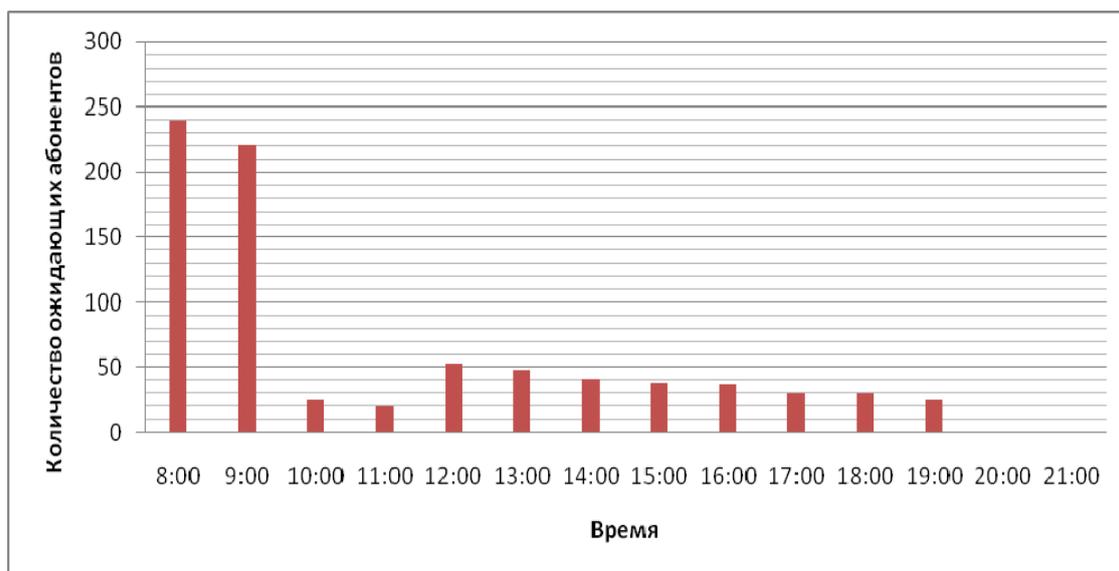


Рис 4. Распределение длины очереди при совместном обслуживании поступающих вызовов шестнадцатью операторами

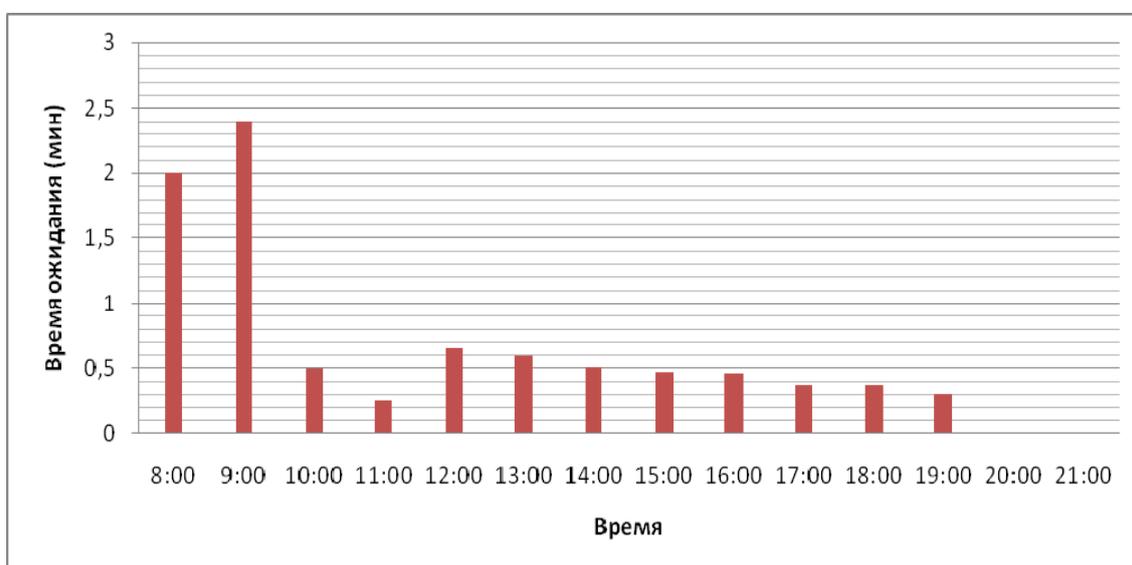


Рис.5. Распределение времени ожидания заявок в очереди при совместном обслуживании поступающих вызовов шестнадцатью операторами

Таким образом, изменяя количество операторов, можно просмотреть не только то, как измененные параметры влияют на длину очереди и время ожидания в очереди, но и просмотреть оставшиеся показатели эффективности СМО [8,9]: количество обслуженных вызовов (обычных), количество обслуженных вызовов с приоритетом (PR), количество потерянных вызовов, долю потерянных заявок, среднюю длину очереди, среднее время ожидания заявок в очереди.

Заключение

Проведя несколько экспериментов над разработанной имитационной моделью можно обнаружить, что при увеличении количества операторов уменьшается математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение того или иного показателя качества работы МКЦ.

Данная методика моделирования может быть использована при оптимизации количества операторов МКЦ, при расчете средней длины очереди вызовов, среднего времени ожидания для различных групп операторов и различных рабочих смен.

Литература

1. Мухитдинов А.А., Шукуров К.Э. Вероятностные модели анализа и обработки входного трафика центров обработки вызовов.// Вестник ТУИТ, вып. 4, 2016.
2. Туманбаева К.Х., Терликбаева Г.Б. Моделирование процесса функционирования Call – центра //Вестник АУЭС, №3, с. 64-69.
3. Руководство пользователя по GPSS World./ Перевод с английского/. Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002.- 384 с.

4. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003.- 416 с.

5. Матюшенко С.И., Спасивов С.С. Основы имитационного моделирования в среде GPSS World: Учебное пособие. -М.: Изд-во РУДН, 2006. - 112 с.

6. Koole, G. and A. Mandelbaum, Queueing Models of Call Centre: An Introduction // Annals of Operations Research, 113, 2002, p.41-59.

7. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем.- СПб., 2009, 363с.

8. <http://www.cnews.ru/reviews/free/call-center/part1/>

9. <http://www.comnews.ru/index.cfm?id=17969>

10. <http://int.genesyslabs.ru/index.php/home/theory/mm-cc-item>

11. <http://ct.forte-it.ru/print.php?sub=operator&system=call-o-call>

12. Бельская Н.М. Исследование и разработка алгоритмов мониторинга и анализа качества работы операторов контакт-центров // Автореферат диссертации – Самара, 2012.