

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

О. Х. Шаяхметов [O. Kh. Shayakhmetov]
 Ж. В. Игнатенко [Zh. V. Ignatenko]
 А. В. Чернышов [A. V. Chernyshov]

УДК
 004.724:004.728

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ МОДЕЛИ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

THE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE CLIENT-SERVER MODEL OF CORPORATE INFORMATION SYSTEM

Северо-Кавказский социальный институт, Ставрополь, Россия,
 e-mail: oleg_military@inbox.ru

Аннотация. В различных организациях используемые устройства (терминалы) самообслуживания напрямую зависят от качественного функционирования мультисервисной сети передачи данных. Вопросы грамотного расчета параметров трафика в мультисервисной сети передачи данных залог отсутствия возможных инцидентов в работе клиентского оборудования.

Материалы и методы. Конфигурация мультисервисной сети с мониторируемыми устройствами (терминалами) самообслуживания рассмотрена в разрезе системы массового обслуживания $M/D/1$. Приводятся математические выкладки определения интенсивности поступления ответов от устройств в мультисервисной сети для оценки возможных инцидентов.

Результаты и обсуждения. Получены количественные параметры производительности мультисервисной сети от различного количества устройств мониторинга. Обсуждается поведение коэффициента использования оборудования модели в различных ситуациях.

Заключение. Приведены основные положения математической модели мультисервисной сети передачи данных удаленного мониторинга и управления устройствами (терминалами) самообслуживания. Сделаны выводы о параметрах трафика влияющих на производительность мультисервисной сети и объеме памяти буфера очереди сообщений.

Abstract. In various organizations, the self-service devices (terminals) used directly depend on the quality functioning of the multiservice data transmission network. The issues of competent calculation of traffic parameters in a multiservice data network guarantee the absence of possible incidents in the operation of client equipment.

Materials and methods. The configuration of a multiservice network with monitored self-service devices (terminals) is considered in the context of the $M / D / 1$ queuing system. Mathematical calculations are given for determining the intensity of responses from devices in a multiservice network to assess possible incidents.

Results and discussions. The quantitative parameters of multiservice network performance from a different number of monitoring devices are obtained. The behavior of the utilization rate of model equipment in various situations is discussed.

Conclusion. The basic provisions of the mathematical model of a multiservice data transmission network of remote monitoring and control of self-service devices (terminals) are given. Conclusions are drawn about the traffic parameters affecting the performance of the multiservice network and the memory size of the message queue buffer.

Введение. В кредитно-финансовых учреждениях, предприятиях сферы розничной торговли, нефте-газо-наполнительных заправочных, перегонных станциях и других компаний всегда актуален вопрос управления рисками и оптимизацией работы сервисных служб. Решение этих вопросов напрямую связаны с имеющейся комплексной картиной функционирования мультисервисной сети передачи данных, так называемых, устройств (терминалов) самообслуживания.

Для повышения эффективности работы мультисервисной сети передачи данных удаленного мониторинга и управления устройств (терминалов) самообслуживания необходимо решить следующие задачи:

– сбор и обработка информации о функционировании и техническом состоянии устройств (терминалов) самообслуживания;

– дистанционное решение возникающих технических проблем функционирования клиентского оборудования устройств (терминалов) самообслуживания в связи со случившимся на данный момент инцидентом;

– централизованное обновление с сервера различного программного обеспечения клиентских устройств (терминалов) самообслуживания;

– оперативная выгрузка различных электронных журналов с устройств (терминалов) самообслуживания на сервер для оптимизации функционирования мультисервисной сети передачи данных и предотвращения повторения возникающих инцидентов в работе клиентского оборудования.

Материалы и методы. Управление устройствами (терминалами) самообслуживания подразумевает под собой оперативное и централизованное удаленное подключение с целью установки, обновления различного программного обеспечения. В случае атаки преступников на устройство самообслуживания терминал может быть экстренно отключен оператором сети. Также удаленно могут быть запущены другие сценарии: перезагрузка, запуск или остановка работы приложений и др.

В идеале, при возникновении неисправности оборудования Сервисная служба в режиме реального времени получает информацию в виде оповещения о возникших неисправностях в терминальной сети, удаленно подключается к необходимому устройству и извлекает его электронный журнал с информацией о функционировании в предшествующей неисправности период.

Рассмотрим математическую модель управления мультисервисной сети с устройствами (терминалами) самообслуживания.

Пусть в сети имеется M устройств с определенным множеством параметров учета: в каждом j -том устройстве имеется K блоков, представляющих собой дискретную величину с параметрами Π_{ij} , где $i=1...K$ (принадлежность параметра к i -тому блоку), $j=1...M$ (принадлежность параметра к j -тому устройству). Модель функционирует при помощи запроса и ответа по маршруту мультисервисной сети от сервера к устройству и обратно. Алгоритм мониторинга заключается в следующем: сервер формирует запрос и в циклическом режиме опрашивает о состоянии каждое устройство в мультисервисной сети, при поступлении запроса от сервера устройство начинает процесс самодиагностики, которое проводится за определенное время, зависящее от формируемого параметра и быстродействия опрашиваемого устройства, после окончания самодиагностики сформированный показатель в виде ответа отправляется от устройства на сервер.

В циклическом опросе устройств суммарное время t_n для определенной конфигурации мультисервисной сети постоянно, а время опроса каждого параметра в цикле j -того устройства зависит от числа параметров для проведения самодиагностики устройства, т.е. t_n/n_i , где n_i – число параметров самодиагностики j -того устройства.

В рассматриваемой модели как с учетом взаимодействия сервера с одним j -тым устройством, так и со всеми M устройствами поступает случайный поток данных. Наиболее предпочтительным для математического описания такого гипотетического потока данных с реальной реализацией конкретной конфигурации мультисервисной сети с такими свойствами является стохастический поток Бернулли, для которого вероятность поступления в интервале Δt ровно γ ответов с параметрами мониторинга [1]:

$$P_\gamma = \frac{1}{\gamma!} \frac{d^\gamma}{dz^\gamma} \prod_{j=1}^{M_n} [1 + (z-1)F_j(\Delta t)] \quad (1)$$

где Π – производная функция;

M_n – общее число контролируемых параметров в M устройствах мультисервисной сети.

Тогда вероятность поступления γ ответов на запросы отправленные за время t составит:

$$P_\gamma = C_{M_n}^\gamma \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_q} \right)^\gamma \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_q} \right)^{M_n - \gamma} \quad (2)$$

где $C_{M_n}^\gamma$ – число сочетаний количества поступивших ответов из общего числа параметров;

$\Delta \tau$ – период времени наблюдения за мультисервисной сетью;

Δt_q – длительность цикла опроса устройств в сети.

Тогда вычислим среднюю загрузку сервера мультисервисной сети за один цикл проведения самодиагностики устройств [1]:

$$Z = \sum_{j=1}^{M_n} j \cdot P_j(\Delta t_{\psi}) = \sum_{j=1}^{M_n} j \cdot C_{M_n}^j \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\psi}} \right)^j \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\psi}} \right)^{M_n - j} \quad (3)$$

Так как модель представляет собой систему массового обслуживания с очередью первого типа и все поступившие ответы необработанные сервером поступают на хранение в очередь, представляющую собой буфер (элемент памяти), то необходимо определить интенсивность поступления ответов от устройств в мульти-сервисной сети. Вычислив его мы сможем определить средний объем буфера для хранения ответов от устройств и среднее время обработки данных в системе массового обслуживания для конкретной конфигурации мультисервисной сети.

Следовательно, можно определить среднее время обработки параметров устройств мониторинга для конкретной конфигурации мультисервисной сети:

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\psi}} T = t_{\text{обсл}} \sum_{j=1}^{M_n} j \cdot C_{M_n}^j \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\psi}} \right)^j \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\psi}} \right)^{M_n - j} \quad (4)$$

где $t_{\text{обсл}}$ – время необходимое на обработку ответа.

Результаты и обсуждения. Итак, зная параметры производительности мультисервисной сети определим время, затрачиваемое сервером на формирование общего отчета по результатам мониторинга всех устройств (рис. 1).

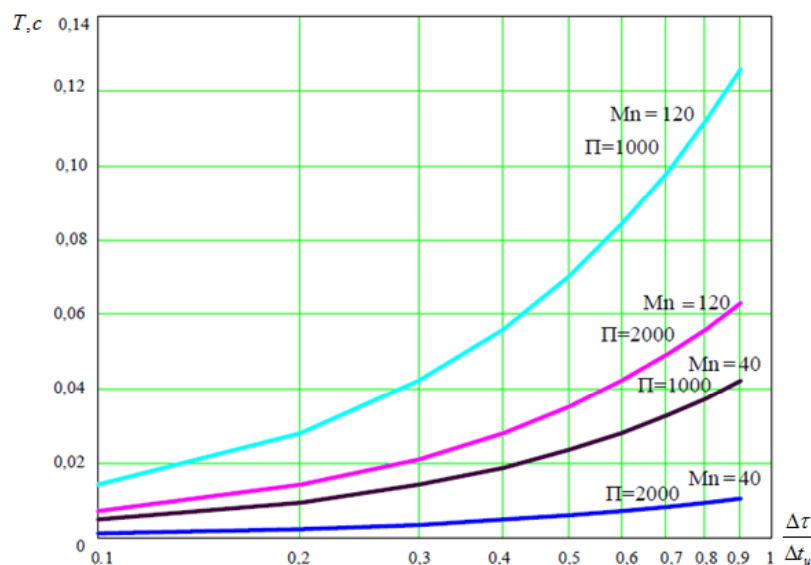


Рис. 1. Графики зависимости времени обработки от параметров устройств мониторинга

Из рисунка видно, что среднее время уменьшается с увеличением производительности системы мониторинга (при условии того, что пакеты данных поступают своевременно).

В представляемой системе мультисервисной сети рассматривается модель обработки очереди одним прибором обслуживания. В математической модели системы мониторинга длина пакета сообщения о самодиагностики от устройства является одинаковой, известной и строго регламентированной. Поэтому выберем для дальнейших расчетов то обстоятельство, что модель представляет собой систему массового обслуживания M/D/1 и для расчета объема памяти буфера рассмотрим частный случай теории очередей:

$$\bar{q} = \rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)} \quad (5)$$

где \bar{q} – число пакетов в системе, ожидающих своего обслуживания;

ρ – коэффициент использования оборудования модели (отношение интенсивности поступления пакетов к интенсивности их обработки прибором в модели).

Рассмотрим визуально зависимость среднего числа сообщений, ожидающих обработки от коэффициента использования оборудования модели. Учтем различное значение среднего числа поступающих сообщений в сети.

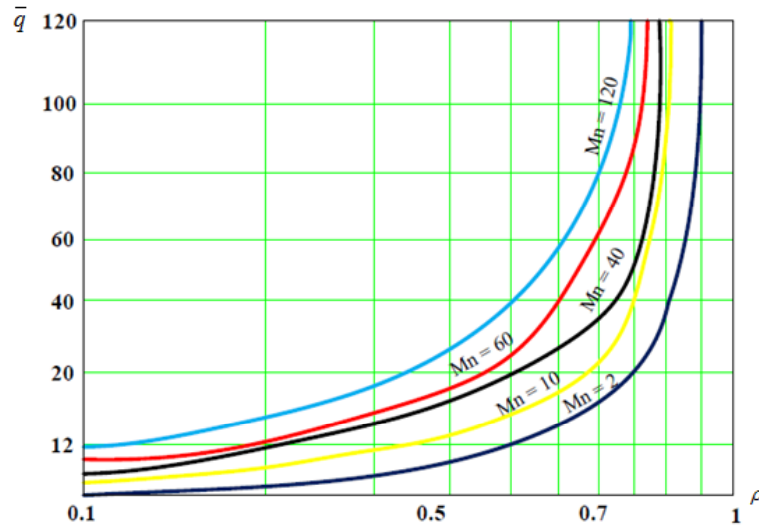


Рис. 2. Графики зависимости среднего числа сообщений в очереди от коэффициента использования оборудования

Определим производительность прибора обслуживания модели (сервера мультисервисной сети) учитывая положения теории очередей [3]:

$$\bar{t}_q = \bar{t}_s \left[1 + \frac{\rho}{(1-\rho)} \right] \quad (6)$$

где \bar{t}_s – среднее время обслуживания прибором одного пакета (сообщения).

Рассмотрим визуально зависимость среднего времени пребывания в очереди от коэффициента использования оборудования модели.

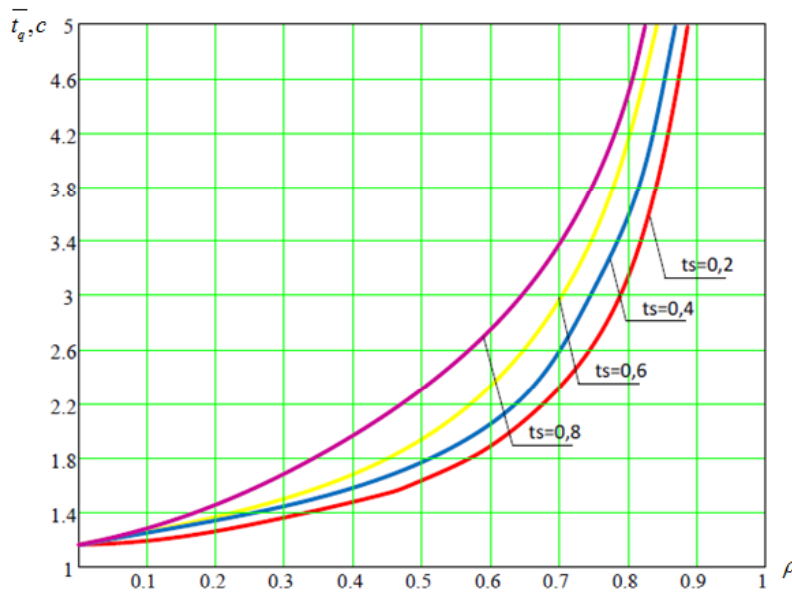


Рис. 3. Графики зависимости среднего времени пребывания сообщений в очереди от коэффициента использования оборудования

Далее определим количество обрабатываемых ответов от устройств за единицу времени или определим производительность системы для данной конфигурации мультисервисной сети:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^{M_n} j \cdot C_{M_n}^j \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_y} \right)^j \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_y} \right)^{M_n - j}}{\Delta t} \quad (7)$$

Проверим работоспособность нашей модели на реальном примере.

Рассмотрим мультисервисную сеть с десятью устройствами (n=10). В процессе мониторинга исследуем среднюю загрузку сети от коэффициента занятости прибора обработки (сервера) при различных параметрах самодиагностики.

В качестве цикла «запрос-ответ» рассмотрим следующие этапы работы системы:

- формирование запроса от сервера к устройству;
- самодиагностика устройства;
- формирование отчета с данными о параметрах;
- ответ от устройства серверу.

Рассмотрим визуально зависимость средней загрузки системы от коэффициента занятости.

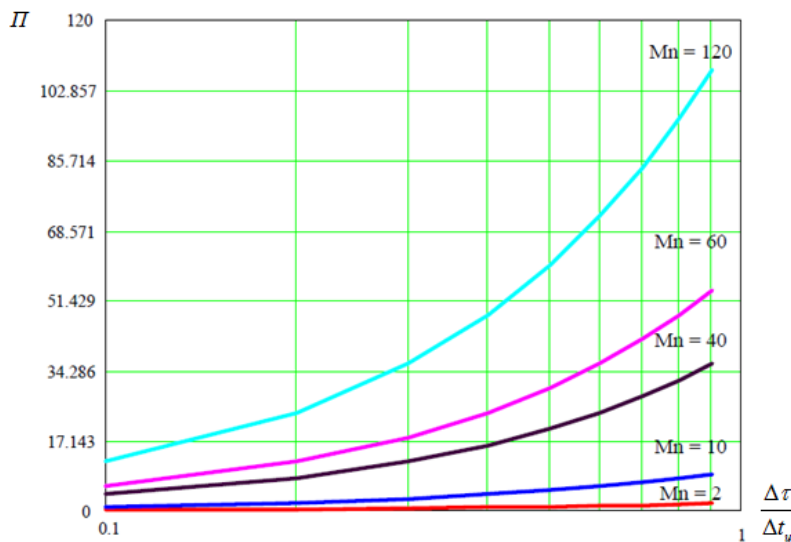


Рис. 4. Графики зависимости средней загрузки сервера мультисервисной сети от коэффициента занятости

Заключение. В качестве выводов можно утверждать, что в рассматриваемой системе при загрузке сети пакетами сообщений более 80 % резко возрастает размер очереди и времени обработки. Следовательно, при проектировании сети необходимо учесть тот факт, что в данной области (пределе работы от 70 до 80 % параметра производительности сервера) при незначительном увеличении трафика падает производительность всей мультисервисной сети и резко возрастает объем памяти буфера очереди.

ЛИТЕРАТУРА

1. Легков К. Е., Буренин А. Н. Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных систем специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2012. №2. С. 4-7.
2. Ивкин В. Б., Иванов В. А., Корунов В. В. Математическая модель функционирования центра мониторинга // Информационные системы и технологии. 2008. № 4. С. 69-73.
3. Основы инфокоммуникационных технологий. Теория телетрафика: учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02, 11.05.04, 11.04.02, изучающих дисциплины Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем, Системы связи и системы коммутации / [Е. Д. Бычков и др.] Омск: ОмГТУ, 2017. 156 с.
4. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания. 4-е изд. Либроком, 2010. 240 с.
5. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: URSS, 2010. 520 с.
6. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория массового обслуживания. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 228 с.
7. Khoroshevsky V. G., Pavsky V. A. Calculating the efficiency indices of distributed computer system functioning // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2008. V. 44. №2. P. 95-104.

8. Pavskii V. A., Pavskii K. V. Stochastic simulation and analysis of the operation of computing systems with structural redundancy // Optoelectronics, instrumentation and data processing, Allerton Press, Inc., 2014. Vol.50, No 4, pp. 363-369.
9. Вишнеvский В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. 512 с.
10. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями / под ред. Б. С. Цыбакова. М.: Мир, 1979. 600 с.

REFERENCES

1. Legkov K. E., Burenin A. N. Modeli protsessov monitoringa pri obespechenii operativnogo kontrolya ehkspluatatsii infokommunikatsionnykh sistem spetsial'nogo naznacheniya // Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli. 2012. №2. S. 4-7.
2. Ivkin V. B., Ivanov V. A., Korunov V. V. Matematicheskaya model' funktsionirovaniya tsentra monitoringa // Informatsionnye sistemy i tekhnologii. 2008. № 4. S. 69-73.
3. Osnovy infokommunikatsionnykh tekhnologiy. Teoriya teletrafika: uchebnoe posobie dlya studentov obuchayushchikhsya po napravleniyam podgotovki 11.03.02, 11.05.04, 11.04.02, izuchayushchikh distsipliny Teoriya postroeniya infokommunikatsionnykh setey i sistem, Sistemy svyazi i sistemy kommutatsii / [E. D. Bychkov i dr.] Omsk: OmGTU, 2017. 156 s.
4. Khinchin A. Ya. Raboty po matematicheskoy teorii massovogo. Obsluzhivaniya. 4-e izd. Librokom, 2010. 240 s.
5. Saati T. L. Ehlementy teorii massovogo obsluzhivaniya i ee prilozheniya. M.: URSS, 2010. 520 s.
6. Nazarov A. A., Terpugov A. F. Teoriya massovogo obsluzhivaniya. Tomsk: Izd-vo NTL, 2010. 228 s.
7. Xhoroshevsky V. G., Pavsky V. A. Calculating the efficiency indices of distributed computer system functioning // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2008. V. 44. №2. P. 95-104.
8. Pavskii V. A., Pavskii K. V. Stochastic simulation and analysis of the operation of computing systems with structural redundancy // Optoelectronics, instrumentation and data processing, Allerton Press, Inc., 2014. Vol.50, No 4, pp. 363-369.
9. Vishnevskiy V. M. Teoreticheskie osnovy proektirovaniya komp'yuternykh setey. M.: Tekhnosfera, 2003. 512 s.
10. Kleynrok L. Vychislitel'nye sistemy s ocheredyami: pod red. B.S. Tsybakova. M.: Mir, 1979. 600 s.

ОБ АВТОРАХ

Шаяхметов Олег Хазиакумович, к.т.н., доцент, доцент кафедры прикладной информатики и математики Северо-Кавказского социального института, г. Ставрополь, ул. Голенева, 59А, т. +79624490134, e-mail: oleg_military@inbox.ru

Shayakhmetov Oleg Khaziakramovich, PhD, Associate Professor, Associate Professor of applied Informatics and mathematics of the North Caucasus Social Institute, Stavropol, ul. Goleneva, 59A, t. +79624490134, e-mail: oleg_military@inbox.ru

Игнатенко Жанна Викторовна, к.п.н., доцент, декан факультета информационных систем и технологий Северо-Кавказского социального института, г. Ставрополь, ул. Голенева, 59А, т. +79054112450

Ignatenko Zhanna Viktorovna, Ph. D., Associate Professor, Dean of the faculty of information systems and technologies of the North Caucasus Social Institute, Stavropol, ul. Goleneva, 59A, t. +79054112450

Чернышов Александр Владимирович, к.т.н., доцент, доцент кафедры информационных систем и сервиса Северо-Кавказского социального института, г. Ставрополь, ул. Голенева, 59А, т.+79197305560

Chernyshov Alexander Vladimirovich, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of information systems and service of the North Caucasus Social Institute, Stavropol, ul. Goleneva, 59A, t.+79197305560

Дата поступления в редакцию: 10 марта 2019 г.

После доработки: 18 апреля 2019 г.

Дата принятия к публикации: 19 мая 2019 г.