

МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н.Н. ТЮТИН
О.Н. ЧВАНИН**

ОАО «НИИ супер ЭВМ»

e-mail :tiutin@super-computer.ru

В статье рассматривается использование методов параметрического синтеза для оптимизации работы почтовых серверов в мультисервисной сети связи органов государственной власти Московской области.

Ключевые слова: ведомственная мультисервисная сеть (МСС МО), аналитический метод оценки параметров системы массового обслуживания, коэффициент пуассоновского распределения потоков.

Введение

При проектировании мультисервисной сети связи органов государственной власти Московской области и органов местного самоуправления муниципальных образований Московской области (МСС МО) важной задачей стало создание надежной сети с бесперебойной работой каналов связи в режиме 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Для организации оптимальной работы электронной почты необходимо было провести анализ структуры создаваемой сети и выбрать оптимальную схему установки почтовых серверов. При этом использовался параметрический синтез.

Сеть была спроектирована с учетом аренды большинства магистральных каналов у ОАО «ЦентрТелеком», что нашло отражение в структуре создаваемой сети. На рис. 1 показана структурная схема организации МСС МО. Часть муниципальных образований подключена к сети с использованием собственных каналов связи (Ведомственная мультисервисная сеть).

Задачами, которые должны быть реализованы в МСС МО для предоставления государственных услуг с использованием многофункциональных центров инфраструктуры и сети Интернет на основе создания единых инфраструктур регионов, являются:

- Реализация принципа «одного окна» – создание единого места приема, регистрации и выдачи необходимых документов гражданам и организациям при предоставлении государственных и муниципальных услуг на базе многофункционального центра предоставления возможности гражданам и организациям получения одновременно несколько взаимосвязанных государственных и муниципальных услуг;
- Организация информационного обмена с федеральным порталом государственных услуг, региональными порталами государственных услуг;
- Сокращение количества документов, предоставляемых заявителями для получения государственных и муниципальных услуг;
- Организация информационного обмена с федеральными порталами государственных услуг, региональными порталами государственных услуг.

В статье рассматриваются методы параметрического синтеза МСС МО, применяемые для снижения издержек и повышения надежности работы электронной почты. Для оценки производительности сети применяется необходимый анализ МСС МО. Оценку работоспособности МСС МО после ее внедрения можно выполнить на основе функционирующих прототипов, аналитической модели, основанной на теории очередей, или путем имитационного моделирования поведения сети. Сравнивая указанные методы, можно заключить, что для оперативной оценки поведения МСС МО наиболее целесообразно использовать аналитический метод, при применении

которого можно получать конкретные характеристики, обеспечивающие оценку необходимых параметров системы массового обслуживания (СМО) данной МСС МО (время ответа, пропускная способность и т. д.). Использование теории очередей дает достаточно точные оценки. Однако недостатком применения теории очередей является то, что при выводе аналитических зависимостей необходимо принимать определенные допущения. Тем не менее, эти допущения для условий МСС МО оправданы. Результаты получаются близкими к тем, которые дает программное моделирование сети с такими же параметрами.



Рис 1. Структурная схема организации МСС МО

На основе анализа МСС МО можно получить, что данную инфраструктуру целесообразно рассматривать при следующих условиях:

- в МСС МО может поступать бесконечное количество элементов данных (пакетов);
- предполагается бесконечный размер очереди, следовательно, очередь может расти безгранично;
- очередь обслуживается на основе приоритетов, при этом рассматривается также поступление пакетов с одинаковым приоритетом.

Для обобщения всех возможных случаев организации работы систем массового обслуживания с очередями, к которым применимы указанные в статье допущения, был разработан следующий подход. Все указанные системы можно разделить исходя из законов распределения времен обслуживания заявок и поступления заявок в систему. СМО определяется тройкой $X/Y/N$, где X — это закон распределения времени поступления пакетов в систему; Y — закон распределения времени обслуживания пакетов (элементов данных) сервером и N — число серверов. Для рассматриваемых в МСС МО СМО характерны следующие возможные законы распределения: G — нормальное распределение времени поступления или времени обслуживания элементов данных; M — пуассоновское распределение времени поступления; пуассоновское или экспоненциальное распределение времени обслуживания элементов данных; D — детерминированное время поступления или время обслуживания элементов данных.

Следовательно, модель $M/M/1$ определяет СМО МСС МО, с одним сервером, пуассоновским распределением времени поступления пакетов в систему и экспоненциальным временем их обслуживания на сервере. В первом столбце табл. 1 показаны аналитические выражения для определения некоторых параметров СМО с одним сервером, которая подчиняется модели $M/G/1$. В соответствии с этой моделью скорость поступления пакетов подчиняется пуассоновскому закону, а время обслуживания — нормальному распределению. Использование масштабирующего коэффициента A в значительной мере упрощает аналитические выражения для вычисления основных выходных параметров. Следует учесть, что коэффициент масштабирования зависит только от отношения стандартного (среднеквадратичного) отклонения времени об-



служивания к среднему времени обслуживания. При этом не требуется никакой другой информации о времени обслуживания.

Другие два случая, показанные в табл. 1, это — СМО с распределением времени ожидания по пуассоновскому закону, а времени обслуживания по экспоненциальному закону (М/М/1, второй столбец) и СМО, в которой время обслуживания всех элементов одинаково (а значит, отклонение времени обслуживания равно нулю), а время поступления элементов подчиняется пуассоновскому закону (М/Д/1, третий столбец в табл. 1). Вычисления при помощи этих аналитических зависимостей носят приближенный характер, но для практического применения их точность вполне достаточна.

Таблица 1

Модель с нормальным распределением времени обслуживания (М/Г/1)	Модель с экспоненциальным распределением времени обслуживания (М/М/1)	Модель с постоянным временем обслуживания (М/Д/1)
$A = \frac{1}{2} \left[1 + \left(\frac{\sigma T_s}{T_s} \right)^2 \right]$	$q = \frac{\rho}{1-\rho}; \omega = \frac{\rho^2}{1-\rho}$	$q = \frac{\rho^2}{2(1-\rho)} + \rho$
$q = \rho + \frac{\rho^2 A}{1-\rho}$	$T_q = \frac{T_s}{1-\rho}; T_\omega = \frac{\rho T_s}{1-\rho}$	$\omega = \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$
$\omega = \frac{\rho^2 A}{1-\rho}$	$\sigma_q = \frac{\sqrt{\rho}}{1-\rho}; \sigma_{T_q} = \frac{T_q}{1-\rho}$	$T_q = \frac{T_s(2-\rho)}{2(1-\rho)}$
$T_q = T_s + \frac{\rho T_s A}{1-\rho}$	$\Pr[Q = N] = (1-\rho)\rho^N$	$T_\omega = \frac{\rho T_s}{2(1-\rho)}$
$T_\omega = \frac{\rho T_s A}{1-\rho}$	$\Pr[Q \leq N] = \sum_{i=0}^N (1-\rho)\rho^i$	$\sigma_q = \frac{1}{1-\rho} \sqrt{\rho + \frac{3\rho^2}{2} + \frac{5\rho^3}{6}}$
	$\Pr[T_Q \leq t] = 1 - e^{-\frac{(1-\rho)t}{T}}$	$\sigma_{T_q} = \frac{T_s}{1-\rho} \sqrt{\frac{\rho}{3} + \frac{\rho^2}{12}}$
	$m_{T_q}(r) = T_q \ln \frac{100}{100-r}$	
	$m_{T_\omega}(r) = T_\omega \ln \frac{100\rho}{100-r}$	

Практика показывает, что наихудшую производительность демонстрирует система с экспоненциальным распределением времени обслуживания, а наилучшую производительность — система с постоянным временем обслуживания. Поэтому обычно можно рассматривать систему с экспоненциальным распределением времени обслуживания как систему с худшими параметрами. Эти же рассуждения применимы при рассмотрении различных распределений времен поступления элементов данных (то есть различного характера варьирования скорости прихода данных в МСС МО). Для скорости поступления пакетов, подчиняющейся пуассоновскому распределению, время между поступлениями элементов изменяется по формуле Пуассона, а коэффициент стандартного отклонения от среднего равен единице. Если наблюдаемый коэффициент меньше единицы, то скорость поступления пакетов постоянна. В этом случае применение предположения о пуассоновском распределении скорости поступления даст завышенную оценку размера очереди и задержек в ней. С другой стороны, если коэффициент больше единицы, то перегрузка СМО МСС МО в этом случае становится более вероятной.

Для определения основных параметров МСС МО в случае работы системы массового обслуживания на нескольких серверах целесообразно использовать аналитические зависимости приведенные в табл. 2 и применение только для случая использования модели М/М/Н.

Таблица 2

Аналитические зависимости для определения основных параметров информационно-телекоммуникационной инфраструктуры как системы массового обслуживания

$K = \frac{\sum_{l=0}^{N-1} \frac{(N\rho)^l}{l!}}{\sum_{l=0}^N \frac{(N\rho)^l}{l!}}$	$\sigma_\omega = \frac{1}{1-\rho} \sqrt{C\rho(1+\rho-C\rho)^2}$
$q = C \frac{\rho}{1-\rho} + N\rho$	$\Pr[T_\omega = t] = Ce^{\frac{-N(1-\rho)t}{T_q}}$
$T_q = \frac{C}{N} \frac{T_s}{1-\rho} + T_s$	$T_d = \frac{T_s}{N(1-\rho)}$
$T_\omega = \frac{C}{N} \frac{T_s}{1-\rho}$	$\omega = C \frac{\rho}{1-\rho}$
$\sigma_{T_q} = \frac{T_s}{N(1-\rho)} \sqrt{C(2-c) + N^2(1-\rho)^2}$	$m_{T_\omega}(r) = \frac{T_\omega}{N(1-\rho)} \ln \frac{100C}{100-r}$

Это означает, что предполагается пуассоновский характер распределения времен поступления элементов данных и экспоненциальный характер времени обслуживания этих элементов. При этом формула Пуассона для распределения времени обслуживания применима для всех N серверов. Во всех выражениях используется функция Эрланга – C , которая, в одних случаях, определяет вероятность того, что все серверы заняты в определенный момент времени, а в других случаях — вероятность того, что количество элементов данных, находящихся в данный момент времени в СМО (ожидающих в очереди или обслуживающихся), будет больше или равно количеству серверов. Для вычисления функции C применима следующая аналитическое выражение:

$$C(N, u) = \frac{1-K}{1-\rho K},$$

где K — коэффициент пуассоновского распределения. Значение этой функции зависит от количества серверов N и их утилизации ρ . Функцию Эрланга приходится часто применять при расчете очередей, что значительно усложняет вычисления. Следует отметить, что для системы с одним сервером эта функция значительно упрощается, а именно — $C(1, u) = \rho$.

Разработанный подход расчета параметров сети уже был использован в практике работы ОАО "ЦентрТелеком" для расчета параметров сегмента сети в городе Москве. Анализировалась нагрузка на почтовый сервер и канал передачи почтовых сообщений. При анализе предполагалось, что интенсивность поступления почтовых сообщений одинакова в течение рабочего дня, сервер обладает достаточной памятью, чтобы обеспечить сохранение всех поступивших сообщений. Первоначально общее число почтовых ящиков на одном общем почтовом сервере Генеральной дирекции составляло порядка 1800 единиц, что соответствовало прохождению порядка 40-45 тыс. отправок и поступлений в день. В результате основной почтовый сервер оказывался перегруженным.

На основе предложенного метода параметрического синтеза были проанализированы возможные варианты разнесения почтового сервера на несколько физических серверов с целью снижения нагрузки и оптимизации трафика, передаваемого по внутренним каналам ОАО "ЦентрТелеком". В результате была предложена схема с резервированием, при которой Московский филиал организовал собственный почтовый

сервер. При этом сервер Генеральной дирекции и сервер дирекции Московского филиала работают как резервные друг относительно друга серверы. Так как МСС МО строилась с использованием структуры ОАО "ЦентрТелеком", было решено использовать аналогичную схему организации электронной почты. На рис.2 показана схема МСС МО с разделением почтовых серверов. Предложено установить резервный почтовый сервер в Доме Правительства МО и соединить его дополнительным каналом с Министерством Информационных технологий и связи.

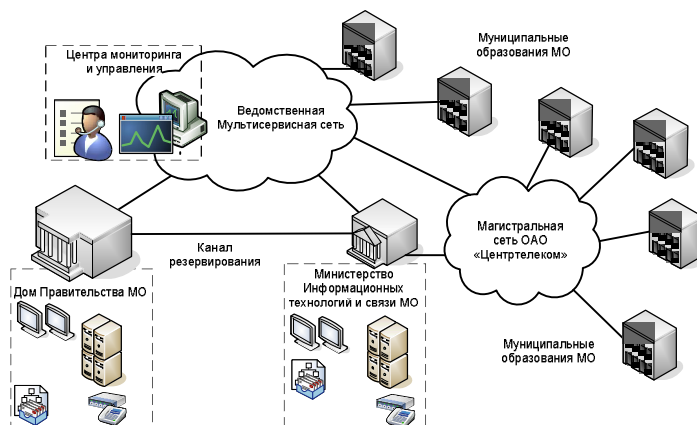


Рис. 2. Схема МСС МО с разделением почтовых серверов

В результате ожидается, что нагрузка на каналы снизится на 40%, снизятся требования к почтовым базам и, как следствие, требования к производительности почтовых серверов (примерно на 30%), повысится надежность системы за счет взаимного резервирования почтовых систем. С финансовой точки зрения примерно на 15% должна удешевиться аренда каналов, так как требования к пропускной способности каналов снизилась по сравнению с вариантом, представленным на рис. 1.

Литература

1. Банчук Ю.А., Демин В.К., Тютин Н.Н., Чудинов С.М. Региональные информационные системы, методы их структурной и функциональной оценки: Монография. Белгород: БелГУ, 2007, 340 с.
2. Амарян Р.А., Локотков А.А. Системно-функциональные принципы построения крупномасштабных мультисервисных сетей связи и телекоммуникаций (из опыта ОАО «ЦентрТелеком»). Книга 1. Основы системного менеджмента межрегиональной телекоммуникационной компании. М.: Весь Мир, 2005, 474 с.
3. Кожеватов П.Р. Применение теории очередей для расчета параметров сети. – М.: Компьютер № 4 (64), 2004.

METHODS OF PARAMETRICAL SYNTHESIS FOR ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION IN MULTISERVICE COMMUNICATION NETWORKS OF STATE AUTHORITIES OF MOSCOW REGION

N.N. TYUTIN
O.N. CHVANIN

JSC "NII super EVM"

e-mail: tiutin@super-computer.ru

In article are considered use of methods of parametrical synthesis for optimisation of work of post servers in a multiservice communication network of public authorities of Moscow Region.

Key words: Departmental multiservice network (MSS MO), analytical method of an estimation of parameters of system of mass service, Poisson factor of streams distributions.