

К.С. ТКАЧЕНКО

Определенный способ  
параметрической оптимизации узлов  
распределенных сред на основе  
апостериорной информации

УДК 004.7

ФГАОУ ВО  
«Севастопольский  
государственный  
университет»,  
г. Севастополь

*В публикации ставится задача параметрической оптимизации узла распределенной среды. После этого рассматривается система поддержки принятия решений, с помощью которой можно управлять узлами и динамически корректировать их настройки.*

### **Введение**

Человеческая жизнь немыслима без информационных технологий, которые проникли во все ее сферы, повсеместно. Более того, различные программно-аппаратные комплексы используются, в том числе и для управления сложными производствами, техническими процессами, различными АЭС. Эти управляемые объекты являются критическими, поскольку различные нарушения их функционирования приведут к гибели и травмам людей, финансово-экономическим проблемам.

Рост сложности систем управления привел к двум последствиям. Во-первых, они для своего построения могут требовать мощности облачных систем и распределенных сред (РС). Во-вторых, они могут быть подвержены вирусным атакам. В дальнейшем, для удобства использования аппарата теории массового обслуживания (ТМО) [1–5] и рассмотрении систем массового обслуживания (СМО), одиночные вирусные атаки называются В-событиями, а серии атак — потоками В-событий. Для предотвращения В-событий необходимо использовать средства мониторинга. Но при наращивании качества мониторинга возрастают затраты на него. С другой стороны, некачественный и

неоперативный мониторинг приведет к росту числа В-событий и необходимости компенсации большего числа потерь от них. Таким образом, возникает острая необходимость нахождения некоторого компромиссного решения. В теоретическом и практическом плане это решение не может иметь точного аналитического решения, поскольку с позиций ТМО не известны дисциплины наступления В-событий. Но некоторое упрощение сложности решаемой задачи может быть достигнуто построением и рассмотрением подходов для отдельных узлов РС и последующим переходом от узла ко всей РС целиком.

В доминирующем большинстве случаев выполнение управления невозможно без участия лица, принимающего решения (ЛПР). ЛПР может принимать участие на всех этапах принятия решений, и для учета его действий необходимы системы поддержки принятия решений (СППР).

Целью настоящей работы является постановка задачи параметрической оптимизации узла РС и последующая разработка и исследование СППР на ее основе.

### **Обзор литературных источников**

Изучены многоканальные СМО с ограничениями на время обработки [4]. В них может выполняться настройка очередей в зависимости от состояния обслуживающего прибора, его отключения, пребывания в режиме ожидания и включения. Для таких систем получены формулы для среднего времени пребывания заявки в СМО. Точные решения существуют для стационарных состояний. Используются подходы на основе производящих функций и рекуррентные алгоритмы. Взаимодействие между очередями в беспроводных сетях случайного доступа создает сложности для выведения устойчивого решения [2]. Когда нет конечного числа состояний, формируется так называемая экспоненциальная задержка в буферной сети. Поэтому, при моделировании взаимодействия между беспроводными узлами, используются взаимосвязанные процессы рождения и смерти. Откуда получается область устойчивости при условии экспоненциальной задержки. Для распространения мультимедийных услуг необходимо достижение определенного качества

обслуживания [5]. Для этого используются службы планирования с учетом ограничения времени и требованиям к числу успешно доставленных пакетов. Разработан алгоритм на основе стохастического подхода к оптимизации сети.

Аналитические выражения для двух СМО получены для случая насыщенных очередей [3]. Заявки-пользователи подразделяются на группы, каждая из которых обслуживается одним каналом, рассчитываются показатели эффективности по совокупному объему и пропускной способности. Учитываются многопакетные приемы. Существуют методы для аппроксимации динамики нестационарных одномерных марковских случайных процессов размножения и гибели [1]. На их основе получаются четкие границы допустимых погрешностей вероятностей переходов, а затем – приближенные моменты распределений. Что позволяет исследовать сходимость до конца процесса моделирования.

Подытоживая, получается, что прежде аналитически в общем виде не решена задача управления вычислительным узлом, в том числе его параметрической коррекции.

### **Задача параметрической оптимизации узла**

Рассматривая узел с точки зрения ТМО, получается, что он является СМО [6]. Входной поток заявок узла состоит из компонент-подпотоков, у всех них есть интенсивности: поток задач на обработку  $\lambda_1$ , поток мониторинга  $\lambda_2$ , поток управляющих воздействий  $\lambda_3$ , поток В-событий  $\lambda_4$ .

Пусть  $t$  — рассматриваемый момент времени,  $\mu(t)$  — траектория изменения производительности узла,  $L_s^{Kp}$  — критическое значение длины очереди в системе узла,  $W_s^{Kp}$  — критическое значение времени пребывания заявок в системе,  $\rho^{Kp\_min}$  — порог загрузки, меньше которого использование системы наносит финансовые потери,  $\rho^{Kp\_max}$  — порог, выше которого использование системы технически затруднено или невозможно. Тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} L_s(\mu(t), t) \leq L_s^{Kp}, \\ W_s(\mu(t), t) \leq W_s^{Kp}, \\ \rho(\mu(t), t) \leq \rho^{Kp - \max}, \\ \rho(\mu(t), t) \geq \rho^{Kp - \min}, \\ C(\mu(t), t) \rightarrow \min. \end{array} \right. \quad (1)$$

В (1)  $C(\mu(t), t)$  — критерий эффективности.

Для решения задачи (1) при использовании нескольких узлов можно использовать развитый аппарат многономенклатурной коррекции [7]. С целью оценки перспектив необходимости корректировки узловых параметров следует задействовать непараметрические критерии (знаков, Уилкоксона) [8].

### Система поддержки принятия решений

При разработке СППР должен обязательно учитываться принципы модульности, иерархичности, централизации-децентрализации. СППР может выполнять организующую функцию над СППР меньшего уровня приоритетности, а также другими программными системами. В любом случае, часть либо весь информационный контур управления должен быть подчинен СППР и ЛПР. Рассматриваемая СППР должна принимать во внимание методы и средства распределенных вычислений, формировать траектории рабочих точек управляющих воздействий, адаптироваться структурно и параметрически.

Задачи, на которые будет затрачиваться пулы ресурсов СППР — это, в первую очередь, оперативное управление РС и ее узлами, а во вторую — планирование самого процесса управления и принятия решений. Функциональная ориентированность СППР направляется на гарантоспособный мониторинг и контроль характеристик, их оценок и параметров для РС и узлов. Оценки могут быть точечными, интервальными и свернутыми по центру и отклонению.

Основные подсистемы СППР — диспетчеризация выполнения процессов, распределение вычислительных и инфраструктурных ресурсов, мониторинг входных параметров, выходных откликов, внутренних состояний узлов и РС, корректировка некоторых

выбранных параметров и состояний отмеченных узлов при участии ЛПР. В ходе функционирования в реальном масштабе времени разово или в течение заданного ЛПР расписания, накапливается описательная статистика, которую впоследствии можно подвергать анализу по непараметрическим критериям. СППР выполняет корректировку управления по производительности каналов от интенсивности входного потока заявок для минимизации суммарных затрат. Обобщенно-концептуально прохождение этапов функционирования СППР выполняется следующим образом:

1. Имитационное моделирование узловых откликов.
2. Расчет оценок функциональных характеристик.
3. Определение информационного состояния отмеченного узла РС.
4. Аналитический расчет и решение задач математического программирования, описывающих узел.
5. Определение меры соответствия текущих эксплуатационных показателей узла предполагаемым.
6. Интервальная оценка затрат на контроль и мониторинг, потерь от В-событий.

Ко всем этапам предъявляются требования гарантоспособности, быстродействия, малой ресурсозатратности, способность хранения и восстановления собственного рабочего состояния при прерывании и после сбоя. Действия выполняются в завершаемом по прерыванию бесконечном цикле.

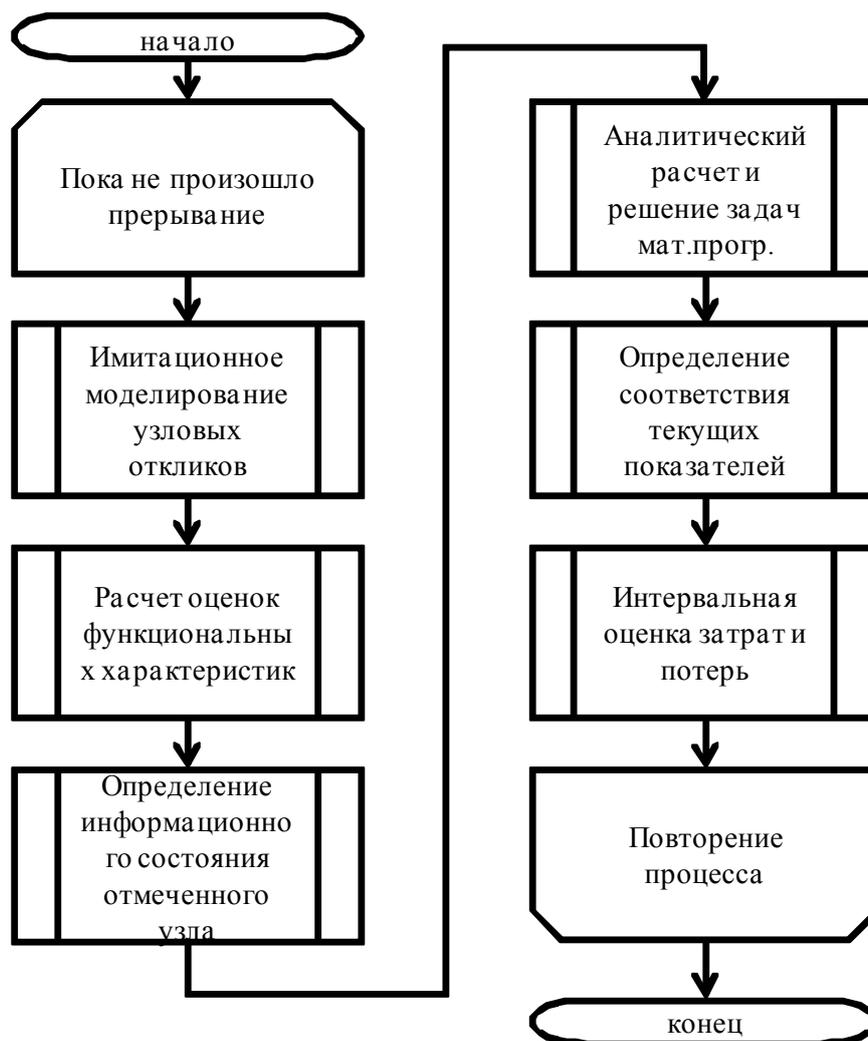


Рис. 1. Пример алгоритма функционирования СППР

Эти рассуждения можно увидеть на рис. 1.

### Заключение

В материалах статьи поставлена задача оптимизации узла, приведен алгоритм функционирования СППР. Перспективой дальнейших изысканий станет детализация задачи и алгоритма.

### Литература

1. Engblom S. Approximations for the Moments of Nonstationary and State Dependent Birth-Death Queues / Engblom, S., Pender, J. // arXiv:1406.6164v2 [math.NA] 22 Sep 2014.
2. Farhadi F. (2014) Stability Region of a Slotted Aloha Network with K-Exponential Backoff / Farhadi, F., Ashtiani, F. // arXiv:1406.4448v1 [cs.NI] 17 Jun 2014.

3. Papadimitriou G. Network-Level Performance Evaluation of a Two-Relay Cooperative Random Access Wireless System / Papadimitriou, G., Pappas, N., Traganitis, A., Angelakis, V. // arXiv:1406.5949v3 [cs.NI] 19 Jun 2015.
4. Phung-Duc, T. (2016) Exact Solutions for M/M/c/Setup Queues / Phung-Duc, T. // arXiv:1406.3084v4 [cs.PF] 22 Feb 2016.
5. Xu S. QoS-Aware Scheduling Algorithm for High-Speed Railway Communication System / Xu, S., Zhu, G., Shen, C., Ai, B. // arXiv:1406.5354v1 [cs.NI] 20 Jun 2014.
6. Венцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Венцель. М.: Высш. шк., 1998. 576 с.
7. Скатков, А.В. Обеспечение гарантированности системы управления многономенклатурным производством КМОП БИС / Скатков, А.В., Балакирева, И.А. // Радиоэлектронные и компьютерные системы, 2009, № 6 (40). С. 26–31.
8. Хиценко, В.Е. Непараметрическая статистика в задачах защиты информации / В.Е. Хиценко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. — 196 с.

ТКАЧЕНКО К.С.

KSTKACHENKO@SEVSU.RU