

## Моделирование автоколебательного режима на основе стохастической модели управления

Т.Р. Велиева

Российский университет дружбы народов

Для выявления недостатков и достоинств математической модели необходимо провести её качественный и численный анализ. Качественный анализ модели по сравнению с численным позволяет получить выводы, которые сохраняют свою силу при различных конкретных значениях внешних и внутренних параметров модели. Для проведения численного анализа требуется составление программ для ЭВМ и непосредственное проведение расчетов.

Так как стохастическая модель в отличие от детерминистической наиболее точно описывает предмет исследования, то была поставлена задача построения стохастической модели управляющего модуля типа RED, взяв за основу детерминированную модель управляющего модуля типа RED [1-4]. Для построения стохастической модели применялся метод стохастизации одношаговых процессов [5].

Построенная модель содержит такие стохастические процессы как винеровский и пуассоновский.

$$\left\{ \begin{array}{l} dW = \frac{1}{W} dt - \frac{W}{2} dN + \sqrt{\frac{1}{W} + \frac{W}{2} \frac{dN}{dt}} dV^1, \\ dQ = \left( \frac{W}{T} - C \right) dt + \sqrt{\frac{W}{T} - C} dV^2, \\ \frac{d\hat{Q}}{dt} = w_q C (Q - \hat{Q}). \end{array} \right. \quad (1)$$

Винеровский процесс  $dW$  описывает естественное стохастическое поведение одношаговой модели, а пуассоновский процесс  $dN$  описывает подсистему с очередью. Для изучения построенной модели применяется анализ уравнений в моментах и уравнений Фоккера-Планка. Верификация модели проведена на основе сравнительного анализа с эталонной моделью алгоритма RED реализации С.Флойд. Для проведения численного анализа стохастической модели управляющего модуля маршрутизатора типа RED разработан комплекс программ, решающий систему (1).

Проведено исследование построенной системы на предмет автоколебаний.

Литература

1. Floyd S., Jacobson V. Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance // IEEE/ACM Transactions on Networking. — 1993. — Vol. 1, no. 4. — P. 397–413.

2. *Misra V., Gong W.-B., Towsley D.* Stochastic Differential Equation Modeling and Analysis of TCP-window size Behavior // Proceedings of IFIP WG 7.3 Performance. — 1999. — Vol. 99. — URL: <http://dna-pubs.cs.columbia.edu/citation/paperfile/24/Misra99-TCP-Stochastic.pdf>.
3. *Misra V., Gong W.-B., Towsley D.* Fluid-Based Analysis of a Network of AQM Routers Supporting TCP Flows with an Application to RED // ACM SIGCOMM Computer Communication Review. — 2000. — Vol. 30, no. 4. — P. 151–160.
4. *Королькова А. В.* Метод расчёта вероятности сброса пакетов в алгоритме RED // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2007. — No 1–2. — С. 32–37.  
*Демидова А. В.* Метод стохастизации математических моделей на примере системы «хищник-жертва» // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2013. — Москва: МИФИ, 2013. — P. 127.
5. *Demidova A. V., Korolkova A. V., Kulyabov D. S., Sevastianov L. A.* The Method of Stochastization of One-Step Processes // Mathematical Modeling and Computational Physics. — Dubna: JINR, 2013. — P. 67.