

UDC 004.72

SCOPUS CODE 1705

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-1-40-45>

## კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მეთოდის შემუშავება

- რომან სამხარაძე** კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77  
E-mail: samkharadze.roman@mail.ru
- სერგო მიქელაძე** ინჟინერიის, აგრარულ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 0800, ახალციხე, რუსთაველის 113  
E-mail: se.miqeladze@gmail.com
- ლია გაჩეჩილაძე** კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77  
E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

### რეცენზენტები:

- ს. ხოშტარია**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოც. პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი  
E-mail: simonxoshtaria@mail.ru
- მ. კიკნაძე**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოც. პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი  
E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

**ანოტაცია.** თანამედროვე კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევა ხდება ქვექსელების დამაკავშირებელ ხაზებზე დატვირთვის ხშირი ცვლილების გამო. შემოთავაზებულია კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მეთოდი და შესაბამისი ალგორითმების სიმრავლე. მეთოდის თანახმად, გარკვეული პერიოდულობით სრულდება ორი ქვექსელის დამაკავშირებელი თითოეული ხაზის დატვირთულობის რაოდენობრივი შეფასება. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვ-

რება მაღალი დატვირთვის მქონე კრიტიკული და დაბალი დატვირთვის მქონე არაკრიტიკული ხაზები. ამოირჩევა მინიმალური დატვირთვის მქონე არაკრიტიკული ხაზი და მასზე შესრულდება პაკეტების გადაგზავნა მაქსიმალური დატვირთვის მქონე კრიტიკული ხაზიდან. შემუშავებული მეთოდიკა სხვადასხვა სირთულის მქონე ქვექსელებს შორის წარმატებით გამოიყენება სისტემის რხევების შემცირებლად. შესაძლებელი ხდება კრიტიკული ხაზების ადრეულ ეტაპზე გამოვლენა, ანალიზი და არაკრიტიკული ხაზების მიმართულებით პაკეტე-

ბის დროული გადაგზავნა. ეს კი, თავის მხრივ, იწვევს გადატვირთული კრიტიკული ხაზების დროულ და ეფექტურ განტვირთვას და პაკეტების დაკარგვის თავიდან აცილებას.

**საკვანძო სიტყვები:** პაკეტი; სისტემის რხევები; ხაზის გამტარუნარიანობა; ხაზის კრიტიკული მნიშვნელობა.

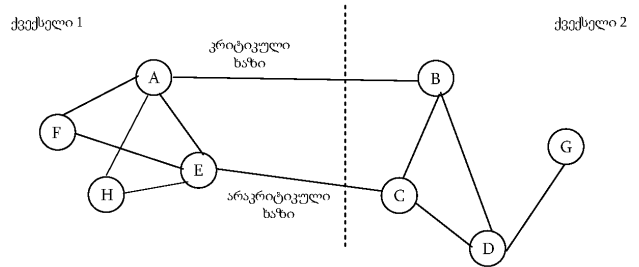
**შესავალი**

როგორც ცნობილია, თანამედროვე კომპიუტერულ ქსელებში ადგილი აქვს სისტემის რხევებს ქვესელების დამაკავშირებელ ხაზებზე დატვირთვების ხშირი ცვლილების გამო [3, 5-10]. რამდენიმე თანაბარი გამტარუნარიანობის მქონე ხაზიდან აირჩევა ის, რომელსაც ნაკლები დატვირთვა აქვს. შედეგად იზრდება არჩეული ხაზის დატვირთულობის მაჩვენებელი, ასევე სისტემის მუშაობის ეფექტურობა. დროის გარკვეული ინტერვალის შემდეგ ეს ხაზი ვერ შეძლებს პაკეტების გატარებას და ისინი სხვა ხაზზე გადაიგზავნება. მოცემული ხაზი პაკეტებს აღარ მიიღებს. დროის გარკვეული ინტერვალის შემდეგ ეს ხაზი განიტვირთება და ისევ დაიწყებს პაკეტების მიღებასა და გატარებას [1-2, 4]. ამ პროცესს გამუდმებით აქვს ადგილი. მაგრამ, აქვს დიდი ნაკლი, რაც მდგომარეობს სისტემის მუდმივ რხევებში. გამუდმებული რხევები ამცირებს ქსელის მუშაობის ეფექტურობას.

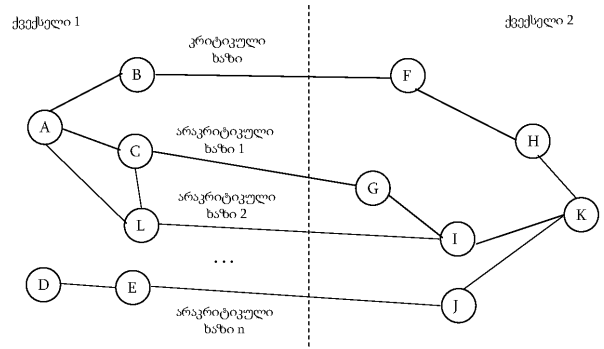
**ძირითადი ნაწილი**

კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მიზნით შემუშავებულია ალგორითმე-

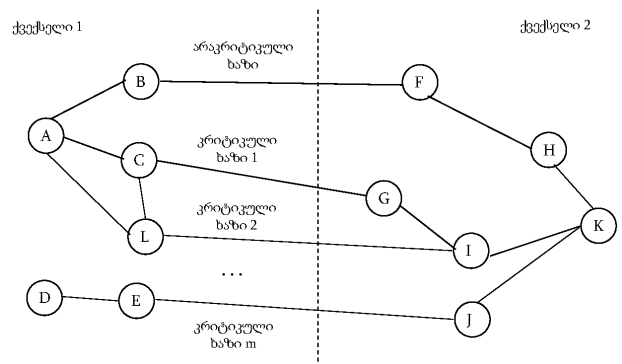
ბის სიმრავლე. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება ხაზის გამტარუნარიანობის კრიტიკული მნიშვნელობა [1-2, 4].



**სურ. 1.** ორი ქვესელი, სადაც ერთი ხაზი კრიტიკულია, მეორე - არაკრიტიკული



**სურ. 2.** ორი ქვესელი, სადაც ერთი ხაზი კრიტიკულია, n ხაზი - არაკრიტიკული



**სურ. 3.** ორი ქვესელი, სადაც m ხაზი კრიტიკულია, ერთი ხაზი - არაკრიტიკული

**ალგორითმი 1.** ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი კრიტიკული და ერთი არაკრიტიკული ხაზი (სურ. 1). კრიტიკულია AB ხაზი, არაკრიტიკული – EC.

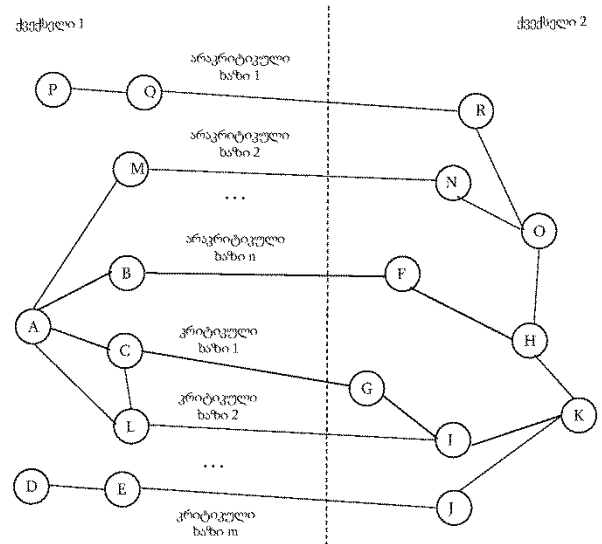
კრიტიკული ხაზის დატვირთულობიდან გამომდინარე, შეიძლება შესაძლებელი იყოს პაკეტების გადაცემა არაკრიტიკული ხაზიდან კრიტიკულ ხაზზე. თუ ეს შესაძლებელია, მაშინ შესრულდება პაკეტების გადაგზავნა. წინააღმდეგ შემთხვევაში, პაკეტები დაელოდება არაკრიტიკულ ხაზზე დატვირთვის შემცირებას.

**ალგორითმი 2.** ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი კრიტიკული და  $n$  არაკრიტიკული ხაზი. კრიტიკულია BF ხაზი, არაკრიტიკული კი – CG, LI და EJ. ამ სამი ხაზიდან ამოირჩევა CG და LI, რადგან ამ ორ ხაზზე შეიძლება პაკეტების გადაცემა A წვეროდან. EJ ხაზი განხილვიდან გამოირიცხება. ამის შემდეგ განისაზღვრება CG და LI ხაზებს შორის მინიმალური დატვირთვის მქონე,  $\min \{ CG, LI \}$ . მუშაობას იწყებს **ალგორითმი 1**.

**ალგორითმი 2** ითვალისწინებს შემთხვევას (სურ. 2), როცა პაკეტები ერთი კრიტიკული ხაზიდან შეიძლება ერთ ან მეტ არაკრიტიკულ ხაზზე გადანაწილდეს. ეს შეიძლება მოხდეს მაშინ, როცა მინიმალური დატვირთვის მქონე ხაზი ვერ იღებს ყველა გადსანაწილებელ პაკეტს კრიტიკული ხაზიდან.

**ალგორითმი 3.** ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი არაკრიტიკული და  $m$  კრიტიკული ხაზი (სურ. 3). არაკრიტიკულია BF ხაზი, კრიტიკული კი – CG, LI და EJ. ამ სამი ხაზიდან ამოირჩევა CG და LI, რადგან ამ ორ ხაზზე შეიძლება პაკეტების გადაცემა A წვეროდან. EJ ხაზი განხილვიდან გამოირიცხება. ამის შემდეგ განისაზღვრება CG და LI ხაზებს შორის მაქსიმალური დატვირთვის მქონე,  $\max \{ CG, LI \}$ . მუშაობას იწყებს **ალგორითმი 1**. აქ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს შემთხვევას, როცა ამ ერთ არაკრიტიკულ ხაზზე შესაძლებელია რამდენიმე არაკრიტიკული

ხაზიდან პაკეტების გადაცემა ან, არაკრიტიკული ხაზის გამტარუნარიანობიდან გამომდინარე, საერთოდ შეუძლებელია პაკეტების გადაცემა.



სურ. 4. ორი ქვესედი, სადაც  $m$  ხაზი კრიტიკულია,  $n$  ხაზი - არაკრიტიკული

**ალგორითმი 4.** ამ შემთხვევაში გვაქვს  $n$  არაკრიტიკული და  $m$  კრიტიკული ხაზი (სურ. 4). არაკრიტიკულია QR, MN და BF ხაზები, კრიტიკული კი – CG, LI და EJ. არაკრიტიკული ხაზებიდან გამოირიცხება QR, ხოლო კრიტიკულიდან – EJ, რადგან ამ ხაზებზე A წვეროდან შეუძლებელია პაკეტების გადაცემა. კრიტიკული ხაზებიდან აირჩევა მაქსიმალური დატვირთვის მქონე,  $\max \{ CG, LI \}$ . შემდეგ მუშაობას იწყებს **ალგორითმი 2**.

**დასკვნა**

ამრიგად, სტატიაში ექსპერტული ცოდნის საფუძველზე შემუშავებულია კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მეთოდოლოგია და შესაბამისი ალგორითმების სიმრავლე. ალგორითმები შემუშავებულია ოთხი შემთხვევისთვის,

როცა ქვეყნები ერთმანეთთან დაკავშირებულია: მაქსიმალური დატვირთვის მქონე კრიტიკული ერთი კრიტიკული და ერთი არაკრიტიკული ხაზით; ერთი კრიტიკული და  $n$  არაკრიტიკული ხაზით; ერთი არაკრიტიკული და  $m$  კრიტიკული ხაზით;  $m$  კრიტიკული და  $n$  არაკრიტიკული ხაზით. მინიმალური დატვირთვის მქონე არაკრიტიკული ხაზზე სრულდება პაკეტების გადაგზავნა კარგვის თავიდან აცილებას.

### ლიტერატურა

1. Samkharadze R., Kobakhidze G. An approach solving the problem of fluctuating systems in computer networks. Internet and society. Inso-2011. V international scientific-practical conference. Kutaisi. 2011, 153-155 pp. (in Georgian).
2. Samkharadze R., Kobakhidze G., Gachechiladze L. Method for reducing system fluctuations in computer networks. In the world of scientific openings. Materials of the I international scientific and practical conference. 2011, 134-136 pp. (in Russian).
3. Tanenbaum E. Computer networks. St. Petersburg: "Piter". 2003, 992 p. (in Russian).
4. Samkharadze R., Gachechiladze L., Kobakhidze G. Modeling the process of reducing system fluctuations in a computer network. Georgian Technical University. Proceedings. №1(503). 2017, 63-68 pp. (in Georgian).
5. Aivazov V., Samkharadze R. Available end-to-end throughput measurement tools. Transaction N2(13), Georgian Technical University. 123-127 pp.
6. Aivazov V., Samkharadze R. Identification of flows in the application based routing. Transactions N3(485). Georgian Technical University. 62-66 pp.
7. Doyle J., Carroll J. Routing TCP/IP. Volume 1. Second edition. Cisco Press. 2006, 936 p.
8. Halabi S., McPherson D. Internet routing architectures. Second edition. Cisco Press. 2000, 528 p.
9. Tanenbaum A. S. Computer networks. 4<sup>th</sup> edition. Prentice Hall. 2007, 993 p.
10. Sportack M. A. TCP/IP first step. Cisco Press. 2005, 401 p.

UDC 004.72

SCOPUS CODE

## Method for reducing system fluctuations in computer networks

**Roman Samkharadze** Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: samkharadze.roman@mail.ru

**Sergo Miqeladze** Faculty of Engineering, Agrarian and Natural Sciences, Samtskhe-Javakheti State University, 113 Rustaveli str, 0800 Akhaltsikhe, Georgia

E-mail: se.miqeladze@gmail.com

**Lia Gachechiladze** Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

### Reviewers:

**S. Khoshtaria**, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: simonxoshtaria@mail.ru

**M. Kiknadze**, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

**Abstract.** Modern computer networks often experience system fluctuations due to frequent load changes on the lines connecting subnets. The article proposes a method for reducing system fluctuations in computer networks and a set of appropriate algorithms. According to the methodology, the quantitative assessment of each line connecting two subnets is carried out periodically. Based on expert knowledge, non-critical lines with high loads and critical lines with low loads are determined. A non-critical line that has a minimum load is selected and the packets are transmitted on it from the critical line that has a maximum load. The developed technique is successfully used to minimize system fluctuations between subnets of varying complexities. It becomes possible to identify critical lines at an early stage and timely send packets on non-critical lines. This, in turn, leads to the timely and effective unloading of critical lines and the prevention of packet loss.

**Key words:** Critical line value; line capacity; packet; system fluctuations.

UDC 004.72  
SCOPUS CODE

### Методика снижения колебаний системы в компьютерных сетях

- Роман Самхарадзе**      Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77  
E-mail: samkharadze.roman@mail.ru
- Серго Микеладзе**      Самцхе-Джавახетский государственный университет, факультет инженерии, аграрных и природоведческих наук, Грузия, 0800, Ахалцихе, Руставели 113  
E-mail: se.miqeladze@gmail.com
- Лия Гачечиладзе**      Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77  
E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

#### Рецензенты:

**С. Хоштария**, ассоц. профессор, кандидат технических наук, факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: simonxoshtaria@mail.ru

**М. Кикнадзе**, профессор, кандидат технических наук факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

**Аннотация.** Современные компьютерные сети часто испытывают вибрации системы из-за частой смены нагрузок на линиях, связывающих подсети. В статье предлагается методика снижения колебаний системы в компьютерных сетях и набора соответствующих алгоритмов. Согласно методика, количественная оценка каждой линии, соединяющей две подсети, осуществляется периодически. На основе экспертных знаний определяются не критические линии с высокой нагрузкой и критической линии с низкой нагрузкой. Выбирается не критическая линия с минимальной нагрузкой и на нее передаются пакеты с критической линии, имеющей максимальную нагрузку. Разработанная методика успешно используется для минимизации системных колебаний между подсетями различной сложности. Становится возможным выявление критических линий на ранней стадии и своевременная пересылка пакетов по не критическим линиям. Это, в свою очередь, приводит к своевременной и эффективной разгрузке перегруженных критических линий и предотвращению потери пакетов.

**Ключевые слова:** колебания системы; критическое значение линии; пакет; пропускная способность линии.

*განხილვის თარიღი 16.10.2019*

*შემოსვლის თარიღი 23.10.2019*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.03.2020*