ვ. ხოჭოლავა, ე. ჩიკაშუა, ნ. არაბული

კავშირის არხის მათემატიკური მოდელი ხელისშემშლელი ფაქტორის გათვალისწინებით

რეზიუმე: მოცემულ სტატიაში განხილულია კავშირის არხი ხანმოკლე მტყუნებებით. ამასთან მტყუნება არის თვითლიკვიდურებადი ან ლიკვიდურებადი მხოლოდ არხის აღდგენის შემდეგ.

გამოკვლეულია კავშირის არხის მათემატიკური მოდელი, როდესაც პაკეტის გადაცემის, მტყუნების მიზეზების აღმოფხვრის და მტყუნებებს შორის დროის ინტერვალები განაწილებულია ნებისმიერი კანონით, ხოლო ხელისშემშლელი ფაქტორის ხანგრძლივობის დრო განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით. მიმღებმა მოწყობილობამ პაკეტი უნდა მიიღოს უშეცდომოდ და უდანაკარგოდ. დამახინჯებული პაკეტის გასასწორებლად გამოიყენება განმეორებითი გადაცემა ან კავშირის არხის აღდგენა.

დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად განსაზღრულია ალბათობა იმისა, რომ პაკეტი გადაცემული იქნება დამახინჯების გარეშე განსაზღრულ დროში განმეორებითი გადაცემის შედეგად. ასევე განსაზღრულია გადაცემის რეალური დროის მათემატიკური ლოდონი.

საკვანძო სიტყვები: კავშირის არხი, განაწილების ფუნქცია, მომსახურე სისტემა, მოთხოვნა.

<u>შესავალი:</u> მონაცემათა გადაცემის ქსელებში განიხილება ორი სახის მტყუნებები: თანდათანობითი (პარამეტრული) და უეცარი. რადგანაც თანდათანობითი მტყუნებები ძირითადად ვლინდებიან ელემენტებისა და მოწყობილობების ექსპლუატაციის პროცესში მათი პერიოდული კონ-ტროლის დროს, ამიტომ ძირითად გავლენას მონაცემთა გადაცემის ქსელის (მგქ) საიმედოობაზე ახდენენ უეცარი მტყუნებები. მონაცემთა გადაცემის სისტემები ეკუთვნიან აღდგენად სისტემათა კლასს. მგქ-ში მტყუნებების აღმოჩენის შემდეგ მოწყობილობა გადაეცემა აღდგენაზე. აღდგენის დრო დამოკიდებულია კონტროლის სისტემაზე, მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაციაზე, სარეზერვო და სათადარიგო მოწყობილობების არსებობაზე და რემონტზე.

ხანგრძლივი მტყუნებები წარმოიშობიან ძალიან იშვიათად, სადენის და სადგურის მოწყობილობების დაზიანების შედეგად და მათთვის დამახასიათებელია მოცემული მაგისტრალი ყველა არხის მწყობრიდან გამოსვლა. საშუალო ხანგრძლივობის მტყუნებები, როგორც წესი, წარმოიშობიან სადგურის მოწყობილობების ცალკეული კვანძების დაზიანების შედეგად, აგრეთვე ტექნიკური პერსონალის შეცდომითი მოქმედების შედეგად. ყველაზე უფრო მრავალრიცხოვანია ხანმოკლე მტყუნებები. უმრავლეს შემთხვევაში (80%) ისინი წარმოიშობიან აპარატურის დაზიანების ან მომსახურე პერსონალის მოქმედების შედეგად. 20%-ს შეადგენს ხანმოკლე მტყუნებები, რომლებიც გამოწვეულია იმპულსური შეფერხებებით (ხარვეზებით). როგორც წესი, ხანმოკლე მტყუნებები თვითლიკვიდირებადია, თუმცა რიგ შემთხვევებში მათი აღმოფხვრისათვის საჭიროა მომსახურე პერსონალის ჩარევა.

სტატიაში განვიხილავთ ხანმოკლე მტყუნებებს: თვითლიკვიდირებადს და ლიკვიდირებადს მხოლოდ აღდგენის შემდეგ, ე.ი. მომსახურე პერსონალის ჩარევის შედეგად.

ქსელის საიმედოობის ანალიზის დროს ბუნებრივად წარმოიშობა პროგრამული და აპარატურული საშუალებების ალგორითმული მეთოდების დამუშავების ამოცანა, რომელიც უზრუნველყოფს საიმედო ურთიერთკავშირს მონაცემთა გადაცემის ქსელის აბონენტებს შორის. კერძოდ, აქ ისმება ამოცანა განისაზღვროს მინიმალური რაოდენობა განმეორებითი გადაცემებისა, რომელიც საჭიროა ხარვეზებით გადაცემული პაკეტის გასასწორებლად.

<u>ძირითადი ნაწილი</u>: განვიხილოთ კავშირის არხის შემდეგი მოდელი. ვთქვათ, კავშირის არხით გადაეცემა პაკეტი, რომლის დროის განაწილების ფუნქციას აქვს ზოგადი სახე - $F(t)$. მეზობელ მტყუნებებს შორის დროის ინტერვალები განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით - $1-e^{-\alpha t}$. გადასაცემი ინფორმაციის დამახინჯების გამომწვევი ხელისშემშლელი ფაქტორის ხანგრძლივობის დროის განაწილების ფუნქციას აქვს ზოგადი სახე - $Q(t)$. მომსახურე პერსონალის მიერ მტყუნებების მიზეზის აღმოფხვრის დრო განაწილებულია ნებისმიერი კანონით - $G(t)$. ადრესატმა (მიმღებმა მოწყობილობამ) პაკეტი უნდა მიიღოს უშეცდომოდ და უდანაკარგოდ. დამახინჯებული პაკეტის გასასწორებლად გამოიყენება განმეორებითი გადაცემა.

დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად განვიხილოთ ფუნქცია $\Phi(t,r)$ - ალბათობა იმისა, რომ პაკეტი გადაცემული იქნება დამხინჯების გარეშე t-ზე ნაკლებ დროში, არაუმეტეს r განმეორებითი გადაცემის შედეგად.

$\Phi(t,1)$-ის განსასაზღვრავად შეიძლება შევადგინოთ შემდეგი ინტეგრალური დამოკიდებულება:

$$\Phi(t,1)=\int_0^t dF(u)\cdot e^{-\alpha t}+\int_0^t \alpha e^{-\alpha t}\cdot \overline{F}(u)\int_0^{t-u}\frac{d_v F(u+v)}{\overline{F}(u)}\cdot Q(v)F(t-u-v)+$$
$$+\int_0^t \alpha e^{-\alpha t}\cdot \overline{F}(u)\int_0^{t-u}\frac{d_v F(u+v)}{\overline{F}(u)}\cdot \overline{Q}(v)\int_0^{t-u-v}dG(\tau)F(t-u-v-\tau) \quad (1)$$

სადაც $\overline{F}(u)=1-F(u)$, $\overline{Q}(u)=1-Q(u)$.

(3.1.1) განტოლება შედგენილია შემდეგი მსჯელობების საფუძველზე:

პირველი შესაკრები - ეს არის ალბათობა იმისა, რომ პაკეტის გადაცემა დამთავრდება t-ზე ნაკლებ დროში და ამ დროის განმავლობაში არ წარმოიშობა ხელისშემშლელი ფაქტორი. $dF(u)$ არის ალბათობა იმისა, რომ ξ მომენტში $(u<\xi<u+du, u\in(0,t))$ დამთავრდება პაკეტის გადაცემა. $e^{-\alpha t}$ არის ალბათობა იმისა, რომ ამ დროის განმავლობაში არ წარმოიშობა ხელისშემშლელი ფაქტორი.

მეორემ შესაკრები - ეს არის ალბათობა იმისა, რომ პაკეტის გადაცემა დამთავრდება t-ზე ნაკლებ დროში განმეორებითი გადაცემის შედეგად იმ პირობით, რომ მანამდე ადგილი ჰქონდა ხელისშემშლელ ფაქტორს და მოხდა მისი თვითლიკვიდაცია. $\alpha e^{-\alpha t}$ არის ალბათობა იმისა, რომ ξ მომენტში $(u<\xi<u+du)$ წარმოიშვება ხელისშემშლელი ფაქტორი. $\overline{F}(u)$ არის ალბათობა იმისა, რომ ξ დრომდე პაკეტის გადაცემა არ დამთავრდება. $\dfrac{d_v F(u+v)}{\overline{F}(u)}$ არის პირობითი ალბათობა იმისა, რომ η დროში $(u+v<\eta<u+v+dv)$ დამთავრდება პაკეტის გადაცემა იმ პირობით, რომ u დროში იგი არ იყო დამთავრებული. $Q(v)$ არის ალბათობა იმისა, რომ v დროში $(v<u, v\in(0,t-u))$, მოხდა ხელისშემშლელი ფაქტორის თვითლიკვიდაცია. $F(t-u-v)$ არის ალბათობა იმისა, რომ პაკეტის გადაცემა დამახინჯების გარეშე დამთავრდება $t-u-v$-ზე ნაკლებ დროში.

მესამე შესაკრები მეორე შესაკრებისაგან განსხვავდება იმით, რომ დამახინჯებული პაკეტის პირველად გადაცემის შემდეგ განმეორებითი გადაცემა ხდება მხოლოდ მომსახურე პერსონალის მიერ ხელისშემშლელი ფაქტორის ლიკვიდაციის შემდეგ μ დროში $(\tau<\mu<\tau+d\tau)-dG(\tau)$.

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნებს $\varphi(s,r)=\int_0^\infty e^{-st}\Phi(t,r)dt$, $f(s)=\int_0^\infty e^{-st}dF(t)$, $g(s)=\int_0^\infty e^{-st}dG(t)$ და (1)-ის ყველა წევრს გავამრავლებთ $\int_0^\infty e^{-st}dt$-ზე და გადავალთ ლაპლასის გარდაქმნაზე, მივიღებთ:

$$\varphi(s,1)=\frac{f(s+\alpha)}{s}+\alpha f(s)\left\{\left[(1-g(s))\int_0^\infty e^{-(s+\alpha)u}du\int_0^\infty e^{-sv}Q(v)dvF(u+v)\right]+\right.$$
$$\left.+g(s)\int_0^\infty e^{-(s+\alpha)u}du\int_0^\infty e^{-sv}dvF(u+v)\right\} \quad (2)$$

მონაცემთა გადაცემის სისტემებში პაკეტის სიგრძე, როგორც წესი, სტანდარტიზირებულია და განსაზღვრულ ორობითი ნიშნების (ბიტების) რაოდენობას შეიცავს. ამიტომ მოცემული წარმადობის არხისთვის ის წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს განაწილებულს $F(t)=\sigma_0(\tau_з)$ კანონით, სადაც $\sigma_0(t)=\begin{cases}1, & \text{როცა} \quad t\ge 0,\\ 0, & \text{როცა} \quad t<0.\end{cases}$ ამ შემთხვევისათვის (2)-ის საფუძველზე გვაქვს:

$$\varphi(s,1)=\frac{f(s+\alpha)}{s}+\alpha f(s)\left\{\left[(1-g(s))e^{-s\tau_3}\int_0^{\tau_3}e^{-\alpha u}Q(\tau_3-u)du\right]+\right.$$
$$\left.+g(s)\left[e^{-s\tau_3}-e^{-(s+\alpha)\tau_3}\right]\right\}/\alpha \qquad (3)$$

რადგანაც პრაქტიკაში ძირითადად უფრო დიდ ინტერესს იწვევს განაწილების ფუნქციის რიცხვითი მახასიათებლები, ამიტომ ქვემოთ მოვიყვანთ გამოსახულებას მათემატიკური ლოდინის გამოსათვლელად. ამისთვის (3) გამოსახულებებში ორივე მხარე გავამრავლოთ S –ზე და გადავიდეთ ზღვარზე როცა $s=0$, შედეგად მივიღებთ:

$$T(1)=\tau_3-\left\{\alpha\tau_{\text{რ}}\int_0^{\tau_3}e^{-\alpha u}Q(\tau_3-u)du-\tau_{\text{რ}}(1-e^{-\alpha\tau_3})\right\}-(1-e^{-\alpha\tau_3})\tau_3 \qquad (4)$$

დასკვნა: გამოკვლეულია კავშირის არხის მათემატიკური მოდელი, როდესაც პაკეტის გადაცემის, მტყუნების მიზეზების აღმოფხვრის და მტყუნებებს შორის დროის ინტერვალები განაწილებულია ნებისმიერი კანონით, ხოლო ხელისშემშლელი ფაქტორის ხანგრძლივობის დრო განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით. დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად განსაზღრულია ალბათობა იმისა, რომ პაკეტი გადაცემული იქნება დამახინჯების გარეშე განსაზღრულ დროში განმეორებითი გადაცემის შედეგად. ასევე განსაზღრულია გადაცემის რეალური დროის მათემატიკური ლოდონი.

ლიტერატურა

1. Черкесов Г.Н., Надежность технических систем с временной избыточнастью. М.: Сов. радио, 1974.
2. Коваленко И.Н., Стойкова Л.С. О производительности системы и времени решения задачи при случайных отказах и периодической запоминании результатов. Кибернетика 5, 1974, с. 73-75.
3. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети. 2-е издание. Москва, 2003.
4. Хочолава В.В., Микадзе И.С. Об одной модели очереди данных по ненадежному каналу связи, подверженному разнамерным отказам. АВТ. №1, 2005. с.40-45

В. Хочолава, Е. Чикашуа, Н. Арабули

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАНАЛА СВЯЗИ С УЧЕТОМ ПОМЕХ
Резюме

В данной работе построена математическая модель функционирования каналов передачи данных с одним видом отказа с интенсивностью α. Время проверки достоверности пакета является случайной величиной, распределенным по произвольному закону. После обнаружения ошибки производиться ремонт. Время ремонта является случайной величиной, распределенным по произвольному закону. В работе определено осуществление выполнения задачи за заданное время а также ее математическое ожидание.

V. Khocholava, E. Chikashua, N. Arabuli

MATHEMATICAL MODEL OF THE CHANNEL IN VIEW OF HANDICAPES
Summary

In the given work is constructed mathematical model of functioning of data links with one kind of refusal with intensity α. Time of check of reliability of a package is a random variable, distributed on the any law. After detection of a mistake to be made repair. Time of repair is a random variable, distributed on the any law. In work realization of performance of a problem for set time and also its population mean is determined.