

**სადიაგნოსტიკო საშუალებების აზომისა და გამოყენების ეფექტური  
მიდგომები SDH ციფრული არხებით ორგანიზებული ტელესაკომუნიკაციო  
ქსელური ბარამომბისათვის**

ბექა გაბუნაძე, ლევან ინჯია, მარინა ქურდაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განხილულია გამოყოფილ SDH ციფრულ არხებზე აგებული მონაცემთა გადამცემი ქსელური სტრუქტურების ფუნქციონირების თავისებურებები. ასევე ქსელური გარემოებებისათვის შემუშავებულია საიმედოობის სადიაგნოსტიკო საშუალებების ეფექტური მიდგომები. საკომუნიკაციო კვანძების შემავალ ინტერფეისებზე მიწოდებული და გამოსასვლელ პორტებზე განაწილებული პაკეტების რაოდენობების კორექტული ურთიერთ თანაფარდობის შემოწმების მიზნით განხილულია ტესტური პროცედურების წარმართვის ეფექტური მექანიზმი. შემოთავაზებულია სატრანზიტო – საკომუნიკაციო კვანძების მარშრუტიზატორებში პაკეტების საკონტროლო თანამიმდევრობების ჯამური მაჩვენებლების გამოთვლის ახალი, დაქარბული მეთოდი, რომლის გამოყენებაც მეტად ეფექტურია SDH გამოყოფილი არხებით ორგანიზებული მონაცემთა გადამცემი კომპიუტერული ქსელის საიმედოობის სადიაგნოსტიკო – საკონტროლო საშუალებებში.

**საკვანძო სიტყვები:** ტელესაკომუნიკაციო კომპიუტერული ქსელი. ციფრული არხები. სადიაგნოსტიკო საშუალებები.

**1. შესავალი**

გამოყოფილ SDH ციფრულ არხებზე აგებული მონაცემთა გადამცემის ტელესაკომუნიკაციო კომპიუტერული სისტემების საიმედო მუშაობის უზრუნველსაყოფად ძალზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ასეთი სახის ქსელებში გამოყენებული სადიაგნოსტიკო საშუალებების ფუნქციონალური შესაძლებლობების გაფართოებასა და მათ ეფექტურ გამოყენებას [1,2]. ბოლო პერიოდში საგრძნობლად განვითარდა გლობალურ მანძილებზე კომპიუტერული გარემოებების შექმნის ISDH ტექნოლოგიები, რომლებიც ხშირად დაფუძნებული არიან სატელეფონო კომპანიების მიერ გამოყოფილი საკომუნიკაციო ციფრული ხაზების გამოყენებაზე. ასეთ შემთხვევებში მაღალი საიმედოობის მქონე სატელეკომუნიკაციო კომპიუტერული ქსელური სისტემების უზრუნველსაყოფად მეტად აქტუალური ხდება მათი სადიაგნოსტიკო – საკონტროლო მოწყობილობების ფუნქციონალური დაყოფა ღია სისტემების OSI ეტალონური მოდელის დონეების მიხედვით (როგორც ცნობილია, სტანდარტიზაციის ISO საერთაშორისო კომიტეტის მიერ შემუშავებულია 7 ასეთი დონე).

მიუხედავად იმისა, დღეისათვის უკვე არსებობს ქსელის საიმედოობის სადიაგნოსტიკო საშუალებების მრავალნაირი სახეობა, მათ უმრავლესობას ჯერ კიდევ გააჩნია გარკვეული ნაკლოვანებები როგორც მოწყობილობებში სადიაგნოსტიკო ფუნქციების ინტეგრაციის, ასევე საკონტროლო პროცედურების ავტომატიზაციისა და მომხმარებლების მიერ მათი წარმართვის მოხერხებულობის თვალსაზრისითაც. პირველ რიგში ეს ეხება გამოყოფილი SDH არხების მეშვეობით, დაშორებულ შეერთებებზე დამყარებულ მონაცემთა გადამცემის ტელესაკომუნიკაციო გლობალური კომპიუტერული გარემოებების სადიაგნოსტიკო – საკონტროლო საშუალებებს, რომლებიც მოითხოვენ მათი გადაწყვეტების შემდგომ სრულყოფას როგორც ორგანიზაციულად, ასევე ტექნიკურად. პაკეტების დაშორებულ ანუ გრძელ ტერიტორიულ მანძილებზე საკაბელო ხაზების გავლისას საკონტროლო ოპერაციები უნდა აწარმოონ არა ერთმა, არამედ რამდენიმე პროვაიდერმა სამსახურმა, რომელთა მფლობელობაში მყოფ არხებზეც სწარმოებს პაკეტების ელექტრონული ტრანსპორტირება ჰოსტის ერთი კომპიუტერიდან (მონაცემთა გადამცემი ერთი მუშა სადგურიდან) მეორე (მიმღებ) კომპიუტერამდე. ასეთი სახის საკომუნიკაციო საშუალებებით ორგანიზებული ქსელის ფუნქციონირების მაღალი საიმედოობის უზრუნველსაყოფად, საჭიროა შემუშავებული და გატარებული იყოს როგორც ერთიანი, შეთანხმებული პოლიტიკა, ასევე საიმედოობის სადიაგნოსტიკო ტექნიკური საშუალებებიც (მაგალითად, შესაბამისი ანალიზატორები, რომლებიც ინტერაქტიული გამოკითხვით აღრიცხავენ და ავტომატურად აანალიზებენ საიმედოობის სტატისტიკურ მონაცემებს). აქედან გამომდინარე წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია სადიაგნოსტიკო კონტროლის განაწილებულად ჩატარების მეთოდები. ერთ-ერთი მათგანი ითვალისწინებს ქსელის სატრანზიტო კვანძების მარშრუტიზატორებში პაკეტების დამუშავების დროს მათ შემავალ და გამავალ ინტერფეისებში მიწოდებული და მარშრუტების (გადასაცემი პაკეტების დამისამართების მიხედვით) მიმართულებით განაწილებული ამ პაკეტების (ან შემცველი მათი ნაწილების – დეიტაგრამების სახით) თანამიმდევრობების საკონტროლო ჯამების ოპერატიულ გამოთვლას და ურთიერთ შედარებას. ასეთი სახის კონტროლი და შესაბამისად სადიაგნოსტიკო საშუალებებიც ამჟამად არსებულ ქსელურ ლიტერატურაში არ შეიმჩნევა. ამ კუთხით სადიაგნოსტიკო – ტესტური შემოწმების ეფექტური მეთოდის შემუშავებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დიდი რაოდენობის პაკეტების მრავალი კვანძის გავლით ელექტრონული ტრანსპორტირებისას კორექტული რეჟიმების წარმართვას წყარო – კომპიუტერიდან მიმღებ

კომპიუტერამდე, ვინაიდან კონტროლის ასეთი მუდმივი თანხლება (თანაც მიმდინარე სიტუაციური მდგომარეობების ავტომატიზებული ინტერაქტიული გამოკითხვით თითოეულ საკომუტაციო კვანძში) ხელს შეუწყობს დამახინჯების ან პაკეტების დაკარგვის შემთხვევების სრულად გამოვლენას.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ბოლო პერიოდში ძალზე გახშირდა ერთმანეთისაგან დიდი ტერიტორიული მანძილებით დაშორებული კორპორაციული ოფისების ერთობლივი შექმნა და საქმიანობა. ცხადია, ასეთ დროს მათ (პარტნიორ თანამშრომლებს შორის, რომელთა რაოდენობაც საკმაოდ დიდია და თანდათან კიდევ უფრო იზრდება) ესაჭიროებათ რეგულარული სატელეკომუნიკაციო ურთიერთკავშირები, შექმნილი ერთმანეთისაგან გლობალური მანძილებით დაშორებული ქსელური გარემოებების სახით. დაშორებული შეერთებების შექმნა სატელეფონო ხაზებისა და მოდემების დახმარებით ხშირ შემთხვევაში ძალზე მისაღებია. იგი ხელს უწყობს ზემოთხსენებულ კორპორაციულ გაერთიანებებში დასაქმებულ პოტენციურ მომხმარებელთა რაოდენობის მნიშვნელოვან ზრდას. იმ შემთხვევებში კი როცა საჭიროა ქსელის სახით (კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის სახით) უმტყუნო და მაღალსიჩქარიანი გლობალური კავშირები დიდი გეოგრაფიული მანძილებით დაშორებულ მომხმარებელთა შორის, ოპტიმალურ გადაწყვეტად შეიძლება ჩაითვალოს სატელეფონო კომპანიებისაგან (კავშირგაბმულობის საკომუნიკაციო ხაზების მფლობელი პროვაიდერებისაგან) გამოყოფილი შეერთებების შექმნა. ცნობილია, რომ კომპიუტერულ ქსელებში შეერთებები “წრტილი – წერტილთან” სხვა საშუალებებთან შედარებით ძალზე საიმედოა გამოყოფილი ხაზების გამოყენებით. ასეთი ქსელის პროტოკოლები ეფექტურია და საკმაოდ დიდი ხანია გამოიყენება კიდევ კორპორაციული მომხმარებლებისათვის მონაცემთა მაღალხარისხიანი გაცვლისათვის დაშორებულ ოფისებს შორის (პრაქტიკაში ხშირად მთავარ ოფისსა და მისგან დიდი მანძილებით დაშორებულ ლოკალურ ადგილებზე განთავსებულ ოფისებს შორის). პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ასეთ დროს უფრო ხელსაყრელია სატელეფონო კომპანიებიდან ერთი (ან რამოდენიმე) ხაზის ყიდვა, ვიდრე ყოველთვის იხადონ ტარიფების გადასახადი რეგულარული საქალაქთაშორისო ზარებისათვის. მას შემდეგ რაც დაიწყო სატელეფონო ხაზების გამოყენება ზემოთხსენებული მოდემების დახმარებით მონაცემთა ვიზუალური გაცვლისათვის (განსაკუთრებით ბოლო დროს კომბინირებული მულტიმედიაური საშუალებებისათვის – ტექსტი, გამოსახულება, ხმა), ძალზე ლოგიკურად გამოიყურება მათი გამოყოფა დაშორებულ მომხმარებლებთან დასაკავშირებლად.

გამოყოფილი ხაზები საკმაოდ სტაბილურ ფასად უზრუნველყოფენ მდგრად კავშირს, გამოიყენებენ რა ამისათვის ან რეალურ ფიზიკურ კაბელს (ბოლო დროს მრავალხარისხიან ოპტიკურ – ბოჭკოვან ხაზებს), რომელიც გაჭიმულია ერთი სადგურიდან მეორემდე ან ამ სადგურის კომპიუტერებს შორის არსებული კომუტატორით, რომელიც პასუხისმგებელია მათ დასაკავშირებლად. ნებისმიერ კონკრეტულ შემთხვევაში გამოყოფილი ხაზების ძირითადი პრინციპი უცვლელია: კომპიუტერებს შორის კავშირი ხორციელდება ერთი მუდმივი არხით, რომლის გამოყენების დროსაც კავშირის მოცემული სენსის დროს, მასში შეღწევა არ გააჩნიათ სხვა მომხმარებლებს [2]. საჭიროა ხაზი გავსვას ერთ მნიშვნელოვან გარემოებასაც. “წრტილი – წერტილი” ტექნოლოგიის გამოყენების წყალობით აღარ არსებობს ზარების აუცილებლობა კლიენტებიდან სერვერზე. კავშირი არსებობს მუდმივად და მისით შეიძლება ისარგებლონ დროის ნებისმიერ მომენტში. ასეთ შემთხვევაში ქსელური სისტემის მტყუნებამდგრადობა ბევრად და მოკიდებული იმ ხაზის ხარისხზე, რომელიც გამოყენებულია გამოყოფილი არხისათვის (არხებისათვის).

ადრინდელი მიდგომებისაგან განსხვავებით, რომლებიც დაფუძნებული იყო ანალოგური მოდემების გამოყენებაზე, თანამედროვე ციფრული ხაზები (წარმოდგენილ სტატიაში მაგალითისათვის აღებულია T1) დაფუძნებულია ორი სამსახურის კომბინაციაზე, კერძოდ, არხების სამსახურზე, რომლებსაც გააჩნიათ CSU (CSU – Channel Service Unit) და მონაცემთა სამსახურზე DSU მოწყობილობების გამოყენებით (DSU – Data Service Unit). ბოლო პერიოდში განვითარებული ტექნოლოგიებით ხშირად ეს მოწყობილობები გაერთიანებულია ერთ მოწყობილობაში (CSU/DSU), რომელიც თავის თავზე იღებს მარშრუტიზატორის ფუნქციასაც. შევირდეთ კიდევ ერთ საყურადღებო მომენტზე. CSU და DSU სამსახურების დახმარებით ქსელების ორგანიზებას გააჩნია ის უპირატესობებიც, რომ ხაზებში ჩართული აპარატურული უზრუნველყოფა საკმაოდ საიმედოა და ცუდი გარე ხელისშემშლელი შემთხვევითი ელექტრული იმპულსების (პარაზიტების) ზემოქმედებისაგან.

რაც შეეხება სამომხმარებლო სენსების საიმედოობას, CSU არხები წინასწარ ატყობინებენ აბონენტებს კავშირის დასამყარებლად. სატელეფონო კომპანია თავის თავზე იღებს კავშირგაბმულობის საკომუნიკაციო ხაზების მუშაუნარიანობების შემოწმებას, მათი ფიზიკური მახასიათებლების მდგომარეობას სადიაგნოსტიკო ტესტების ჩატარებით (უკან დაბრუნებული, ე.წ. არეკლილი სიგნალების დახმარებით). CSU მოწყობილობებს (სადიაგნოსტიკო ანალიზატორებს) შეუძლიათ შეაგროვონ სტატისტიკური მონაცემები და გადასცენ მთავარი ოფისისა და ფილიალების – დაშორებული ოფისების ლოკალური ქსელების ადმინისტრატორების საიმედოობის სამსახურებს. DSU მოწყობილობებს CSU მოწყობილობებთან ერთობლიობაში შეუძლიათ გარდაქმნან მონაცემთა ფორმატები (და შესაბამისად კადრის სტრუქტურები), რომლებიც მისაღებია მიმღები კომპიუტერების შემავალი პორტებისათვის როდესაც შემავალ ინტერფეისში

სიგნალები მიმდევრობით შედის T1 – T4 ხაზებიდან (ან პირიქით, აწარმოონ სიგნალების გადაცემები უკუმიმართულებით შესაბამისი ფორმატების ცვლილებით), აწარმოონ მომხმარებელთა პორტების სინქრონიზაციის ფუნქციები, სპეციალური ანალიზატორების აპარატურულ – პროგრამული საშუალებების გამოყენებით აღმოაჩინონ და გაასწორონ წარმოქმნილი შეცდომები, თავიდან აიცილონ პაკეტების დაზიანებისა და დაკარგვის შემთხვევები, მოახდინონ ორმხრივი კავშირების დამყარების დადასტურება და ა.შ.

ამჟამად, როგორც ცნობილია, საკომუნიკაციო ხაზების ძველი (ანალოგური) ტექნოლოგიები თითქმის ყველგან უკვე შეცვლილია ციფრული ტექნოლოგიებით (ცნობილია აგრეთვე, რომ ანალოგურ ხაზებს გააჩნიათ მეტად დაბალი სიჩქარე – 56 კბიტ/წმ). გადაცემის სიჩქარეების გაზრდისაკენ მუდმივმა სწრაფვამ წარმოქმნა ციფრული T1 – T4 ხაზების სიჩქარეების გაზრდის საჭიროება. აღნიშნულ ხაზებს გააჩნიათ სხვადასხვა რაოდენობის არხები, რომლებიც მუშაობენ მულტიპლექსირების TDM ტექნოლოგიებით (TDM – Time Division Multiplexing – დროითი დაყოფით) ან სხვა, მაგალითად FDM ტექნოლოგიებით (FDM – Frequency Division Multiplexing – სიხშირული დაყოფით) ტექნოლოგიით. იმისათვის, რომ TDM მეთოდის დროს ყველა 24 არხი (მაგალითად T1-სათვის) გაერთიანდეს ერთ ხაზში, იყენებენ დროის ინტერვალებს (პორციებს) 5,2 მილიწმ-ის ხანგრძლივობით და ჯამური გამტარუნარიანობა იზრდება 64 კბიტ/წმ  $\times 24 = 1,536$  მბიტ/წმ-ით. ეს ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა თითოეული არხი გამოეყოს ინდივიდუალურ მომხმარებლებს თავიანთი მონაცემების გადასაცემად.

გამოყოფილ ხაზებზე ქსელურ SDH ტექნოლოგიებს ზემონახსენებ დადებით მხარეებთან ერთად თან ახლავს თავისი ნაკლოვანებებიც. მათ შორისაა სატრანზიტო მონაკვეთების (სეგმენტების) სადიაგნოსტიკო პროცესების ინტეგრირებული წარმოების სიძნელეები. მყარდება რა დაშორებული შეერთებები გამოყოფილი ციფრული ხაზებით, რომელსაც ემსახურებიან CSU/DSU სადიაგნოსტიკო ფუნქციები, უნდა შესრულდეს სხვადასხვა პროვაიდერების მიერ, რომელთა დაქვემდებარებაშიც არის ჰოსტის სადგურებს შორის ყველა სატრანზიტო ხაზი პაკეტების გამგზავნის – მიმღები კომპიუტერების მთელ მარშრუტზე. მათ კონტროლს თან ახლავს როგორც ტექნიკური, ასევე ორგანიზაციული სახის სიძნელეები. მაღალსიჩქარიან ციფრულ არხებში ხაზების ტექნიკური მიმდინარე მდგომარეობები, ასევე ტრაფიკის ტესტირება უნდა სწარმოებდეს პერიოდულად (უფრო ზუსტად სასურველია მისი შესრულება ხდებოდეს რეგულარულ დროით ინტერვალებში) და დიაგნოსტიკის შედეგები ან მისი სტატისტიკა ეცნობოს ქსელის ადმინისტრატორებს ჰოსტის ორივე მხარეს, მაგალითად, მთავარი ოფისის ქსელის ადმინისტრატორსა და დაშორებულ ლოკალურ ადგილებზე განთავსებული ოფისების ქვექსელების ადმინისტრატორებს.

სიგნალების (და შესაბამისად პაკეტების, ან მისი დეიტაგრამების) გადაცემა – მიღების სინქრონიზაციის დარღვევა ან მათი დაკარგვა შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა მიზეზით. სხვადასხვა მნიშვნელოვან საკონტროლო ღონისძიებებს შორის აღნიშნულ სტატიაში შემოთავაზებულია სადიაგნოსტიკო ტექსტის ჩატარების ერთ-ერთი ალგორითმი, რომელიც ახდენს სატრანზიტო სეგმენტებში პაკეტების რაოდენობრივ შემოწმებას საკომუნიკაციო კვანძების მარშრუტიზატორების შემავალ და გამავალ ინტერფეისებზე მათი საკონტროლო ჯამების სწრაფი გამოთვლით და ერთმანეთთან შედარებით. შემუშავებული ალგორითმის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საკომუნიკაციო კვანძის მოწყობილობის შესასვლელ პორტებზე მიწოდებული პაკეტების რაოდენობრივი (ჯამური) მაჩვენებელი სადიაგნოსტიკო შემოწმებისას აუცილებელი უნდა დაემთხვეს მარშრუტიზატორის გამოსასვლელ პორტებზე გადაწილებული პაკეტების რაოდენობას (ე.ი. საკონტროლო ჯამურ მნიშვნელობას), წინააღმდეგ შემთხვევაში პროცესების მიმდინარეობა არაკორექტულად შეიძლება ჩაითვალოს, რაც საჭიროებს უწყისვრობების გამოწვევას. ასეთი სახის სადიაგნოსტიკო საშუალებების შეიძლება აიგოს სხვადასხვა მეთოდებისა და სარეალიზაციო გამოთვლელი მოდულების სახით [3].

### 3. დასკვნა

ტელესაკომუნიკაციო ქსელურ სისტემებში გლობალური კავშირების განსახორციელებლად ხშირად გამოიყენება გამოყოფილი ხაზების SDH ტექნოლოგიები, რომლებზედაც საიმედოობის ტესტური პროცედურების რეალიზაცია გაძნელებულია ტექნიკური და ორგანიზაციული ხასიათის პრობლემებით. ერთ-ერთი ასეთი პრობლემის დაძლევის მიზნით წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია სადიაგნოსტიკო პროცედურების განაწილებული შესრულება პაკეტების სატრანზიტო სეგმენტების გვლისას ჰოსტის გადამცემ და მიმღებ მუშა სადგურებს შორის მარშრუტის მთელ გზაზე. ამ მიზნით შემოთავაზებულია SDH ციფრული ხაზების სადიაგნოსტიკო კონტროლის ჩატარების ეფექტური მიდგომა, რომლის დროსაც სადიაგნოსტიკო ანალიზატორები დაჩქარებული მეთოდით ითვლიან სატრანზიტო კვანძების მარშრუტიზატორებში განაწილებისას პაკეტების საკონტროლო თანამიმდევრობების ჯამურ მაჩვენებლებს. ისინი ინტერაქტიულად, მთავარი Main – ანალიზატორის მიერ პერიოდულად (თანაც ავტომატიზებულად) გამოიკითხება ყველა საკომუნიკაციო მდგომარეობა და საკონტროლო მაჩვენებლების შეჯერებით ვლინდება ქსელში არაკორექტული გადაცემების რეჟიმების შესაძლო წარმოქმნის ფაქტები. შემოთავაზებული მიდგომების თანახმად

სადიაგნოსტიკო – საკონტროლო საშუალებები დროულად აღრიცხავენ შეცდომებს პაკეტების კორექტულ გადაცემაში, რაც მაქსიმალურად გამორიცხავს პაკეტების არასწორი ფორმატირების, დაგვიანებული ან არასწორი განაწილების, ან კიდევ, რაც უფრო ყველაზე უარესია (ქსელის ჰოსტის კომპიუტერებს შორის მთელ მარშრუტზე პაკეტების ელექტრონული ტრანსპორტირებისას), მათი დაკარგვის შემთხვევებს, რომლის დროსაც აუცილებელი ხდება პაკეტების განმეორებითი გადაცემების წარმოება.

**ლიტერატურა:**

1. / . . . " 2000;
2. ნატროშვილი ო. მონაცემთა მიღება – გადაცემის მართვისა და დიაგნოსტიკის ალგორითმები კომპიუტერულ ქსელებში. გამ. "ტექნიკური უნივერსიტეტი", თბილისი 2009;
3. ქურდაძე მ., გაბეხაძე ბ. გადაწყობისა და საიმედოობის კონტროლის ალგორითმის დამუშავება ოპტოელექტრონული გამომთვლელი მოდულების ფუნქციონირების რეჟიმში. ჟურნალი "ინტელექტი" №3 (38), 2010;

**EFFECTIVE APPROACHES TO CONSTRUCTION AND APPLICATION OF DIAGNOSTIC AIDS FOR ORGANIZED WITH SDH DIGITAL TELECOMUNICATION NETWORK ENVIRONMENTS**

Gabekhadze B., Injia L., Qurdadze M.  
Georgian technical University

**Summary**

In the represented article the features of functioning of network structures of the data transmission constructed on allocated digital SDH channels are considered. Effective approaches are developed for such network environments to reliability diagnostic aids. In order to check the correct relation between quantities of giving on entrance interfaces and the packages distributed on target ports, the effective mechanism of carrying out of test procedures is considered. The new method of calculation indicators total control offered sequence in transit routers - the switching knots which application is rather effective in control - the diagnostic means of reliability organized allocated SDH by channels of computer networks of data transmission.

**SDH -**

SDH

SDH