

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო  
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

*ხელნაწერის უფლებით*

**ბობოხიძე მერაბ ბუდუს ძე**

**საგზაო მოძრაობის პარამეტრების კონტროლი და მართვა საკონტროლო  
პარამეტრების ოპერატიული დამუშავებით ავტომატიზირებულ სისტემაში**

05.11.13. გარემოს, ნივთიერებების, მასალების და ნაწარმის კონტროლის  
საშუალებები და მეთოდები

**დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა**

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის  
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი  
**კარლო მგალობლიშვილი**

**ქუთაისი 2006**

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

**შესავალი.**

**თავი 1. არსებული სიტუაციის მიმოხილვა.**

1.1. არსებული საგზაო სიტუაციის შესწავლა.

1.2. სატრანსპორტო ეკოლოგიის პრობლემები.

1.3. საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვისას.

1.4 ამოცანის დასმა.

**თავი 2. საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვის ავტომატი-ზებული სისტემის აპარატურული უზრუნველყოფა.**

2.1 მონაცემების ავტომატური შეკრება.

2.2. შემუშავებული გადაწყვეტილებების საშუალებით საგზაო სიტუაციის ოპერატიული მართვა.

2.3. მოპოვებული ოპერატიული ინფორმაციის გადაცემა.

**თავი 3. პროგრამული უზრუნველყოფა.**

3.1 ინფორმაციის დამუშავება.

3.2. ავტომობილების ნაკადების მოძრაობის მოდელირება გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით.

3.3. მოდელირების ეტაპები.

3.4. ავტომობილების ნაკადების იმიტაციური მოდელირება.

3.5. ავტომობილების ნაკადების იმიტაციური მოდელირების ალგორითმი მოძრაობის ორი ზოლის მქონე გზებისათვის.

**თავი 4. პროგრამული უზრუნველყოფის კვლევა.**

4.1. ავტომობილების ნაკადის მოდელის რიცხვითი კვლევის შედეგები .

4.2. ინფორმაციული უზრუნველყოფის კვლევა ვირტუალური ექსპერიმენტით.

**თავი 5.სატრანსპორტო სისტემის ეკოლოგიური ასპექტები.**

5.1. საგზაო მოძრაობა და გარემოს დაცვის პრობლემები.

5.2. სატრანსპორტო საშუალებებით გარემოს დაბინძურების მექანიზმების

გამოკვლევები.

5.3. ჰაერის დაბინძურების მარაგის კოეფიციენტი და მისი განსაზღვრა.

**ძირითადი დასკვნები.**

**გამოყენებული ლიტერატურა.**

**დანართი:** მოდელირების კომპიუტერული პროგრამა.

## შესავალი

«გზა და ტრანსპორტი სიცოცხლეა» - უთქვამთ ძველ ლათინებს. გზა საშუალებას აძლევს ადამიანებს სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენებით გადაადგილდნენ სივრცეში თვითონ და გადაადგილონ სხვადასხვა ტვირთები, მიწვდნენ მათთვის სასურველ ობიექტებს.

გზა რთული, ხელოვნური საინჟინრო ნაგებობაა, რომელიც ისტორიულად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ქვეყნის ეკონომიკაში. საქართველოს ისტორიაში მნიშვნელოვანი გავლენა იქონია საქარავნო მიმოსვლამ დიდი აზრემუმის გზის სახელწოდებით, რომელიც 7500 კმ-ზე იყო გადაჭიმული და კავკასიის გავლით ერთმანეთთან აკავშირებდა აზიისა და ევროპის ქვეყნებს [8].

ტრანსპორტი ემორჩილება ეკონომიკის საერთო კანონზომიერებებს, რომელთა მიხედვითაც შრომის ნაყოფიერება შესაქმნელი ღირებულების უკუპროპორციულია, ამრიგად ტრანსპორტს ახასიათებს იმ საზოგადოების ნიშნები, რომელშიც ის მუშაობს და მის გარეშე წარმოების რომელიმე სფეროს მუშაობა შეუძლებელია.

საერთო სატრანსპორტო ტვირთ და მგზავრთბრუნვაში ყველა სხვა სახეობთან შედარებით ავტოტრანსპორტი ყველაზე მეტი მოცულობის სამუშაოს ასრულებს. ის ურთიერთქმედებაშია ყველა დანარჩენი სახის ტრანსპორტთან. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ საავტომობილო ტრანსპორტს შეუძლია კლიენტის მომსახურება «კარიდან-კარამდე» პრინციპით, მიუხედავად ამინდისა, საგზაო პირობებისა და სხვა მრავალი გარე ფაქტორების მოქმედებისა. თუმცა ტრანსპორტის ამ მეტად საინტერესო სახეობას თან სდევს უარყოფითი მოვლენები საგზაო შემთხვევების, ნამწვავი აირების გამოყოფის და ხმაურის დონის გაზრდის სახით.

ჩვენი ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემა მოიცავს ტრანსპორტის ყველა ძირითად სახეობებს. უცხოეთის ქვეყნებთან ახალი ეკონომიკური კავშირების დამყარება, ევროპა-აზიის ქვეყნების შემაერთებელი გზის რეკონსტრუქცია-მშენებლობა და ექსპლუატაცია, ახალ პერსპექტივებს შლის საქართველოს ტრანსპორტის წინაშე [8].

მოდრაობის წესების დარღვევითა და საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევებით გამოწვეული ზარალი არ იკლებს. აშშ-ში სსშ-ბით გამოწვეულმა ზარალმა 50 მილიარდ დოლარს მიაღწია. საქართველოში წელიწადში იღუპება 800-მდე ადამიანი და ზიანდება 6-ჯერ მეტი. მარტო 1997 წელს რეგისტრირებულია 1640 საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევა (სსშ), რომლის დროს გარდაიცვალა 499 და დაზიანდა 2062 ადამიანი. სსშ-ებს არანაკლები ზიანი მოაქვს ნიადაგისა და წყლის რესურსების დაზინძურებისას, როცა მომწამლავი და სხვა საშიში ტვირთები გადააქვთ. ამ დროს დაღვრილი სითხე ან დაყრილი ნივთიერებები წვიმებს ჩააქვთ ნიადაგსა და მდინარეებში და იწვევს ცოცხალი ორგანიზმების მოწამვლას. ასევე დიდია პრავისაგან გამონაბოლქვ ნამწვ აირებში არსებული მომწამლავი ნახშირბადის, აზოტის, ტყვიის, გოგირდის და სხვათა ჟანგეულები, რომლებიც ძლიერ ტოქსიკურია. დიდია სატრანსპორტო ნაკადებით გამოწვეული ხმაური და მისი მავნე გავლენა [70].

საზოგადოების არასტაბილური ეკონომიკური მხარე და მორალური მდგომარეობის გაუარესება, მნიშვნელოვნად მოქმედებს მოძრაობის მონაწილეების დისციპლინის დაცვაზე. სწორედ ამაზე მეტყველებს მძლოლთა არაფხიზელ მდგომარეობაში ყოფნა, სიჩქარის გადაჭარბება, გასწრების წესების დაუცველობა, გადაღლა, დაბალი დონის რეაქცია, მძლოლთა მომზადების მასობრიობა და დაბალი დონე, გზებზე და გზაჯვარედინებზე მოძრაობის ორგანიზაციის არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა და სხვა. მძლოლის მოქმედების საიმედოობა მოძრაობის უსაფრთხოების გადამწყვეტი ფაქტორია.

მოდრაობის უსაფრთხოებაში არანაკლები მნიშვნელობა აქვს სატრანსპორტო საშუალებათა კონსტრუქციულ მხარეს და ნაწილების საიმედოობას, გაბარიტულ ზომებს და მართვადობას.

საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის საკითხების გადაწყვეტის დროს ყველა ზემოთაღნიშნული, გზისა და მოძრაობის პარამეტრების, ტრანსპორტის კონსტრუქციული მდგომარეობის, მძლოლებისა და ქვეითად მოსიარულეების

ფსიქოფიზიოლოგიური მხარის გათვალისწინება აუცილებელია უსაფრთხო მოძრაობის მისაღწევად.

უნდა აღინიშნოს, რომ ევრაზიის სატრანსპორტო დერეფნის საქართველოს მონაკვეთი თავისი ტექნიკური მონაცემებით ვერ პასუხობს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც წარმოიქმნება ახლო მომავალში სატრანსპორტო საშუალებათა ნაკადების მომატების გამო. ამიტომ საჭიროა შესწავლილი იქნას დერეფანში შემავალი გზის სატრანსპორტო პარამეტრების მდგომარეობა.

საქართველოს საავტომობილო მაგისტრალების გზის საფარი მოითხოვს ორგანიზაციული საკითხების გადაწყვეტასაც. სწორედ ეს არის წინამდებარე დისერტაციის ძირითადი მიმართულება. ჩვენი მიზანი იყო გზის ერთი მონაკვეთის შესწავლა და მასზე მოძრაობის ორგანიზაციის საშუალებებისა და ხერხების შემუშავება, მოძრაობის ორგანიზაციის შესაძლო ვარიანტების განზოგადება მთლიანი საგზაო ქსელისათვის და რეკომენდაციების წარდგენა დიდმასშტაბიანი სარეკონსტრუქციო-სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე, რომლის დროს შეიძლება გათვალისწინებული იქნას წინამდებარე ნაშრომში განხილული მოძრაობის უსაფრთხოების საკითხები.

**თემის აქტუალობა.** დღევანდელ მსოფლიოში აქტუალურია გლობალიზაციის საკითხი, რომელსაც თან ახლავს ქვეყნებს შორის სატრანსპორტო კავშირების ინტენსიფიკაცია. ერთ-ერთ ასეთ სატრანსპორტო დერეფანს წარმოადგენს ძველი დროიდან ცნობილი ევროპა-აზიის დამაკავშირებელი ე.წ. «დიდი აბრეშუმის გზა». მისი აღორძინების და მშენებლობის პროექტი მიღებული და დამტკიცებულია მსოფლიოს მრავალი განვითარებული ქვეყნის მიერ. პერსპექტივაში დევს ამ გზის განვითარება სამხრეთისა და ჩრდილოეთის მიმართულებით.

ჩვენს ამოცანას შეადგენს სამაგისტრალო ქსელის მოწესრიგება ISO სტანდარტების მოთხოვნათა მიხედვით. შედეგად გზა იმუშავებს არა მარტო დღეისათვის არსებულ სიტუაციაში, არამედ გაატარებს უფრო მძლავრ სატრანსპორტო ნაკადებს.

არსებული საგზაო ქსელის ნაკლოვანებების გამოსწორების, მისი გამტარუნარიანობის გაზრდის და მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით აქტუალურია არსებული ქსელის საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვის ავტომატური სისტემის (კმას) შემუშავება.

**კვლევის საგანი და პრობლემატიკა.** კვლევის საგანს წარმოადგენს ევრაზიის დამაკავშირებელი კავკასიის სატრანსპორტო დერეფნის მოძრაობის ორგანიზაცია, რომელიც არ ითვალისწინებდა გზადაზიდვების ნახტომისებურ განვითარებას პერსპექტივაში.

ნაშრომის პრობლემატიკას წარმოადგენს გზის გამტარუნარიანობის გაზრდა კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემის შექმნით.

**კვლევის ობიექტს** წარმოადგენს საავტომობილო მაგისტრალებისა და მათზე მოძრაობის ორგანიზაციის ახალი საშუალება – კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემა.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** კვლევის მიზანია მაგისტრალურ გზებზე ავტომობილების ნაკადების საკონტროლო პარამეტრების აღრიცხვისა და მოძრაობის ორგანიზაციის მეთოდების დახვეწა ავტომატიზებული სისტემების გამოყენებით. ამისათვის საჭირო გახდა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- საავტომობილო ნაკადების საკონტროლო პარამეტრების აღრიცხვისა და შემდგომი დამუშავების მიზნით გადაცემის პროცესის ავტომატიზაციის უზრუნველყოფისათვის სპეციალური მოწყობილობის სქემის შემუშავება;
- შეგროვებული სტატისტიკური ინფორმაციის დამუშავებისათვისა და მოძრაობის პროცესის მაკორექტირებელი მმართველი გადაწყვეტილებების მიღებისათვის სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა;
- მაგისტრალებზე საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ტექნიკური უზრუნველყოფისათვის უნივერსალური ხელსაწყო სქემის და მუშაობის პრინციპის შემუშავება;
- შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის და მთლიანად სისტემის კვლევა ვირტუალური ექსპერიმენტით.

**კვლევის მეთოდები.** დასმული ამოცანების გადაწყვეტისათვის გამოყენებულია საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების, ორგანიზაციისა და მართვის თეორია; მასობრივი მომსახურების თეორია; ავტომატიკისა და ტელემექანიკის, ინფორმაციული სისტემების თეორიათა საფუძვლები; მათემატიკური სტატისტიკა და ალბათობის თეორია; მათემატიკური მოდელირებისა და ექსპერიმენტული კვლევის თანამედროვე მეთოდოლოგია; საგზაო მოძრაობის ნატურული კვლევის მეთოდები.

### **მეცნიერული სიახლე:**

- დამუშავებულია საგზაო მოძრაობის საკონტროლო პარამეტრების რეგისტრაციის, დამუშავებისა და მართვის ავტომატური სისტემის კონცეპტუალური სქემა;
- საკონტროლო პარამეტრების ავტომატურ რეჟიმში აღრიცხვისათვის შექმნილია მთვლელ-მარეგისტრირებელი მოწყობილობის პრინციპიალური სქემა;
- დამუშავებულია კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემის კომპიუტერული პროგრამული უზრუნველყოფა;
- შემოთავაზებულია საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ახალი ტექნიკური საშუალების, უნივერსალური საგზაო ნიშნის გამოყენება.

**სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება.** შემოთავაზებული სისტემა საშუალებას იძლევა საქართველოს მაგისტრალურ გზებზე მოსალოდნელი სატრანსპორტო ნაკადების მატების პირობებში მოძრაობის მაღალი ინტენსივობის კონტროლი და მართვა განხორციელდეს ავტომატურ რეჟიმში, რაც შეამცირებს გზის ცალკეულ მონაკვეთებზე მოძრაობის შეფერხების რისკს და მის თანმდევ პრობლემებს.

### **დაცვაზე გამოტანილი დებულებები:**

- საგზაო მოძრაობის ოპერატიული კონტროლისა და მართვის სისტემა;
- საკონტროლო პარამეტრების ავტომატურ რეჟიმში აღმრიცხავი მოწყობილობის სქემა და მოქმედების პრინციპი;
- ავტომატური სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის სტრუქტურა და ალგორითმი;
- პროგრამული უზრუნველყოფის კვლევის შედეგები ვირტუალური ექსპერიმენტის გამოყენებით;
- საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის უნივერსალური ტექნიკური ერთეულის პრინციპიალური სქემა.

**სამუშაოს შედეგების საიმედოობა და დასაბუთება** უზრუნველყოფილია კვლევის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით და არ ეწინააღმდეგება საგზაო მოძრაობის პრაქტიკას და სტატისტიკას.

**სამუშაოს შედეგების რეალიზაცია** დაკავშირებულია დიდ ტექნოლოგიურ და ტექნიკურ სირთულეებთან, ამიტომ განხორციელებულია მხოლოდ პროგრამული

უზრუნველყოფის აპრობაცია საპატრულო პოლიციის დეპარტამენტის იმერეთის მთავარ სამმართველოში ვირტუალური ექსპერიმენტის სახით.

**ნაშრომის აპრობაცია.** დისერტაციის ძირითადი დებულებები წარმოდგენილი იქნა საერთაშორისო კონფერენციებზე MOTAUTO'97 (ქ. რუსეში, ბულგარეთი, 1997); MOTAUTO'98 (ქ.სოფია, ბულგარეთი, 1998); MOTAUTO'99 (ქ. პლოვდივი, ბულგარეთი, 1999) და MOTAUTO'02 (ქ. სოფია, ბულგარეთი, 2002); აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტის სატრანსპორტო სისტემების დეპარტამენტის სამეცნიერო სემინარზე (2006 წელი).

**პუბლიკაცია.** სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 7 სტატია და მიღებულია 1 საქართველოს პატენტი სასარგებლო მოდელზე.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.** ნაშრომი შედგება შესავლის, 5 თავის, ძირითადი დასკვნების და დანართისაგან. შეიცავს 131 გვერდს, 12 ცხრილს, 47 ნახაზს. გამოყენებული ლიტერატურის სიაში მოყვანილია 123 დასახელება.

## **თავი 1. არსებული სიტუაციის მიმოხილვა**

### **1.1. არსებული საგზაო სიტუაციის შესწავლა**

გზებისა და გზაჯვარედინების მოწესრიგებისათვის პირველი და მთავარი პირობა არის შესწავლილ იქნას სატრანსპორტო საშუალებათა ინტენსიური მოძრაობის დონე მათი ტვირთამწეობისა და გზაჯვარედინების მიხედვით. იგი შეიძლება ვიზუალური დაკვირვებით, კინოგადაღებითა და შემდგომი დამუშავებით, ავტომატური მოწყობილობების გამოყენებით და ა.შ. ჩვენს შემთხვევაში გამოყენებული იქნა ნატურული კვლევის მეთოდი, რომლის დროს ვიზუალურად იქნა დათვლილი სხვადასხვა მიმართულებებზე გზის კვეთში დროის ერთეულში ( $t$  სთ) გავლილი ტრანსპორტის რაოდენობა  $N$ . ნახ.1.1...1.6-ზე გამოსახულია დაკვირვებების შედეგები ზოგიერთ ძირითად საკვანძო წერტილში მოძრაობის მიმართულებების მიხედვით [56].

ნატურული კვლევები ჩატარებული იქნა მაგისტრალის ძირითად საკვანძო წერტილებში. პირველ საკვანძო წერტილად განხილულია სამტრედია-ლანჩხუთი-

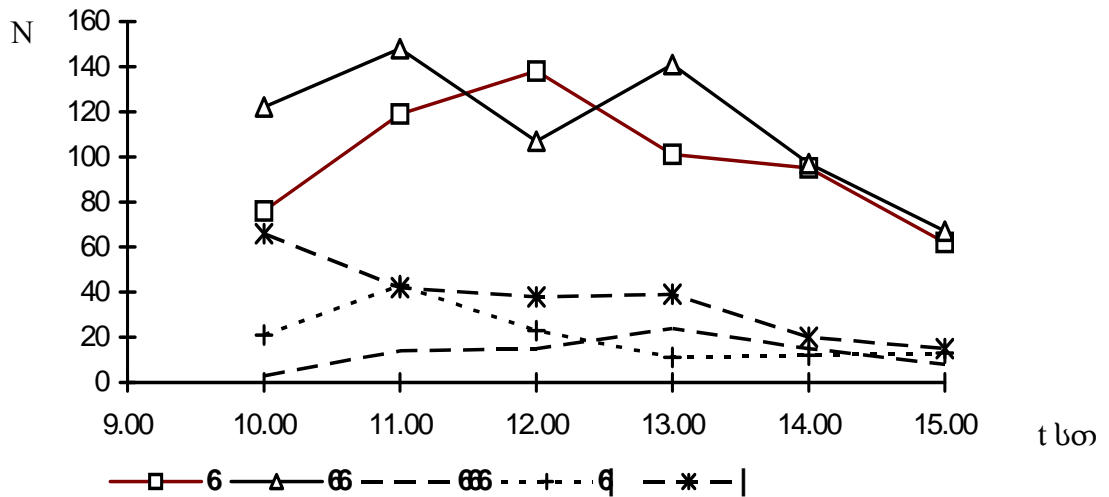


სუფსა-ურეკის გზის მე-8 კმ – ჩოხატაურის გადასახვევი. კვლევების შედეგები მოცემულია როგორც ცხრილების, ასევე დიაგრამების სახით

ცხრილი 1.1

**ჩოხატაურის გადასახვევი (ნაკადების დაყვანილი ინტენსივობა ავტ/სთ)**

დღის საათები	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
I მიმართულება	76	119	138	101	95	62
II მიმართულება	122	148	107	141	97	67
III მიმართულება	3	14	15	24	15	8
IV მიმართულება	21	43	23	11	12	13
V მიმართულება	66	42	38	39	20	15

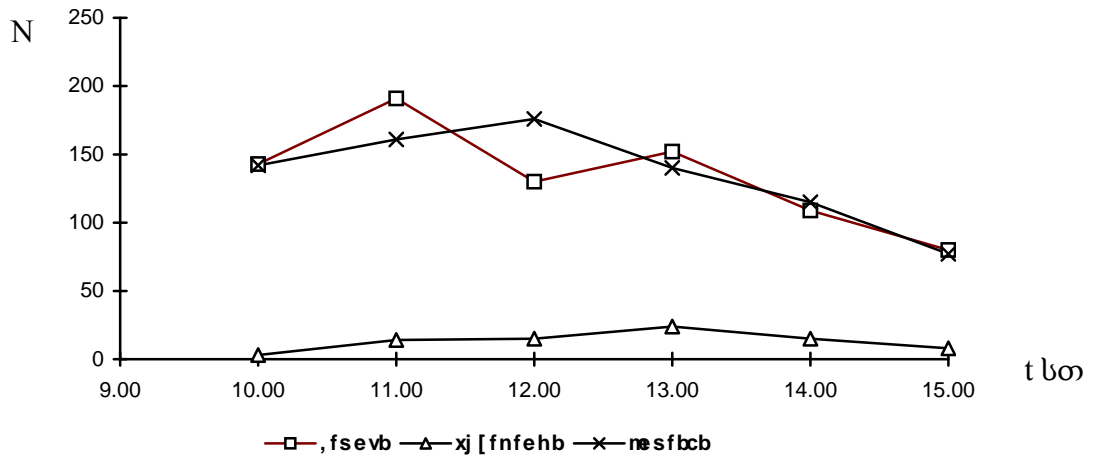


ნახ.1.1 მოძრაობის ინტენსივობათა დაყვანილი მნიშვნელობების დიაგრამა ჩოხატაურის გადასახვევის თითოეული მიმართულებისათვის

ცხრილი 1.2.

ნაკადების ინტენსივობა ჩოხატაურის გადასახვევის მიმართულებების მიხედვით

დღის საათები	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
ბათუმი	143	191	130	152	109	80
ჩოხატაური	3	14	15	24	15	8
ქუთაისი	142	161	176	140	115	77

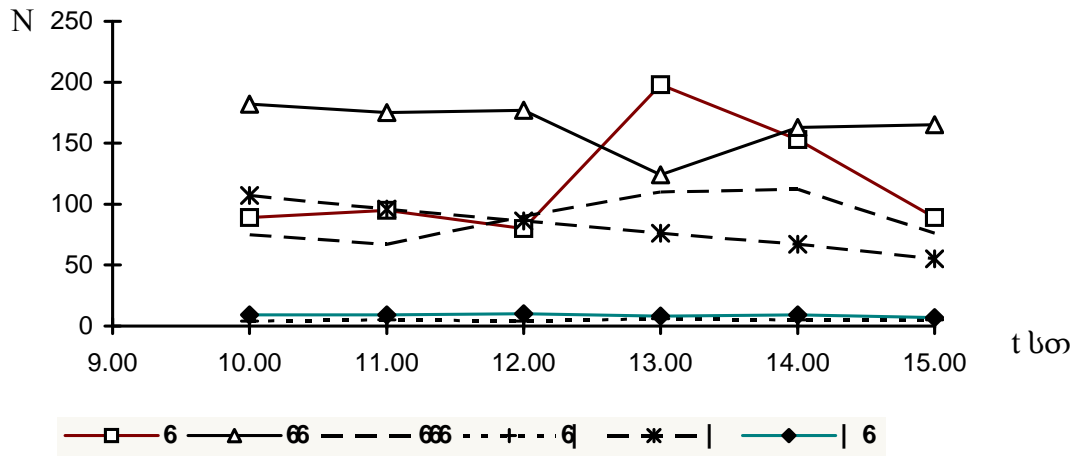


ნახ.1.2. ნაკადების ინტენსივობის დაყვანილი მნიშვნელობები გზის ერთ მხარეზე მიმართულებების მიხედვით (ჩოხატაურის გადასახვევი)

ცხრილი.1.3

მოძრაობის ინტენსივობათა დაყვანილი მნიშვნელობები სამტრედიის კვანძის თითოეული მიმართულებისათვის

დღის საათები	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
I მიმართულება	89	95	80	198	153	89
II მიმართულება	182	175	177	124	163	165
III მიმართულება	75	67	90	110	112	76
IV მიმართულება	4	5	4	6	5	5
V მიმართულება	107	96	86	76	67	55
VI მიმართულება	9	9	10	8	9	7

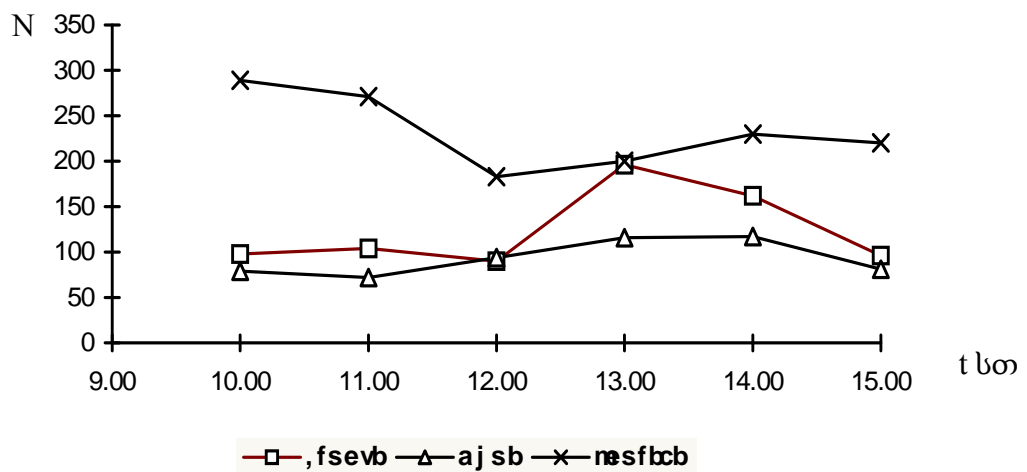


ნახ.1.3. მოძრაობის ინტენივობათა დაყვანილი დიაგრამა  
სამტრედიის კვანძის თითოეული მიმართულებისათვის

ცხრ.1.4.

ნაკადების დაყვანილი მნიშვნელობები სამტრედიის კვანძის გზის ერთ მხარეზე

დღის საათები	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
ბათუმი	98	104	90	196	162	96
ფოთი	79	72	94	116	117	81
ქუთაისი	289	271	183	200	230	220



ნახ.1.4. ნაკადების დაყვანილი მნიშვნელობები  
სამტრედიის კვანძის გზის ერთ მხარეზე

## სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N1 მიმართულება

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ	5-14ტ ტვირთამწ	ავტომატარებელი
1.	7- 8	38	16	4	1	2	3
2.	8- 9	48	22	4	3	1	3
3.	9- 10	52	30	3	2	1	1
4.	10- 11	57	31	5	2	3	4
5.	11- 12	64	42	7	3	1	5
6.	12- 13	58	40	3	4	2	3
7.	13- 14	60	51	2	1	1	1
8.	14- 15	55	56	4	2	4	2
9.	15- 16	61	52	6	3	3	2
10.	16- 17	54	49	8	1	1	1
11.	17- 18	67	55	6	1	1	2

## სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N2 მიმართულება

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ.	5-14ტ ტვირთამწ.	ავტომა- ტარებელი
1.	7- 8	59	18	4	2	2	2
2.	8- 9	60	22	5	2	1	1
3.	9- 10	55	19	6	3	2	1
4.	10- 11	62	27	7	2	3	2
5.	11- 12	64	26	5	3	4	4
6.	12- 13	65	24	8	5	3	6
7.	13- 14	61	28	9	4	7	6
8.	14- 15	50	21	4	5	6	7
9.	15- 16	54	19	6	4	5	5
10.	16- 17	55	21	5	3	2	2
11.	17- 18	60	28	4	4	3	3

ცხრ.1.7.

**სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N3 მიმართულება**

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ.	5-14ტ ტვირთამწ.	ავტომატა- რებელი
1.	7- 8	14	2	1	1	0	1
2.	8- 9	13	1	2	1	0	2
3.	9- 10	18	5	1	2	1	1
4.	10- 11	17	6	3	1	2	0
5.	11- 12	20	4	1	0	1	1
6.	12- 13	15	3	4	1	0	2
7.	13- 14	14	4	2	0	0	1
8.	14- 15	12	2	3	2	1	1
9.	15- 16	16	2	6	2	2	1
10.	16- 17	11	1	7	1	2	2
11.	17- 18	16	2	3	1	1	2

ცხრ.1.8.

**სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N4 მიმართულება**

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ.	5-14ტ ტვირთამწ.	ავტომატა- რებელი
1.	7- 8	2	0	0	0	0	1
2.	8- 9	4	0	0	0	1	0
3.	9- 10	5	1	0	0	0	0
4.	10- 11	3	0	1	0	2	0
5.	11- 12	2	1	0	0	1	0
6.	12- 13	6	0	0	1	0	0
7.	13- 14	5	0	1	0	1	1
8.	14- 15	7	1	0	1	0	0
9.	15- 16	10	1	0	2	1	0
10.	16- 17	11	0	1	1	2	1
11.	17- 18	9	1	0	1	1	1

ცხრ.1.9.

**სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N5 მიმართულება**

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ.	5-14ტ ტვირთამწ.	ავტომატა- რებელი

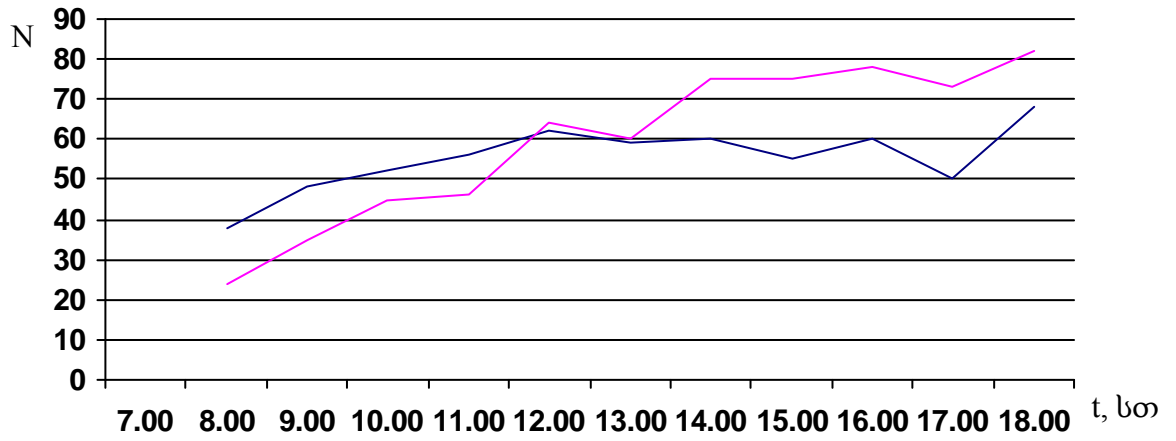
1.	7-8	19	2	1	2	0	1
2.	8-9	22	3	1	1	2	1
3.	9-10	20	2	2	1	1	2
4.	10-11	31	3	1	2	1	1
5.	11-12	14	3	1	2	2	1
6.	12-13	11	1	0	1	1	2
7.	13-14	13	2	0	1	1	1
8.	14-15	15	4	1	2	2	0
9.	15-16	21	1	1	1	2	1
10.	16-17	20	2	3	1	1	2
11.	17-18	12	1	1	1	2	1

ცხრ.1.10.

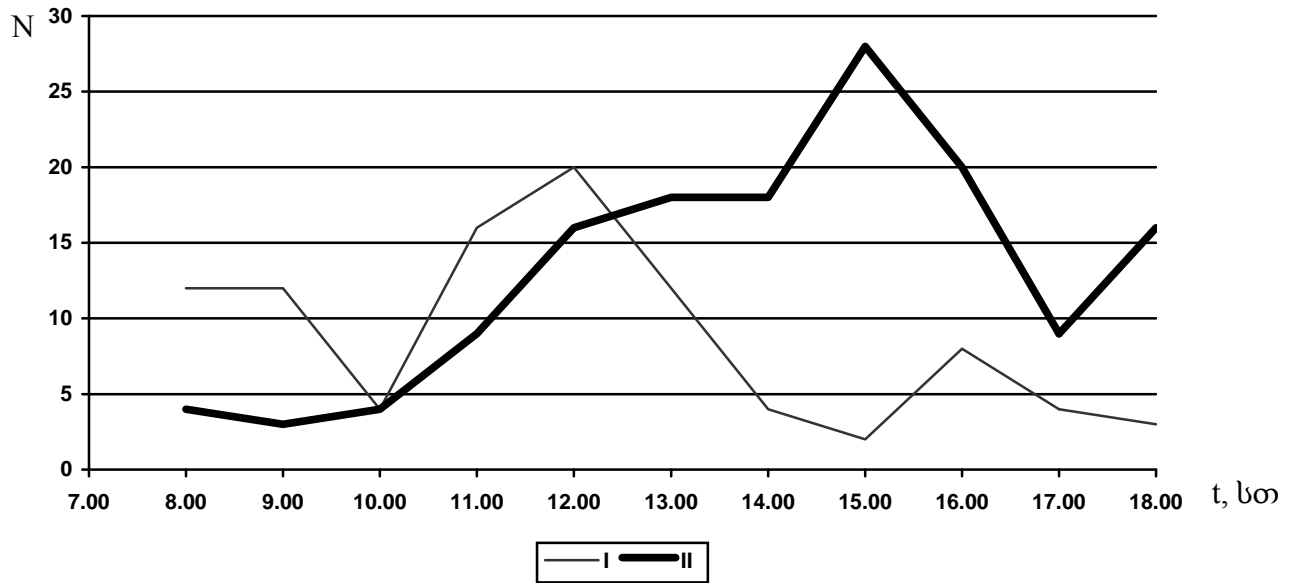
**სოფ. გოდოგნის კვანძის ნაკადების ინტენსივობა N6 მიმართულება**

№	დრო სთ	სატრანსპორტო საშუალებათა სახეები					
		მსუბუქი	მიკროავტ.	ავტობუსი	5ტ-მდე ტვირთამწ.	5-14ტ ტვირთამწ.	ავტომატა- რებელი
1.	7-8	12	2	1	1	4	1
2.	8-9	15	4	1	2	2	2
3.	9-10	21	3	2	1	1	1
4.	10-11	19	1	0	1	2	1
5.	11-12	11	2	1	1	2	1
6.	12-13	18	1	1	3	3	2
7.	13-14	17	3	0	2	6	0
8.	14-15	18	4	1	4	7	0
9.	15-16	22	1	3	1	7	1
10.	16-17	21	2	1	0	4	0
11.	17-18	18	1	2	1	6	0

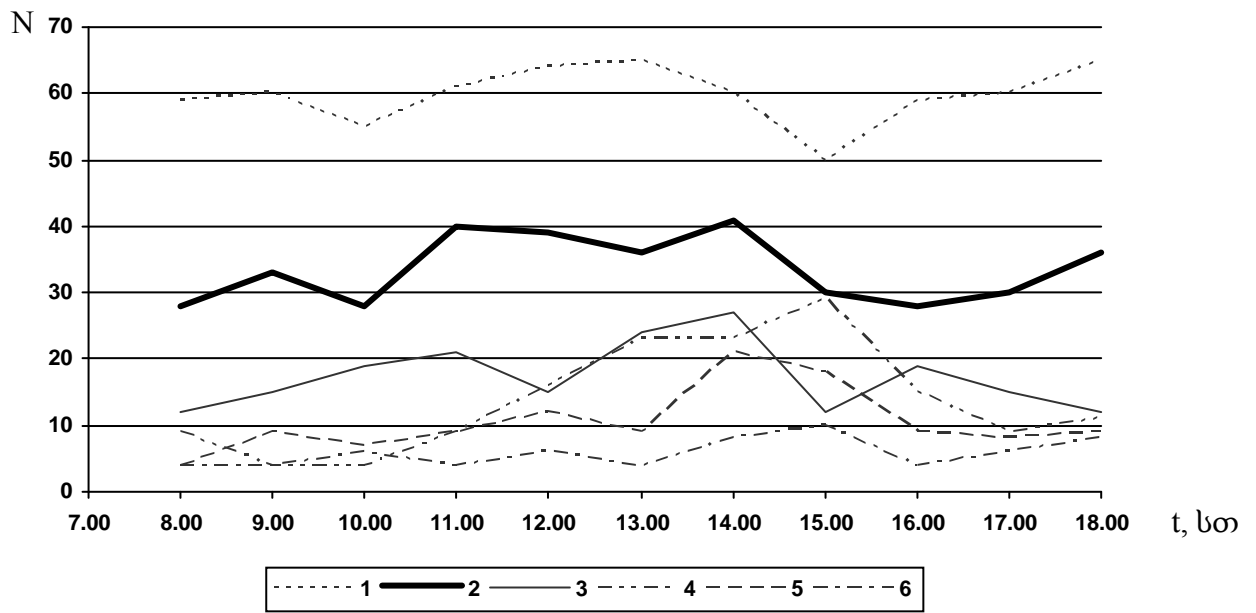
როგორც ცხრილებიდან ჩანს, მხოლოდ N1 და N2 მიმართულებაზე აღრიცხული ინტენსივობის მიხედვით შეიძლება სატრანსპორტო საშუალებათა სახეების მიხედვით ავაგოთ ინტენსივობის დიაგრამა, ხოლო დანარჩენ მიმართულებებზე შესაძლებელია დაყვანილი სახით წარმოვადგინოთ.



ნახ 1.5. მოძრაობის დაყვანილი ინტენსივობის დიაგრამა პირველი მიმართულებისათვის (სოფ. გოდოგნის კვანძი)



ნახ 1.6. მოძრაობის დაყვანილი ინტენსივობის დიაგრამა მეორე მიმართულებისათვის (სოფ. გოდოგნის კვანძი)



ნახ 1.7. მოძრაობის დაყვანილი ინტენსივობის დიაგრამა

პირველი და მეორე მიმართულებით ავტომატარებლებისათვის  
(სოფ. გოდოგნის კვანძი)

კვლევის შედეგებიდან ნათლად ჩანს კვანძის არასრული დატვირთვა, რის გამოც მასზე რაიმე ტექნიკური საშუალების გამოყენებას აზრი არა აქვს. კვანძის მოწესრიგება წრიული მოძრაობით მისაღებად მიგვაჩნია, მაგრამ არა არხისებური. ეს მით უფრო ძლიერ იკვეთება კვანძის მისადგომებთან, რადგან აქ სიჩქარის მნიშვნელობა 30-40 პროცენტით მეტია ქალაქისაზე, ვიდრე ქალაქგარეთ გზებზე მოძრაობის სიჩქარე. კვანძის მისადგომებთან კი სიჩქარე საგრძნობლად ეცემა.

საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციაში სსშ-ის შესწავლას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. შემთხვევების კონცენტრაციის ადგილები მიუთითებს მოძრაობის ორგანიზაციის ყველაზე უფრო „ვიწრო“ ადგილის გამოვლინებას.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კვლევისას ზოგიერთი საკითხის კამერალური დამუშავება აუცილებელია მოცემულ უბანზე არსებული სიტუაციის შესახებ სრული წარმოდგენის მისაღებად. ერთ-ერთ ასეთ საკითხს წარმოადგენს გზის მონაკვეთზე წარსულში მომხდარი სსშ-ების ანალიზი.

მოძრაობის უსაფრთხოების დონის განსაზღვრისათვის სახელმწიფო საპატრულო სამსახურში აწარმოებენ სსშ-ების აღრიცხვას, რომელიც სრულად ასახავს შემთხვევებთან დაკავშირებულ ყველა ფაქტორს. ყოველი სსშ წარმოადგენს შემთხვევით მოვლენას, მაგრამ ამის მიუხედავად სტატისტიკური ანალიზი და დიდი



მოცულობის ინფორმაციის დამუშავება საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს შემთხვევების წარმოშობის ხასიათი და მათი ურთიერთკავშირი გარე პირობებთან.

სსშ-ების ხარისხზე წარმოდგენის შესაქმნელად გამოიყენება მათი საშიშროების ხარისხის რაოდენობრივი მაჩვენებელი, რომელსაც სიმძიმის კოეფიციენტი ეწოდება. ამ უკანასკნელის მისაღებად სსშ-ს დროს დაღუპულთა რიცხვი შეეფარდება დაზიანებულთა რიცხვს [56]:

$$K_{სიმ} = n_{დაღ} / n_{დაზ}$$

საკატრულო სამსახურიდან მიღებული იქნა ცნობები უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში მომხდარი სსშ-ების შესახებ (ცხრილი 1). სტატისტიკური მონაცემებიდან ჩანს, რომ 5 წლის განმავლობაში მომხდარია 11 შემთხვევა, რომელთა დროს დაიღუპა 2 და დაშავდა 16 ადამიანი. სიმძიმის კოეფიციენტის მნიშვნელობა იქნება:

$$K_{სიმ} = 2/16 = 0,125;$$

საკატრულო სამსახურის ჯაპანა-ხევის მონაკვეთის მაკონტროლირებელი ჯგუფის ჟურნალის ჩანაწერებიდან ჩვენი მონაკვეთისათვის გვაქვს ასეთი მდგომარეობა:

თუ შევადარებთ სხვა უბნების მონაცემებს, შეიძლება აღინიშნოს, რომ არჩეულ უბანზე სსშ-ების მოხდენის რაოდენობისა და შედეგების სიმძიმის ხარისხის მიხედვით «უკეთესი» მდგომარეობაა. თუ გადავხედავთ შემთხვევების მოხდენის მიზეზებს ჩანს, რომ 11 სსშ-დან 10 სსშ მოხდა დადგენილი სიჩქარის სიდიდეზე გადაჭარბების შედეგად და ამასთანავე სადამო საათებში, ანუ გამწვანებული ხილვადობის პირობებში.

შემთხვევების სახეებიდან ჭარბობს წინააღმდეგობებზე და საჭაპანე ტრანსპორტზე შეჯახების ფაქტები, ხოლო 2 შემთხვევაში გადაბრუნებაა, რაც ასევე სიჩქარის გამო არის მომხდარი. რაც შეეხება სსშ-ს ადგილებს - არცერთი არ ემთხვევა ერთმანეთს.

ცხრილი 1.11.

**საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების სააღრიცხვო ბარათი. სამტრედია-ლანჩხუთი-სუფსა-ურეკის გზის მე-4-მე-15 კმ (მდ. რიონის ხიდი-ჯაპანა)**

თარიღი	დრო	დღე	სშშ მიზეზი	სშშ სახე	დაღუპ.	დაშ.	ადგილი
1999 წელი							
9.03.99	06. <sup>45</sup>	ოთხშაბათი	რკინიგზის	მატარებელზე	1	0	240 კმ

			გადასასვლ. გავლის წესი	შეჯახება			
2000 წელი							
ამ წელს შემთხვევები არ დაფიქსირებულა							
2001 წელი							
8.07.2001	03. <sup>15</sup>	კვირა	სიჩქარე	შეჯახება	0	1	6.2 კმ
22.09.2001	23. <sup>15</sup>	სამშაბათი	სიჩქარე	მიჭრა	0	1	2 კმ
4.11.2001	02. <sup>30</sup>	ოთხშაბათი	სიჩქარე	ხესთან შეჯახება	0	2	2.35 კმ
28.12.2001	20. <sup>30</sup>	შაბათი	სიჩქარე	ხესთან შეჯახება	0	1	3 კმ
2002 წელი							
ამ წელს შემთხვევები არ მომხდარა							
2003 წელი							
13.01.2003	10. <sup>20</sup>	ხუთშაბათი	სიჩქარე	მიჭრა	1	1	8.5 კმ
6.07.2003	03. <sup>00</sup>	ხუთშაბათი	სიჩქარე	გადავარდნა	0	1	2.4 კმ
6.08.2003	22. <sup>30</sup>	კვირა	სიჩქარე	შეჯახება	0	1	3 კმ

უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში მომხდარი საგზაო შემთხვევების ანალიზიდან ჩანს შემდეგი:

2000 და 2002 წელს სსშ რეგისტრირებული არ არის. 1999- 2000 -2003 წლების 8 შემთხვევიდან 7 სიჩქარის არასწორი შერჩევით მოხდა. 8-ვე შემთხვევაში დაიღუპა 2 და დაზიანდა 6 მოქალაქე, აღსანიშნავია ის, რომ ყველა სსშ მომხდარია ღამის საათებში, რაც განათების მოუწყვრეგებლობის, წამინების, ან შემხვედრი ტრანსპორტის შუქით დაბრმავეების მიზეზით უნდა იყოს გამოწვეული. ამავე დროს აუცილებლად მოქმედებდა ის ფაქტორიც, რომ სიჩქარე ნორმაში არ იყო.

რაც შეეხება კვირის დღეებს ჩვენს შემთხვევაში მათი მცირე რაოდენობა არაფერს ამბობს, რადგან ინტენსივობა იმ პერიოდში ძალიან მცირეა.

მატარებელზე დაჯახების შემთხვევა მიგვითითებს მძღოლის დაუდევრობაზე და რკინიგზის გადასასვლელის გავლის წესების დაუცველობაზე.

ამრიგად, სსშ-ების სტატისტიკურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ გზის განხილულ მონაკვეთზე საჭირო არის ღონისძიებების გატარება მოძრაობის ორგანიზაციის სქემაში ცვლილებების შესატანად და სიჩქარის დასაშვები სიდიდეების დასადგენად.

## I.2. სატრანსპორტო ეკოლოგიის პრობლემები

1984 წელს მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის წევრ-ქვეყნებმა მიიღეს სტრატეგია ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ, ევროპის ქვეყნებისათვის «ჯანმრთელობა ყველას», რომელიც უნდა შესრულებულიყო 2000 წლისათვის. აღნიშნული საფუძვლად დაედო 1994 წელს ჰელსინკის კონფერენციაზე დამტკიცებულ მოქმედების გეგმას.

მოქმედების გეგმა გარემოს ჰიგიენის დაცვის დარგში იხილავს ადამიანს, როგორც სოციალურ, ასევე ფიზიკურ ჯანმრთელობისათვის კეთილსაიმედო პირობებში.

დარგობრივ ღონისძიებათა შორის გარემოს დაცვის და ჯანმრთელობის მხრივ საავტომობილო ტრანსპორტის მიმართ ჩამოყალიბებულია შემდეგი ამოცანები:

- 2000 წლისათვის უნდა შემცირებულიყო სსშ-ების შედეგად გამოწვეული ტრამვები, ინვალიდობის შემთხვევები და სიკვდილიანობა;
- ავტოტრანსპორტის თავმოყრითა და მოძრაობით გამოწვეული ხმაური 1990 წელთან შედარებითუნდა შემცირებულიყო 25 პროცენტით;
- ავტომობილების ძრავის გამონაბოლქვ აირებში უნდა შემცირებულიყო ტოქსიკური ელემენტების რაოდენობა ჰაერის ხარისხის დასაშვებ ნორმატივებამდე;
- დადგენილი უნდა ყოფილიყო მოძრაობის სიჩქარის შეზღუდვა და მიღწეული უნდა ყოფილიყო მისი შესრულება;
- მკაცრი კონტროლი დაწესებულიყო ალკოჰოლის დონეზე მძღოლების სისხლში;
- უნდა ჩატარებულიყო ავტოტრანსპორტის ყველა ერთეულის ტექნიკური მდგომარეობის შემოწმება საიმედოობაზე;
- უზრუნველყოფილი უნდა ყოფილიყო ქვეითად მოსიარულეთა უსაფრთხოება (განსაკუთრებით მოხუცების, ბავშვებისა და ინვალიდების);
- საგზაო გადასასვლელებზე ინტერვალების მოწესრიგების გზით უნდა მიღწეულიყო უსაფრთხოების მაღალი დონე. მოწესრიგებაში შედის გადასასვლელების მარკირება, ქვეითთა პრიორიტეტების და უფლებების დამცავი ღონისძიებები, ტროტუარების განთავისუფლება ტრანსპორტისაგან, გზის ყველა

სუბიექტების უფლებებისა და მოვალეობების განსაზღვრა და მათი განუხრელი დაცვა.

- უნდა მომხდარიყო სსშ-ების შერჩევითი დეტალური ანალიზი და გამოძიება, იმის გარკვევის მიზნით, თუ რა გავლენა მოახდინა ამ შემთხვევაში «მაზბ» სისტემის თითოეულმა ელემენტმა. ანალიზის საფუძველზე შეიძლება შეფასდეს საგზაო უსაფრთხოების ხარისხი და მისი გაზრდის მიზნით დაიხვეწოს სატრანსპორტო საშუალებებისა და გზების პროექტირებისა და კონსტრუირების პროცესი.

მართალია, ამ დადგენილებაში განხილულია მოძრაობის წესების დაცვის ბევრი საკითხი, მაგრამ ყველაფერს ერთად მივყავართ ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტისაკენ.

საერთაშორისო გადაზიდვების მოცულობის ზრდამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მაგისტრალურ გზებზე და მათ მიმდებარე ზოლში ჰაერისა და ნიადაგის დაბინძურების ხარისხი, რაც მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს ცოცხალ ორგანიზმებზე.

ატმოსფეროს დაბინძურების რაოდენობრივი მდგომარეობის განსაზღვრის მიზნით ვისარგებლეთ 2004 წლის ზაფხულში გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის ცენტრალური უწყების და დასავლეთ საქართველოს ლაბორატორიების მიერ ჩატარებული შესწავლის მასალებით. აღმოჩნდა, რომ ქუთაისი-ბათუმი-ვანის გადაკვეთის მიდამოებში ნახშირჟანგის, ე.წ. «მხუთავი გაზის» რაოდენობა 1 მ<sup>3</sup> ჰაერში შეადგენდა 8,24 მგ/მ<sup>3</sup>-ს ნაცვლად ISO-თი დადგენილი 6,0 მგ/მ<sup>3</sup>-სა. აზოტის ჟანგის შესაბამისად 0,11 მგ/მ<sup>3</sup>-ს ნაცვლად ISO-თი დადგენილი 0,03 მგ/მ<sup>3</sup>-სა.

ატმოსფეროს დაბინძურების შესამცირებლად ქალაქგარე გზებზე ხშირად მიმართავენ 2-3 ზოლიანი გზების მოწყობას და შერეული სატრანსპორტო ნაკადიდან სატვირთო ავტომობილების გამოყოფას ცალკე გამოყოფილ ზოლზე. ამ შემთხვევაში იზრდება მოძრაობის სიჩქარე და მცირდება ძრავიდან გამონაბოლქვ აირებში ტოქსიკური ელემენტების კონცენტრაცია.

წყნარ, მზიან ამინდში ტოქსიკური ელემენტები კონცენტრირდებიან გზის ზედაპირთან ახლოს და შესუნთქვის შემთხვევაში იწვევენ ადამიანის სასუნთქი გზების მწვავე გაღიზიანებას. ეს კარგად შეიგრძნობა გზაზე პიკის საათებში მოძრაობისას, განსაკუთრებით გზაჯვარედინების ახლოს, რადგან ამ შემთხვევაში უსაფრთხოების წესების დაცვის მიზნით მინიმალურამდე მცირდება სატრანსპორტო

საშუალების სიჩქარე და შესაბამისად იზრდება გამონაბოლქვის რაოდენობა და ტოქსიკურობა [57].

გარდა ამისა, მავნე გავლენებისგან განსაკუთრებულად გამოირჩევა ხმაური. ის მოქმედებს ადამიანების სმენის აპარატსა და ნერვულ სისტემაზე. გაზომვების შედეგები აჩვენებენ, რომ გზის ნაპირზე ხმაურის მაქსიმალური დონე ავტომობილის გავლისას შეადგენდა 78,2 დბ-ს, რაც 2 ერთეულით მეტია ნორმაზე. გადასარბენების მონაკვეთების უმეტესობაზე ხმაურის საშუალო დონე 2 დბ-ით ნაკლები მივიღეთ, რაც ნორმას უახლოვდება [37].

დიდმა ფრანგმა მეცნიერმა ლუი ბატანმა ადამიანები გააფრთხილა: «ადამიანები გააკეთებენ იმას, რომ შემცირდება ტოქსიკური ელემენტები ან ეს ელემენტები გააკეთებენ იმას, რომ ადამიანები შემცირდებიან». ეს გაფრთხილება მოუწოდებს ადამიანებს ყველაფერი გააკეთონ ატმოსფეროს დაბინძურებასთან საბრძოლველად.

საქართველოს გზატკეცილებსა და ქალაქების გზებზე ჰაერის დაბინძურებასთან ბრძოლაში აქტიურად მონაწილეობს თვით ბუნებაც ქარების მეშვეობით. ქარი ახდენს გამონაბოლქვი აირების გაფანტვას და არ აძლევს მას ერთ ადგილზე კონცენტრაციის საშუალებას.

ატმოსფეროს დაბინძურებასთან ბრძოლის ხელოვნურ ღონისძიებებს მიეკუთვნება საწვავი ნარევის სრული წვის უზრუნველყოფა ავტომობილების ძრავებში და საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის საკითხების ისეთი გადაწყვეტა, რომ გზებზე მოძრაობა იყოს ნაკლებად შეფერხებული (ან აბსოლუტურად შეუფერხებელი), განსაკუთრებით კი გზების და სატრანსპორტო ნაკადების გადაკვეთის ადგილებში.

### **I.3. საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვისას**

ადმიანის საქმიანობის ყველა სფეროში, მათ შორის სატრანსპორტო სისტემებშიც, იზრდება ინფორმაციული ნაკადების მოცულობა, რაც იწვევს დიდ სირთულეებს მისი ხელით დამუშავებისას. მმართველი გადაწყვეტილებების ოპერატიულად მიღებისათვის საჭირო ხდება ინფორმაციის დამუშავების მანქანური

მეთოდების გამოყენება, რაც გულისხმობს მართვის ავტომატიზებული სისტემის (მას) დანერგვას. მას-ის გამოყენება გულისხმობს მართვის თანამედროვე თეორიების გამოყენებას და ის წარმატებით ფუნქციონირებს სატრანსპორტო სისტემების შემთხვევაში [25, 40].

მას-ის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მართვის მთლიანი სისტემა განიხილება როგორც მართვის ურთიერთდაკავშირებული ობიექტების კომპლექსი. ეს ობიექტები მოიცავენ დაგეგმვის, აღრიცხვის და რეგულირების ელემენტებს, ხასიათდებიან მართვის მიზნის ერთიანობით და ამოცანების ურთიერთკავშირით. სწორედ ეს კავშირი გვაძლევს საშუალებას გამოვიყენოთ კომპიუტერული ტექნიკა და მისი საშუალებით ამოვხსნათ ეკონომიკურ ამოცანათა სისტემები, დავამუშავოთ დიდი ინფორმაციული მასივები [23, 36, 40].

მას-ი არ გამორიცხავს მართვის პროცესებში ადამიანის მონაწილეობას, რაც საჭიროა პროცესების სირთულიდან გამომდინარე. ყველაზე სრულყოფილ კომპიუტერსაც კი არ შეუძლია ყველა შესაძლო კავშირების გაანალიზება და საწარმოო სისტემის განვითარების ზუსტი პროგნოზირება. მართვის თეორიაში ითვლება, რომ გადაწყვეტილებების მიღების პროცესი ატარებს შემოქმედებით ხასიათს და გულისხმობს ადამიანის ისეთი თვისებების გამოყენებას, როგორებიცაა: გამოცდილება, ინტუიცია, ჩვევები, რაც არ გააჩნია არც ერთ კომპიუტერს [27, 28, 36].

მას-ის საშუალებით მიიღწევა გადაწყვეტილებათა მიღების და ინფორმაციის გაცვლის სისწრაფე და მოხერხებულობა. მას-ის დანერგვა საშუალებას იძლევა მოხდეს სატრანსპორტო სისტემის სხვადასხვა ქვესისტემების მუდმივი ოპერატიული კავშირი. ეს ფაქტი მიუთითებს იმაზე, რომ მას-ის საშუალებით მთლიანი სატრანსპორტო სისტემა გადადის თვისებრივად ახალ მდგომარეობაში და ფუნქციონირებს უფრო ოპერატიულად და გეგმიურად. მცირდება მმართველ გადაწყვეტილებათა მიღების, მათი გადაცემის, გაფორმების და განხორციელების დრო და შრომითი დანახარჯები [28,36,40].

მას-ის გამოყენება გულისხმობს პროცესის წარმართვას ოპტიმალური ვარიანტებით, რაც შესაძლებელი ხდება დაგეგმვის, მართვის და აღრიცხვის მათემატიზაციის და მანქანაზე დამუშავების გზით. მას-ის საფუძველს წარმოადგენს გამოყენებითი მათემატიკის მეთოდები, კომპიუტერული და საორგანიზაციო ტექნიკა, კავშირგაბმულობის სწრაფმოქმედი ავტომატური სისტემები. მას-ის

ძირითადი ელემენტი არის გამოთვლითი ცენტრები, რომელთა ძირითად ამოცანებს წარმოადგენს: სატრანსპორტო სისტემების ქვესისტემების მთელი ინფორმაციის შეგროვება და დამუშავება; ინფორმაციის მოწოდება მთლიანად სისტემის ან მისი ცალკეული ნაწილების მუშაობის შესახებ; მიმდინარე და პერსპექტიული დადგენების საკითხების გადაწყვეტა; ოპერატიული დოკუმენტაციის დამუშავება, ტექნიკური და ფინანსური ანგარიშების შედგენა; ინფორმაციის დროული და სწორი მიმოცვლა ყველა ქვესისტემასთან [39, 40].

მას-ი შეიძლება მუშაობდეს რამდენიმე რეჟიმში რომელთაგან ძირითადია: საწყისი გაშვების; ნორმალური ფუნქციონირების; ავარიის შემდგომი აღდგენის და სამუშაოს დასრულების რეჟიმები [42]:

**1. საწყისი გაშვების რეჟიმში** ხდება იმ გეგმიური ინფორმაციის დაზუსტება, რომლითაც დღის განმავლობაში წარმოებს მუშაობის ორგანიზაცია და პროცესის მართვა. ირთვება რეალური დროის ამთვლელი საათი. მუშაობისათვის მომზადდება ძირითადი პროგრამების პაკეტი;

**2. ნორმალური ფუნქციონირების რეჟიმი** ახდენს: კონტროლს მოძრაობის პარამეტრებზე; რეჟიმის დარღვევის შემთხვევაში სატრანსპორტო საშუალებებისათვის საკონტროლო პარამეტრების ახალი მნიშვნელობების შემუშავებასა და გადაცემას; ნაკადების ცვლილების შესახებ ოპერატიული ინფორმაციის დამუშავება და მმართველი ღონისძიებების დაგეგმვა; სტატისტიკური და ჯამური ინფორმაციის შეგროვება; მიმდინარე სიტუაციის შესახებ ინფორმაციის ფორმირება; ავარიის შემდგომი აღდგენისათვის სისტემის მომზადება; კავშირგაბმულობის არხების მართვა; სისტემის შემადგენელი კომპონენტების სწორ მუშაობაზე დაკვირვება;

**3. ავარიის შემდგომი აღდგენის რეჟიმი** მუშაობას იწყებს სისტემის ნორმალური ფუნქციონირების ისეთი დარღვევისას, როცა ნორმალური ფუნქციონირების რეჟიმს არ შეუძლია სისტემის მუშაობის სწორად მართვა და საჭიროა უწყესრიგობათა ლოკალიზაცია, აღმოფხვრა. ავარიის შემდგომი აღდგენა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: ინფორმაციის მომზადება რეჟიმში გადასასვლელად; დასამუშავებელ ინფორმაციულ მასივებში კორექტივების შეტანა; ნორმალური ფუნქციონირების რეჟიმისათვის ინფორმაციის მომზადება და პროგრამებში ცვლილებების შეტანა; მდგომარეობის გამოსწორების შემდეგ ხდება

ნორმალური ფუნქციონირების რეჟიმზე გადასვლა;

**4. სამუშაოს დასრულების რეჟიმი** განკუთვნილია დღის განმავლობაში შეკრებილი სტატისტიკური ინფორმაციის დასამუშავებლად. ამ რეჟიმში მუშაობისას ხდება სატრანსპორტო სისტემის მომზადება შემდეგი სამუშაო დღისათვის. სტატისტიკური ინფორმაციის გადამუშავებით მიიღება მუშაობის სხვადასხვა მაჩვენებლები: ნაკადების დღეღამური მაჩვენებელი და მისი დინამიკა, გამოყენებულ მმართველ გადაწყვეტილებათა პაკეტის სტრუქტურა, ნაკადის სტრუქტურული შემადგენლობის დინამიკა და სხვა მრავალი მაჩვენებელი [71].

მართვის ავტომატიზებული სისტემების მუშაობა ემყარება სხვადასხვაგვარი ტექნიკური მოწყობილობების გამოყენებას ინფორმაციის შესაკრებად, დასამუშავებლად და გადასაცემად. აღნიშნული მოწყობილობები ერთმანეთთან დაკავშირებულია უწყვეტი ტექნოლოგიური პროცესით, შეკრული არიან ერთიან ჯაჭვად და შეადგენენ მას-ის ტექნიკურ საშუალებათა კომპლექსს. ტექნიკური საშუალებები იყოფა საბაზო და პერიფერიულ მოწყობილობებად. ბაზურს განეკუთვნება ის საშუალებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მას-ში ინფორმაციის გადამუშავების რთულ ტექნიკურ ოპერაციებს. პერიფერიულს - რომელთა საშუალებითაც ინფორმაცია მომზადდება საბაზო აპარატურაზე შემდგომი გადამუშავებისათვის. გამოთვლით ცენტრში განლაგებულ აპარატურას ეწოდება ცენტრალური, ხოლო ინფორმაციის წარმოშობისა და საბოლოო ასახვის პუნქტებში განლაგებულს - ტერმინალური [71].

შესრულებული ფუნქციებისა და ტექნიკური შესაძლებლობების მიხედვით მას-ის ტექნიკური საშუალებები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად [86].

*მონაცემების რეგისტრაციისა და შეკრების საშუალებები* შედგება სხვადასხვა მოწყობილობებისაგან, რომლებიც ახდენენ ინფორმაციის შეკრების მექანიზაციას და ავტომატიზაციას სატრანსპორტო პროცესის ცვლილებების შესახებ [113].

საავტომობილო ტრანსპორტზე გამოყენებულია სატრანსპორტო ერთეულების რეგისტრაციის მოწყობილობები, რომელთა საშუალებითაც ხდება ერთეულის სივრცეში მდებარეობის დადგენა რეალური დროის რეჟიმში. საბოლოო ჯამში აღნიშნული ინფორმაცია საშუალებას გვაძლევს შევამოწმოთ სატრანსპორტო ერთეულის მიერ მოძრაობის გრაფიკის შესრულების ხარისხი. ასეთ მარეგისტრირებელ მოწყობილობებად შეიძლება გამოყენებული იქნას სპეციალური



მოწყობილობები რომლებიც საკონტროლო პუნქტების გავლის დროს მოწყობილობაში აღძრავენ შეტყობინებას, რომელიც სატელეფონო ხაზის საშუალებით გადაიცემა გამომთვლელ ცენტრში [120].

*ინფორმაციის გადაცემისა და შეყვანის საშუალებები* განკუთვნილია წარმოქმნის და დამუშავების ობიექტებს შორის ინფორმაციის გაცვლისათვის. აქ შედის: მონაცემთა საკომუნიკაციო არხების სხვადასხვა ტიპის გადამცემი აპარატურა, შეყვანა-გამოყვანის აპარატურა, ცენტრალურ კომპიუტერთან კავშირგაბმულობის არხების შეერთების აპარატურა. აღნიშნულმა აპარატურამ უნდა შეძლოს ინფორმაციის გადაცემა და კომპიუტერში შეყვანა საკმაო სიზუსტითა და სიჩქარით. ციფრული ტექნიკის გამოყენება საშუალებას იძლევა განხილული პროცესი მთლიანად შესრულდეს ავტომატურად. კომპიუტერს საშუალება აქვს მარეგისტრირებელი მოწყობილობიდან შემოსულ ციფრულ სიგნალს თვითონ გაუკეთოს რეგისტრაცია, გამოიყენოს იგი უშუალო გამოთვლებისათვის და შეინახოს მონაცემების დამგროვებელზე სათანადო ფორმით [71, 120].

*დამუშავების საშუალებები* საწარმოო პროცესიდან შეკრებილ საწყის ინფორმაციას გარდაქმნიან საბოლოო ინფორმაციად, ანუ ახდენენ დაგეგმვისა და მართვის ამოცანების ამოხსნას მოცემული ალგორითმების მიხედვით. ინფორმაციის დამუშავებისათვის გამოიყენება ციფრული ელექტრო გამოთვლითი მანქანები, რომლებსაც ჩვენ შემოკლებით კომპიუტერებს ვუწოდებთ. იგი წარმოადგენს მას-ის ტექნიკური საშუალებების საფუძველს, რომლის საშუალებით ამოიხსნება ყველა ძირითადი ამოცანა. თანამედროვე კომპიუტერები გამოირჩევიან ავტომატიზაციის გაზრდილი ხარისხით. მათ ერთდროულად გეუძლიათ შეასრულონ მრავალი ფუნქცია. ზოგადად მათი საშუალებით შესაძლებელია მას-ის ტექნიკურ კომპლექსში შემავალი უამრავი მოწყობილობის შეცვლა, როგორებიცაა: ინფორმაციის მიღების, დაგროვების, დამუშავების შემდგომ გადასაცემად მომზადების და სხვა მოწყობილობები. ყველა აღნიშნული მოწყობილობები გაერთიანებული არის ნებისმიერი კლასის თანამედროვე კომპიუტერში [86, 111].

*დამუშავების შედეგად მიღებული ინფორმაციის ასახვის, დაგროვების და გადაცემის საშუალებები* შედგება მონაცემების დაგროვებისა და ძიების მოწყობილობებისაგან, ელექტრონული კარტოთეკებისაგან, შუქ-ტაბლოებისაგან, ციფრული ეკრანებისაგან, მონიტორებისაგან, საბეჭდი მოწყობილობებისაგან. ისინი

საშუალებას აძლევენ სატრანსპორტო პროცესის მონაწილეებს უწყვეტად მიიღონ ინფორმაცია საწარმოო პროცესის მიმდინარეობის შესახებ და ოპერატიულად გამოასწორონ უწყისვრობები. საშუალებების მოცემულ კლასში შედის აგრეთვე ორგანიზაციული ტექნიკა, რომელიც საჭიროა ინფორმაციის საბოლოო სახემდე დასაყვანად. ორგანიზაციული ტექნიკის (ორგტექნიკის) განვითარებამ გამოიწვია მმართველი პერსონალის შრომის ეფექტურობის ზრდა [81].

#### 1.4 ამოცანის დასმა

ავტომობილიზაციამ მრავალი სასიკეთო საქმე გაუკეთა ადამიანს, მაგრამ ბევრი პრობლემაც შეუქმნა. მეოცე საუკუნის მეორე ნახევარმა 600 მილიონი ავტომობილი გამოუშვა ექსპლუატაციაში. დამყარდა სატრანსპორტო კავშირები მრავალ ქვეყანას შორის. საშუალოდ ნებისმიერი ქვეყნის ეკონომიკაში ტრანსპორტის წილი 38 პროცენტს შეადგენს. საქართველოს ეკონომიკაში პრიორიტეტული მიმართულება სატრანსპორტო საშუალებათა ექსპლუატაციაა. პარალელურად იზრდება ტრანსპორტის მუშაობით გამოწვეული უარყოფითი მოვლენები. მრავიდან გამონაბოლქვი აირების რაოდენობრივმა ზრდამ გამოიწვია ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება მომწამლავი ნივთიერებებით, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ გარემოზე და განსაკუთრებით ცოცხალ ორგანიზმებზე. ასევე გაიზარდა ხმაურის დონეც.

ავტომობილიზაციას მხარი ვერ აუბა გზების მშენებლობის პროცესმა, რადგან ის გამოირჩევა დიდი კაპიტალდაბანდებებით. ამის გამო სატრანსპორტო საშუალებებს მუშაობა უწევთ რთულ პირობებში და ამასთან იზრდება საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევების და მათ დროს დაღუპულ ადამიანთა რიცხვი, მატერიალური ზარალი. ამ საშიში მოვლენების ნაწილობრივ აღმოსაფხვრელად მრავალი ინსტიტუტი სწავლობს გზას, ტრანსპორტს, მოძრაობას და გამოაქვს შესაბამისი გადაწყვეტილებები მდომარეობის გასაუმჯობესებლად.

ქვეყნის ეკონომიკაში მიმდინარე ძირეული ცვლილებები, ურბანიზაციის მაღალი დონე, სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობრივი ზრდა იწვევს ქუჩებსა და მთავარ მაგისტრალზე მოძრაობის რთულ პირობებს. ამას ხელს უწყობს ისიც, რომ მოძრაობის მონაწილეთა რაოდენობრივ ზრდას საგრძნობლად ჩამორჩება

საგზაო ქსელის განვითარება.

უკანასკნელ პერიოდში მოძრაობის წესების დარღვევათა რიცხვმა უფრო იმატა, რის შედეგადაც საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევები უფრო რთული შედეგებით მთავრდება და შესაბამისად იზრდება საერთო ზარალი.

საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევების (სსშ) შედეგად ხდება ადამიანების დაღუპვა, საშიში ტვირთების გადაზიდვის დროს იწამლება ნიადაგი და ბინძურდება გარემო, ჰაერი, წყალი, რაც დამლუპველად მოქმედებს ფლორასა და ფაუნაზე. ყოველივე ეს ზღუდავს ტრანსპორტის გამოყენების არეალს, გადაზიდვების სიჩქარეს, ზრდის დაყოვნებას და სხვა [47].

ცუდი საგზაო პირობები ხელს უწყობს გზებზე კონფლიქტური სიტუაციების წარმოქმნას, ხოლო მძღოლთა გამოუცდელობას ხშირად მოსდევს შეცდომები და შედეგად სსშ-ები. დისპროპორცია ტრანსპორტის რიცხვსა და საგზაო ქსელს შორის თითქმის ყველა ქვეყანაში იგრძნობა. ამ სიტუაციის გამოსწორება დამოკიდებულია არა მარტო ეკონომიკურ ფაქტორებზე, არამედ გზის რელიეფსა და მოძრაობის სხვა პირობებზე [26].

ამრიგად, გზებზე არსებობს რთული დინამიკური სისტემა, რომელიც წარმოაგენს მოძრავი და გაჩერებული ქვეითების, სხვადასხვა ტიპის მექანიკური და არამექანიკური სატრანსპორტო საშუალებების შეთანწყობას, რომლებსაც მართავენ ადამიანები. სწორედ ამ ერთობლიობას ეწოდება საგზაო მოძრაობა. ამ პროცესის გამორჩეულობა და სპეცი-ფიურობა განპირობებულია სისტემით «ავტომობილი-მძღოლი-გზა-გარემო» **(მამბ)** [48].

საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოებისათვის საჭიროა სატრანსპორტო საშუალებების, მძღოლების და საგზაო პირობების სრულყოფა და ურთიერთშეთანხმებული მუშაობა. საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების ხარისხის უფრო ობიექტური შეფასება შეიძლება სისტემაში მომხდარი სსშ-ების რიცხვიდან გამომდინარე გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. მთლიანი სისტემიდან ერთი ელემენტის ამოვარდნაც კი შეიძლება გახდეს სსშ-ს და ადამიანთა დაზარალების ან დაღუპვის გამომწვევი მიზეზი.

აღნიშნული უარყოფითი მოვლენების წინააღმდეგ საბრძოლველად მრავალი საშუალება არსებობს, რომელთა შორის ყველაზე ეფექტური მოძრაობის ორგანიზაციული საკითხების სწორი და მეცნიერული გადაწყვეტაა.

საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ეფექტიანობას ძირითადად განსაზღვრავს

სიჩქარე და მოძრაობის უსაფრთხოება, რომელიც თავის მხრივ მოიცავს სხვადასხვა სახის კერძო მახასიათებლებს (ტექნიკურს, ეკონომიკურს და სოციალურს). სოციალურ ასპექტში იგულისხმება მოძრაობის უსაფრთხოების მინიმიზაცია; ეკონომიკურში მოძრაობის დროის მინიმიზაცია და ტექნიკურში - ტრანსპორტის მოძრაობის პარამეტრების ოპტიმიზაცია.

ტერმინი «მოძრაობის ორგანიზაცია» მოიცავს მოძრაობის უსაფრთხოების და ეკონომიურობის განმპირობებელ ღონისძიებებს, რომლებიც ტრანსპორტისა და ადამიანების ნაკადების ურთიერთქმედებებითაა გამოწვეული. ეს თავის მხრივ მოითხოვს მრავალჯერადი გაზომვებისა და ექსპერიმენტების ჩატარებას, მათ ანალიზს და საერთო კანონზომიერებების დადგენას. აგრეთვე, მოძრაობის რეგულირებასა და მართვას. რეგულირების ქვეშ იგულისხმება მოძრაობის ორგანიზაციის წინასწარ შემუშავებული სქემის საფუძველზე მოძრაობის პროცესის მონაწილეთა ნაკადების პარამეტრების დროში და სივრცეში ცვალებადობის სტაბილიზაციის პროცესი. მართვის ქვეშ - ნაკადებზე მოძრაობის ორგანიზაციის რეგულირების ციკლური საშუალებებით ზემოქმედება [51].

დღევანდელ მსოფლიოში აქტუალურია გლობალიზაციის საკითხი, რომელსაც თან ახლავს ქვეყნებს შორის სატრანსპორტო კავშირების ინტენსიფიკაცია. შესაბამისად აქტუალური ხდება ტრანსკონტინენტალური სატრანსპორტო არხების განვითარება. ერთერთ ასეთ სატრანსპორტო დერეფანს წარმოადგენს შუა საუკუნეებიდან ცნობილი ევროპა-აზიის დამაკავშირებელი დერეფანი, ე.წ. «დიდი აბრეშუმის გზა». მისი მშენებლობის და აღორძინების პროექტი მიღებული და დამტკიცებულია მსოფლიოს მრავალი განვითარებული ქვეყნის მიერ. დერეფნის ერთერთ საკვანძო წერტილს საქართველოზე დასავლეთიდან აღმოსავლეთით გამავალი მონაკვეთი წარმოადგენს. პერსპექტივაში დევს ამ გზის განვითარება სამხრეთით და ჩრდილოეთის მიმართულებით. ყოველივე ზემოთაღნიშნულის დანიშნულება არის ქვეყნებს შორის უფრო მჭიდრო ურთიერთობების ჩამოყალიბება, ტვირთების მოძრაობის დაჩქარება და მოცულობის ზრდა, საწარმოო ძალების განვითარება, სხვადასხვა სახის ტურიზმისათვის ხელშეწყობა და სხვა [8].

ჩვენს ამოცანას შეადგენს სამაგისტრალო ქსელის მოწესრიგება ISO სტანდარტების მიხედვით. ამის შემდეგ გზა იმუშავებს არა მარტო დღეისათვის არსებულ სიტუაციაში, არამედ გაატარებს უფრო მძლავრ სატრანსპორტო ნაკადებს

დიდი ხნის განმავლობაში.

მოცემული თემის დამუშავება ეყრდნობა საგზაო ქსელისა და მოძრაობის არსებული მდგომარეობის შესწავლას, უარყოფითი მხარეების გამოვლენას და ისეთი ოპტიმალური მოძრაობის სქემების შექმნას, რომელიც უზრუნველყოფს საგზაო ქსელის გამტარუნარიანობის გაზრდას და მოძრაობის უსაფრთხოების პირობების შექმნას. ამის მისაღწევად გათვალისწინებულია საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემის გამოყენება.

არსებული სიტუაციის შესასწავლად გამოყენებული იქნა კვლევის ნატურული მეთოდი, ხოლო მათემატიკური მოდელირების მეთოდით შესწავლილი იქნა გზების ვიწრო ადგილების გამოვლენა-შესწავლა და მოძრაობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად შესაძლო შედეგების პროგნოზირება [56].

შემუშავებული იქნა კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემის კონცეპტუალური სქემა და მისი საშუალებით საგზაო მოძრაობის საკონტროლო პარამეტრების მართვის ტექნოლოგიური პროცესი.

## თავი 2.

### საგზაო მოძრაობის კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემის აპარატურული უზრუნველყოფა.

კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემა (კმას) შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: აპარატურული უზრუნველყოფა, ტექნიკური უზრუნველყოფა, პროგრამული უზრუნველყოფა [13].

კმას-ის მუშა პროცესი შედგება:

- მონაცემების ავტომატური შეკრება;
- მოპოვებული ოპერატიული ინფორმაციის გადაცემა;
- ინფორმაციის შეგროვება კმას-ის ცენტრალურ კომპიუტერში;
- ინფორმაციის დამუშავება;
- მმართველი გადაწყვეტილებების შემუშავება;
- შემუშავებული გადაწყვეტილებების საშუალებით საგზაო სიტუაციის ოპერატიული მართვა.

## 2.1 მონაცემების ავტომატური შეკრება

ინფორმაციული ნაკადების ზრდა მოითხოვს მათი შეკრებისა და რეგისტრაციის პროცესში ტექნიკური საშუალებების გამოყენებას. აღნიშნული აპარატურა ამარტივებს და აჩქარებს ინფორმაციის შეკრების და კომპიუტერში შეყვანის პროცესს. ტექნიკური საშუალებების მიერ ინფორმაციის შეკრების პროცესი ავტომატიზაციის დონის მიხედვით შეიძლება იყოს:

- მექანიზებული
- ავტომატიზებული
- ავტომატური

მექანიზებული წესით ინფორმაციის შეკრება ხდება უშუალოდ ადამიანის მიერ უმარტივესი ხელსაწყოების გამოყენებით.

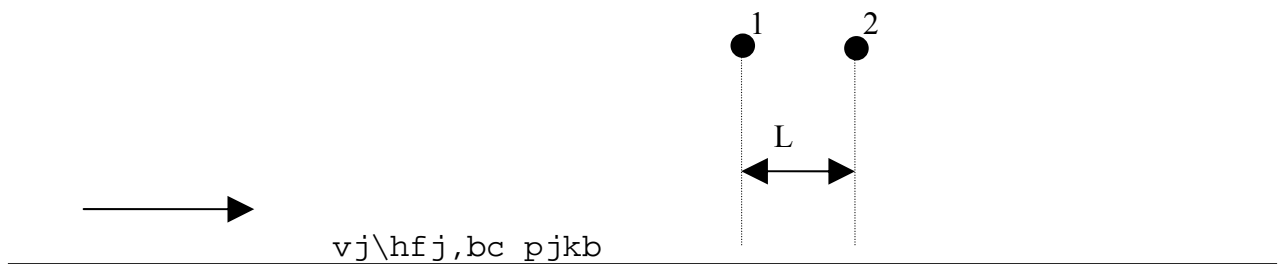
ავტომატიზებული ტექნოლოგიური პროცესი გულისხმობს სპეციალური აპარატურის გამოყენებას, თუმცა პირველადი ინფორმაციის შეკრების პროცესი ჯერ კიდევ სრულდება ადამიანის უშუალო ჩარევით.

ავტომატური პროცესი გამოიყენება მუშაობის რეჟიმში რეალურ დროში. იგი უზრუნველყოფს ინფორმაციის უშუალო გადაცემას ტექნოლოგიური პროცესიდან კომპიუტერში და პირიქით ადამიანის ჩაურევლად. როცა საქმე ეხება დიდი მოცულობის ინფორმაციას და საჭიროა მისი ოპერატიულად შეყვანა გამოთვლით სისტემაში, ადამიანის მიერ ინფორმაციის კლავიატურიდან შეყვანის შესაძლებლობები გამოუსადეგარია. წარმოების ტექნოლოგიური და მართვის პროცესებისათვის შექმნილი არის უამრავი სახის გარდამქმნელები, რომლებსაც შეუძლიათ საწყისი ინფორმაციის მატარებელი პარამეტრების ციფრული ინფორმაციის სახით წარმოდგენა და მათი გადაცემა კომპიუტერში შემდგომი დამუშავებისათვის. აგრეთვე კომპიუტერიდან მმართველი ინფორმაციის მიღება და შესაბამისად ტექნოლოგიური პროცესის კორექტირება.

კმას-ის სისტემაში ძირითად მონაცემებს წარმოადგენს ავტომობილების ნაკადის საკონტროლო პარამეტრები [22]: ინტენსივობა, საშუალო სიჩქარე, სიმკვრივე, სტრუქტურა, დაყოვნება, რიგის სიგრძე. ამ პარამეტრების კონტროლი ძირითადად ხდება ნატურული კვლევების საფუძველზე, მაგრამ კვლევის აღნიშნული მეთოდი საშუალებას არ იძლევა კმას-ში ოპერატიულად მოხდეს მათი

დამუშავება. ამის გამო ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდის რეალიზაცია მოითხოვს განხილული პარამეტრების კონტროლის სხვა, უფრო ოპერატიული მეთოდების გამოყენებას. ამ მიზნით შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოწყობილობა, ე.წ. ავტომატური პოსტი, რომლის პრინციპიალური სქემა მოცემულია ნახ.2.1.-ზე

საგზაო მოძრაობის საკონტროლო პარამეტრების აღრიცხვის ამ საშუალებაში გამოიყენება ე.წ. ულტრაბგერითი რადარები (1,2). ამ მოწყობილობების მოქმედება ემყარება ზედაპირებიდან ულტრაბგერის არეკვლის თვისებას. მოწყობილობა შედგება ორი ნაწილისაგან: ულტრაბგერის გამომსხივებლისაგან და მიმღებისაგან. იგი განლაგებული არის სავალი ზოლის ზემოთ ზედაპირიდან ისეთი დაშორებით, რომ ხელი არ შეუშალოს საგზაო მოძრაობის პროცესს. ჩვენთვის ცნობილი არის გამოსხივებული ულტრაბგერის გავრცელების სიჩქარე და, შესაბამისად დროის ნებისმიერ მომენტში, იმის მიხედვით თუ რა დროში უბრუნდება გამოსხივებული სიგნალი მიმღებს, შესაძლებელია დავადგინოთ სავალი ზოლის თუ მოცემულ წერტილში გამავალი ავტომობილის კორპუსის ზედაპირმა აირეკლა იგი. ამრიგად, დროის თითოეული მომენტისათვის შესაძლებელია დავადგინოთ იმყოფება თუ არა მოცემულ წერტილში ავტომობილი. ულტრაბგერის გამოსხივება მოხდება გარკვეული სიხშირის და სიგრძის იმპულსებით. ორ მეზობელ იმპულსს შორის ინტერვალი ისე არის შერჩეული, რომ მთელი გზის გავლით მიმდებამდე პირველი იმპულსის მისვლამდე შემდეგი იმპულსი არ გამოსხივდება.



ნახ.2.1. ავტომატური პოსტის პრინციპიალური სქემა

ერთი ასეთი რადარი საშუალებას გვაძლევს დავაფიქსიროთ დროის მონაკვეთში გავლილი ავტომობილების რიცხვი და შესაბამისად ინტენსივობა, მაგრამ კონტროლისა და მართვის პროცესის ორგანიზაციისათვის საჭიროა საკონტროლო

პარამეტრების მთელი პაკეტი, რომლის მიღებაც ერთ მოწყობილობას არ შეუძლია. ასეთი პარამეტრებია სატრანსპორტო ერთეულების სიჩქარე, ნაკადის სტრუქტურა, დაყოვნება, რიგის წამოქმნა.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ავტომატური პოსტი თავის თავში აერთიანებს ორ ულტრაბერით რადარს, რომლებიც ერთმანეთისაგან დაშორებული არიან გარკვეული მანძილით (იხილეთ ნახ.2.1.). ეს საშუალებას გვაძლევს დავაფიქსიროთ ჩვენთვის საჭირო ყველა სიდიდე.

განვიხილოთ თითოეული საკონტროლო პარამეტრის განსაზღვრის თანმიმდევრობა ავტომატური პოსტის გამოყენებისას:

**ინტენსივობა** - ინტენსივობა პირდაპირ კავშირშია გავლილი ავტომობილების რიცხვთან, ამიტომ მისი მიღება შეიძლება 1 რადარის ქვეშ გავლილი სატრანსპორტო საშუალებების დათვლით და დროის ერთ ერთეულში მისი სიდიდის დაფიქსირებით. დროის ეს ერთეული T შეიძლება მიღებული იქნას სხვადასხვა სიდიდის ტოლი იმის მიხედვით თუ რა ხასიათისაა გზის საკონტროლო მონაკვეთი. ჩვენი აზრით დროის ეს მონაკვეთი ზოგადად შეიძლება მივიღოთ  $T=0,3$  სთ-ის ტოლად. ამ დროის განმავლობაში საგზაო სიტუაციის ძირეული ცვლილება შეუძლებელია და ამასთან ერთად ცენტრალურ კომპიუტერს სჭირდება დრო იმისათვის, რომ გადაამუშაოს მიღებული ინფორმაცია და გამოიმუშაოს მმართველი გადაწყვეტილებები. ამრიგად, 1 რადარი აფიქსირებს დროის საბაზისო პერიოდში სავალი ზოლის კვეთში გავლილი ავტომობილების რიცხვს Na. ამ რიცხვის გაყოფით საბაზისო დროზე მიიღება ინტენსივობა  $I_a=Na/T$ .

**ავტომობილის სიჩქარე**- ამ საკონტროლო პარამეტრის განსაზღვრა ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ავტომატური პოსტის გამოყენებით ხდება თითოეული გავლილი ავტომობილისათვის. სიჩქარის განსაზღვრის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით: 1 რადარის მიერ ყოველი ახალი ავტომობილის დაფიქსირების შემდეგ ირთვება ტაიმერი, რომელიც ითვლის დროს ( $t_1$ ) 2 რადარის მიერ იგივე ავტომობილის დაფიქსირებამდე. ამრიგად ჩვენ ვიცით ის დრო, რომელიც დასჭირდა ავტომობილს 1 და 2 რადარებს შორის L მანძილის დასაფარად და შესაბამისად ავტომობილის მყისიერი სიჩქარე პოსტის გავლისას  $V_a=L/t_1$ .

**ავტომობილის სიგრძე**- ნაკადის სტრუქტურა ერთერთი მნიშვნელოვანი საკონტროლო პარამეტრია. მისი განსაზღვრა ნიშნავს ნაკადში სხვადასხვა სიგრძის



ავტომობილების წილის დადგენას. ამ პარამეტრის გარეშე შეუძლებელი არის მთლიანად ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულფასოვანი ფუნქციონირება. ამ პარამეტრის დადგენა ხდება 2 რადარის მოქმედების ზონაში. იმის შემდეგ, როდესაც 2 რადარი დააფიქსირებს ავტომობილის არსებობას, ირთვება მეორე ტაიმერი. იგი ითვლის დროს  $t_2$ , რომლის განმავლობაშიც აღნიშნული ავტომობილი იმყოფება ამ რადარის მოქმედების კვეთში. ამ დროისათვის პოსტის პროცესორის მიერ უკვე გამოთვლილი არის ავტომობილის სიჩქარე  $V_a$  და ავტომობილის სიგრძე  $L = t_2 / V_a$ .

**ავტომობილების რიგების** - წარმოქმნის ფაქტის დაფიქსირება ხდება პოსტის ორივე რადარის გამოყენებით. თუ რომელიმე ან ორივე რადარის მონაცემებით მის ქვეშ დიდი დროის განმავლობაში დგას ერთი და იგივე ავტომობილი, მაშინ ცენტრალურ კომპიუტერს გადაეცემა ინფორმაცია რიგის წამოქმნის შესახებ.

განხილული გვაქვს საკონტროლო პარამეტრების გაზომვის შემთხვევითი ცდომილებები.

გაზომვის შედეგი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\bar{X} \pm Z, \tag{1}$$

სადაც  $\bar{X}$  - გაზომვის შედეგია;

$Z$  - გაზომვის შედეგის სარწმუნო ცდომილებაა.

$\bar{X}$ -ის პოვნის მეთოდი დამოკიდებულია ძირითადად გაზომვის მეთოდისაგან, ხოლო  $Z$ -ს პოულობენ შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$Z = (tq)_\epsilon \cdot S_\epsilon \tag{2}$$

სადაც  $(tq)_\epsilon$  არის კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება შემთხვევით განაწილების კომპოზიციის  $q$ -პროცენტთან წერტილს,  $S_\epsilon$  - შემთხვევით ცდომილებების და სისტემური ცდომილებების გამოურიცხავი ნარჩენების კომპოზიციის საშუალო კვადრატული გადახრის კომპოზიციებია.

$$L_\epsilon = \sqrt{S_V^2 - S_X^2} \tag{3}$$

ბოლო გამოსახულებაში  $S_X$  არის საშუალო არითმეტიკულის საშუალო კვადრატულის საშუალო კვადრატული გადახრის შეფასება (ან გაზომვის შედეგის დისპერსიის შეფასება).

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

$S_{\bar{x}}$  არის სისტემური ცდომილებების გამოურიცხავი ნარჩენების ჯამის საშუალო კვადრატული გადახრის (სკგ) შეფასება.

სისტემური ( $Q$ ) და შემთხვევით ცდომილებების ( $S_{\bar{x}}$ ) შორის დადგენილია თანაფარდობა, რომელიც საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ ან უგულვებელვყოთ ერთ-ერთი, როცა

$$\frac{Q}{S_{\bar{x}}} < 0,8 \quad (5)$$

მაშინ სისტემურ ცდომილებას უგულვებელყოფენ და ჯამურ ცდომილებას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$Z = (tq)_{\bar{x}} \cdot S_{\bar{x}} \quad (6)$$

იმ შემთხვევაში, როცა

$$\frac{Q}{S_{\bar{x}}} > 0,8 \quad (7)$$

მაშინ უგულვებელყოფენ ცდომილებას და ჯამურს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$Z = Q \quad (8)$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ ამ შემთხვევაში ყველა ცდომილება განპირობებულია სისტემური ცდომილებით.

ჩვენს მიერ მოყვანილი ფორმულები შეადგენენ ცდომილების ანგარიშის მეთოდს. უფრო დაწვრილებითი ცნობები ცდომილებების ანგარიშის შესახებ საჭიროდ აღარ მივიჩნიეთ, როგორცაა, მაგალითად ცდომილებათა განაწილების კანონის ექსპერიმენტალური პოვნა, შედეგის ჩაწერის მეთოდი, გაზომვის მეთოდების სახეები და სხვა.

საერთო სარწმუნო ცდომილებას გაზომვის შედეგთან ერთად ჩაწერენ შემდეგნაირად:

$$\bar{A} = \pm Z, a \quad (9)$$

სადაც  $a$  არის სარწმუნო ალბათობა და ჩაიწერება ათობითი წილადით.

კვლევის პროცესში ჩატარებული თეორიული თუ პრაქტიკული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ზოგიერთი ექსპერიმენტი შეიძლება აიწეროს  $y = K_1 + K_2X$  ტიპის

განტოლებით. ასეთებია, მაგალითად: სიმძლავრის, ჰაერის ხარჯის, ტემპერატურის, მობერილი აირის ტენიანობის, სიხშირის, იმპულსის ხანგრძლივობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება ოზონის კონცენტრაციასთან. ასეთ განტოლებაში  $K_1$  და  $K_2$  კოეფიციენტების ექსპერიმენტალურად განსაზღვრის ცდომილებები იანგარიშება უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n Y_E \cdot \sum_{i=1}^n X^2 - \sum_{i=1}^n X \cdot \sum_{i=1}^n (Y_E \cdot X)}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left[ \sum_{i=1}^n X \right]^2} \quad (10)$$

$$B = n \cdot \sum_{i=1}^n (X \cdot Y_E) - \sum_{i=1}^n X \cdot \sum_{i=1}^n Y_E \quad (11)$$

და დისპერსიები შეფასებას პოულობენ შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Zy)^2}{n-2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n X^2}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left[ \sum_{i=1}^n X \right]^2} \quad (12)$$

$$S_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Zy)^2}{n-2} \cdot \frac{n}{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left[ \sum_{i=1}^n X \right]^2} \quad (13)$$

სადაც  $Y_E$  არის  $Y$ -ის ექსპერიმენტალური მნიშვნელობა, ხოლო  $Y$  იანგარიშება  $y = K_1 + K_2 X$  განტოლებიდან.

$Y$  -ის საშუალო კვადრატული გადახრის შეფასება  $S_y$  მოიძებნება შემდეგი ფორმულით:

$$S_y = \sqrt{S_B^2 \left[ X - \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \right]^2 + \frac{\sum_{i=1}^n (Zy)^2}{n(n-2)}} \quad (14)$$

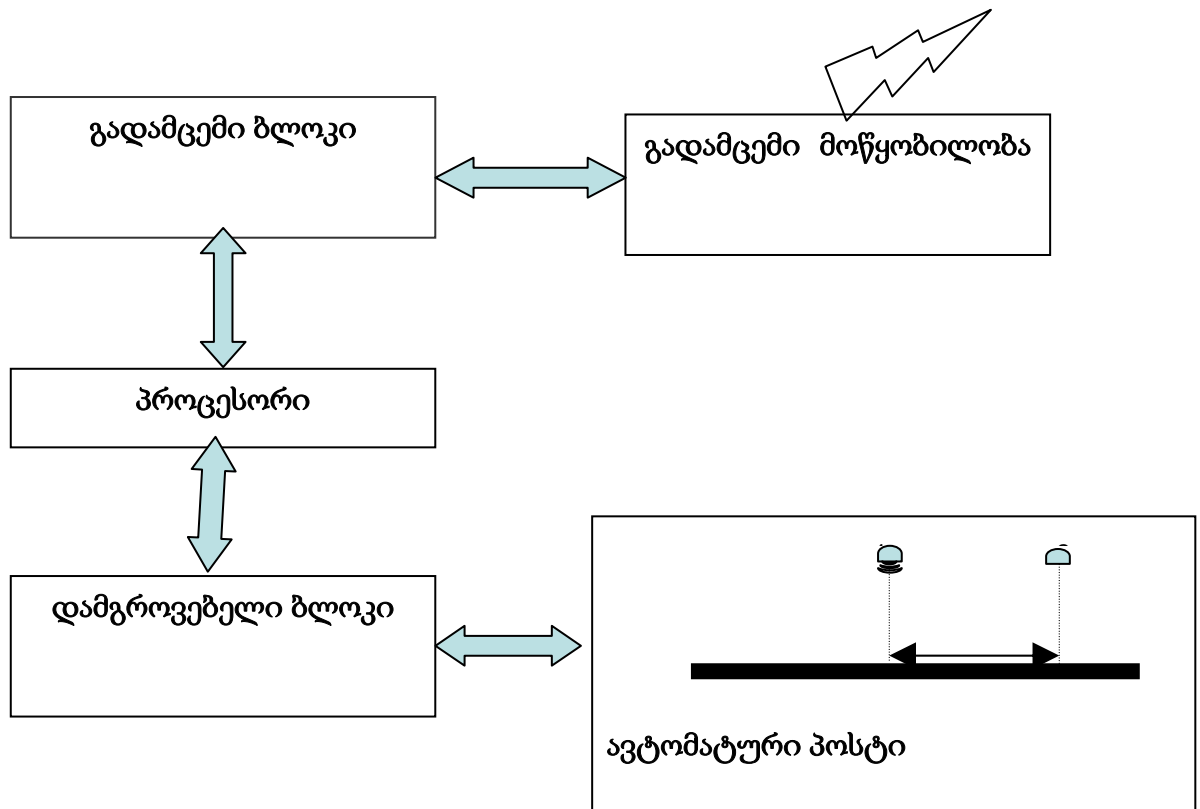
ავტომატური პოსტი რადარების გარდა მოიცავს:

- პროცესორს, რომელიც ახდენს ყველა გათვლებს, დროების ათვლას და საკონტროლო პარამეტრების ფორმირებას, რომლებიც გადაეცემა დამგროვებელ ბლოკში;
- დამგროვებელ ბლოკს, რომელშიდაც გროვდება საბაზო დროში ათვლილი პარამეტრები და მომზადდება შემდგომი გადაცემისათვის ცენტრალურ

კომპიუტერში.

- გადამცემ ბლოკს, რომელიც საბაზო დროის გავლის შემდეგ დამგროვებელ ბლოკში დაგროვებულ ინფორმაციას გადასცემს ცენტრალურ კომპიუტერს [27].

მართვის პროცესი წარმოადგენს მმართველი გადაწყვეტილებებისა და მათ საფუძველზე განხორციელებული მმართველი ზემოქმედებების უწყვეტ ჯაჭვს. გადაწყვეტილებებს ღებულობენ ხელმძღვანელი პირები, რომელთა თანამდებობის და საწარმოო სისტემაში დაკისრებული როლის მიხედვით გადაწყვეტილებებს შეიძლება გააჩნდეთ სხვადასხვა მოცულობა და შინაარსი. მმართველი გადაწყვეტილებები სრულიად განსხვავებული არიან ხასიათის მიხედვით. ეს დაკავშირებულია ხელმძღვანელი პირების მიერ მართვის პროცესში გადასაწყვეტი პრობლემების მრავალფეროვნებასთან. გადაწყვეტილებების მთელი მოცულობისაგან შეიძლება გამოვ-ყოთ სამი ჯგუფი: მიზნებზე, მიზნების მიღწევის გზებზე და ორგანიზაციული [29].



ნახ. 2.2. ავტომატური პოსტის შემადგენლობა

## 2.2. შემუშავებული გადაწყვეტილებების საშუალებით საგზაო

## სიტუაციის ოპერატიული მართვა.

გადაწყვეტილებები მიზნებზე განსაზღვრავენ სისტემის საქმიანობის მიმართულებებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. მეორე არანაკლებ მნიშვნელოვანი მიზანია მომსახურე პერსონალის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესება. მესამე მიზანს წარმოადგენს ეკონომიკური და ფინანსური ზრდის უზრუნველყოფა. ბიზნეს გარემოსათვის სულერთი არ არის რა ღირს სატრანსპორტო მომსახურება. მეოთხე მიზანი არის ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება. ამ ამოცანის ეფექტურად გადაჭრა სულ უფრო იოლად არის შესაძლებელი ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით. ტრანსპორტი მიეკუთვნება წარმოების იმ დარგებს, რომლებიც საკმაოდ მავნედ მოქმედებენ გარემოზე, რის გამოც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აღნიშნული ზემოქმედებების შემცირების ღონისძიებებს.

გადაწყვეტილებები მიზნების მისაღწევ გზებზე განსაზღვრავს დასახული მიზნების შესრულებისათვის საჭირო პირობებს.

ორგანიზაციულ გადაწყვეტილებებს შორის მნიშვნელოვანი წილი გააჩნიათ მაკორექტირებელ გადაწყვეტილებებს, რომლებიც მიმართულია პროცესების გეგმიური მიმდინარეობიდან გადახრების აღმოსაფხვრელად. ასეთი გადახრების მიზეზები შესაძლებელია იყოს სხვადასხვა. მაგალითად, სატრანსპორტო ნაკადის პარამეტრებზე შესაძლებელია უარყოფითად იმოქმედოს ცუდმა კლიმატურმა პირობებმა. საინფორმაციო სისტემის ამოცანას წარმოადგენს აღნიშნული გადახრების მიზეზების დროული აღმოჩენა, აუცილებელი მმართველი ზემოქმედებების შემუშავება და შესრულება.

სატრანსპორტო ნაკადების პარამეტრების კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემების გამოყენებისას შეიძლება გამოყენებული იქნას მმართველი ზემოქმედებების მთელი კომპლექსი იმის მიხედვით თუ რა სიტუაცია არის შექმნილი გზის მოცემულ მონაკვეთზე. ავტომობილების ნაკადის მართვა შესაძლებელია სხვადასხვა ხერხებით. იმის გათვალისწინებით, რომ მართვის პროცესი უნდა წარიმართოს ავტომატურად და საკმაოდ დაშორებულ პუნქტებში, ჩვენს შემთხვევაში ძირითადად შესაძლებელია შემდეგი მმართველი ზემოქმედებების განხილვა [25]:

- მაქსიმალური სიჩქარის შეზღუდვა - იმ შემთხვევაში, როცა საკვანძო წერტილში შეიმჩნევა რიგის წარმოქმნა, ან საშუალო სიჩქარე ეცემა დასაშვებზე ქვემოთ;
- მინიმალური სიჩქარის შეზღუდვა - როცა გადასარბენზე ავტომობილების რიგი იქმნება დაბალი სიჩქარით მოძრავი ერთი ან რამდენიმე სატრანსპორტო ერთეულის მოძრაობის გამო;
- გასწრების აკრძალვა - შეიძლება გამოყენებული იქნას იმ შემთხვევებში, როცა მოძრაობის ორი ზოლის მქონე გზის რომელიმე მიმართულებაზე ნაკადი ფერხდება იმის გამო, რომ შემხვედრ ზოლზე მოძრავი ავტომობილი გასწრების მომენტში გადმოდის მის ზოლზე;
- შეზღუდვების ზონების რეგულირება - მოძრაობის ზოლებზე შეზღუდვების შემოღებისა და გაუქმების გარდა საგზაო მოძრაობის ხასიათზე მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს ნიშნების მოქმედების ზონების ზომებსაც. მათი რეგულირებით საშუალება გვექნება მივაღწიოთ საგზაო მოძრაობის პარამეტრების ოპტიმალურ მნიშვნელობებს.
- ნაკლებინტენსიური მიერთებების დროებით გადაკეტვა - მოძრაობის მთავარ ზოლებზე სატრანსპორტო ნაკადის პარამეტრებზე მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს მიერთებებიდან შემომავალი სატრანსპორტო ერთეულები. მიერთების სქემის სრულყოფის მიუხედავად, ძირითად ნაკადში შერწყმისას, მიერთებიდან შემომავალი ავტომობილი იწვევს ნაკადის სიჩქარის შემცირებას, სიმკვრივის ზრდას და სხვა გვერდით მოვლენებს. აღნიშნულის გამო, ძირითად მიმართულებებზე ნაკადის დიდი სიმკვრივეების დროს მოძრაობის პარამეტრების სასურველ დონეზე შესანარჩუნებლად, ზოგ შემთხვევაში საჭირო ხდება მიერთებებიდან შემომავალი ნაკადის გარკვეული დროით შეჩერება.
- შუქნიშნით რეგულირების ჩართვა - განსაკუთრებით გადატვირთულ კვანძებში, როგორებიც ხშირად გვხვდება ქალაქთან მისადგომებთან და ორი დიდი ინტენსივობის მქონე მიმართულების გადაკვეთის ან თავმოყრის ადგილებში, საჭირო ხდება შუქნიშნით რეგულირების შემოღება, თუმცა რეგულირების ეს სახე იშვიათად არის საჭირო ყოველდღე და დღეღამის ყველა საათში. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული კონტროლისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემა საშუალებას იძლევა შუქნიშნით რეგულირება ჩაერთოს მხოლოდ საჭიროების შემთხვევაში და თითოეული შემთხვევისათვის დამოუკიდებლად შეირჩეს

ფაზების ხანგრძლივობები თითოეული მიმართულებისათვის.

კმას-ის ძირითადი კომპიუტერის მიერ გამომუშავებული მმართველი გადაწყვეტილებების მიღების შემდეგ სისტემის ძირითადი ამოცანა არის მათი საშუალების საგზაო მოძრაობის პროცესის რეგულირება. რეგულირების განხორციელება უნდა მოხდეს რაც შეიძლება ოპერატიულად, ამიტომ სასურველია პროცესი წარიმართოს ავტომატურ რეჟიმში, ე.ი. თვითონ კომპიუტერმა განახორციელოს მმართველი ზემოქმედებების გადაცემა დანიშნულების ადგილზე. წინა პარაგრაფში აღნიშნული არის, რომ მმართველი გადაწყვეტილებების მეშვეობით საგზაო სიტუაციის მართვა გულისხმობს გზის საჭირო მონაკვეთზე მომენტისათვის საჭირო საგზაო ნიშნების გამოყენებასა და შუქნიშნის პოსტის შესაბამისი რეჟიმით ჩართვას.

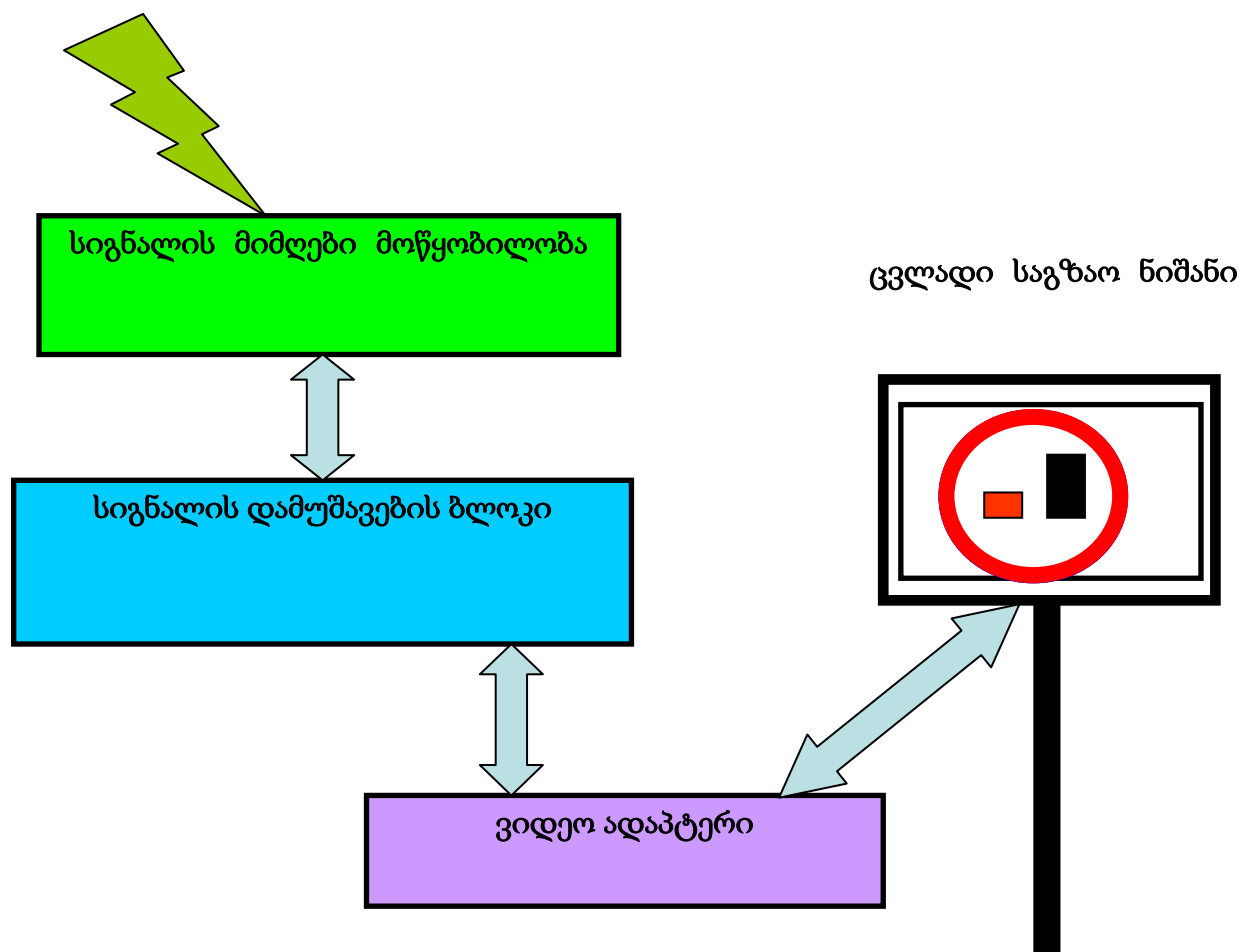
საგზაო ტრასის შესწავლის პროცესში გამოვლენილი იქნა საკვანძო წერტილები, რომლებშიდაც განლაგებული იქნება კმას-ის აპარატურული უზრუნველყოფის მარეგისტრირებელი და მარეგულირებელი ნაწილები. კვლევებმა დაადასტურა, რომ მარეგისტრირებელი მოწყობილობების (ავტომატური პოსტების) განლაგების ოპტიმალურ ადგილებად შეიძლება განვიხილოთ ძირითადი სატრანსპორტო კვანძების მისადგომები. მარეგულირებელი მოწყობილობების განლაგების ადგილები დამოკიდებული არის გადასარბენების სიგრძეებზე, მიერთებების არსებობასა და შემომავალი ნაკადების პიკურ ინტენსივობებზე, გზის საფარის მდგომარეობაზე, არსებულ და მოსალოდნელ პიკურ ნაკადებზე და სხვა ფაქტორებზე.

კვლევები აჩვენებენ, რომ გზის ამა თუ იმ მონაკვეთზე შექმნილი საგზაო სიტუაციის მიხედვით ერთსა და იმავე ადგილას დროის სხვადასხვა მომენტში საჭიროა საგზაო ნიშნების ცვლა. ეს ცვლილება შეეხება არა მარტო ნიშნების ხასიათს (ამკრძალავი, მიმთითებელი, საინფორმაციო, შემზღუდავი), არამედ ნიშნების მნიშვნელობებსაც (მაქსიმალური ან მინიმალური სიჩქარეების მნიშვნელობები, გავრცელების ზონა, გასწრების შეზღუდვის ხასიათი და სხვა). ამგვარი, დიფერენცირებული ხასიათის ცვლილებები საშუალებას მოგვცემენ ნაკადის მოძრაობის პარამეტრები მაქსიმალურად მივუახლოვოთ ოპტიმალურ მნიშვნელობებს.

ამგვარად კმას-ის სისტემის ფუნქციონირებისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ

ცვლადი საგზაო ნიშნები. ჩვენთვის ცნობილი არცერთი ცვლადი საგზაო ნიშანი არ აკმაყოფილებს ზემოთგანხილულ მოთხოვნებს, ამიტომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული არის ცვლადი საგზაო ნიშნების სახით გამოყენებული იქნას სპეციალური შუქტაბლოები. თანამედროვე ტექნოლოგიები იძლევიან იმის შესაძლებლობას, რომ დამზადდეს თხევადკრისტალური, ლაზერული ან თუნდაც ელექტრონულმილაკიანი ეკრანები, რომლებზეც შეიძლება გამოსხივდეს ნებისმიერი ხასიათის საგზაო ნიშანი [29, 32, 34].

მაღალსიხშირული რადიოკავშირის გამოყენება საშუალებას იძლევა კომპიუტერიდან ციფრული სიგნალი უშუალოდ გადაიცეს ტრასაზე განმარტოებით მდგომ უნივერსალურ ნიშანში და გადაცემული ინფორმაციის საფუძველზე გამოსხივდეს საჭირო საგზაო ნიშანი. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული უნივერსალური საგზაო ნიშნის პრინციპიალური სქემა მოცემულია ნახ. 2.3.-ზე.



ნახ.2.3. ცვლადი საგზაო ნიშნის სქემა

უნივერსალური ნიშანი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:



1. ეკრანი, რომელიც წარმოადგენს კომპლექსის ძირითად ნაწილს;
2. კომპიუტერიდან გადაცემული ციფრული სიგნალის მიმღები აპარატურა;
3. მიღებული სიგნალის დამამუშავებელი ბლოკი (მიკროპროცესორი), რომელიც მოახდენს მიღებული ინფორმაციის დამუშავებას, ამოიცნობს გამოსასხივებელი ნიშანის სახეს, გამოიმუშავებს საჭირო ელექტრულ სიგნალს ვიდეოადაპტერისათვის;
4. ეკრანის ვიდეოადაპტერის ბლოკი, რომელიც მართავს ვიზუალური ინფორმაციის აღწარმოების პროცესს.

### 2.3. მოპოვებული ოპერატიული ინფორმაციის გადაცემა;

საერთოდ ინფორმაციის ელექტრონული სახით გადაცემისათვის საჭიროა საკომუნიკაციო არხები, რომელთა საშუალებით ელექტრული სიგნალი გადაიცემა ერთი ადგილიდან მეორეზე. საკომუნიკაციო არხის გამტარუნარიანობის ძირითადი მახასიათებელია იმ ბიტების რაოდენობა, რომელთა გადაცემა შესაძლებელია 1 წამის განმავლობაში ანუ ბიტი წამში (ბიტი/წმ). ჩვეულებრივი სატელეფონო ხაზის საშუალებით წამში შესაძლებელია 9600 ბიტის გადაცემა. ბიტი/წამში ხშირად მოიხსენიება როგორც «ბოდი» (baud). საკომუნიკაციო არხები განსხვავდებიან მათი ტექნიკური აღჭურვილობის მიხედვით, რომლებიც განსაზღვრავენ ინფორმაციის გადაცემის ხერხებს და ფიზიკურ საფუძველს. აღნიშნული მახასიათებლები მიხედვით საკომუნიკაციო არხები შეიძლება იყოს შემდეგი სახის [36]:

1. სატელეფონო ხაზი - შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც ხმოვანი სიგნალის ასევე ელექტრონული მონაცემების გადასაცემად;
2. ოპტიკური კაბელი - ისევე როგორც სატელეფონო ხაზი, გამოიყენება სხვადასხვა სახის ინფორმაციის გადასაცემად. ინფორმაცია მასში ვრცელდება სინათლის იმპულსებით. აღნიშნული სახის კაბელები ხასიათდებიან გადაცემის დიდი

სისწრაფით, დიდი გამტარუნარიანობით და ინფორმაციის დამახინჯების ნაკლები მაჩვენებლით;

3. კოაქსიალური კაბელი - განკუთვნილია მონაცემების დიდი სისწრაფით გადასაცემად ციფრულ ფორმატში, მცირე მანძილებზე. იგი გამოიყენება ლოკალური ქსელების შესაქმნელად;
4. მაღალსიხშირული რადიოკავშირი - მონაცემთა გადაცემა ხდება ელექტრომაგნიტური ტალღებით. გადაცემისათვის გამოიყენება სპეციალური რადიოსადგურები და გეოსტაციონალური თანამგზავრები. თანამგზავრული სისტემა საშუალებას იძლევა სიგნალი გავრცელდეს მთელი დედამიწის მასშტაბით.

შესაძლებელია ოთხივე ტიპის საკომუნიკაციო არხის კომბინაცია ან კომბინაცია ნებისმიერი თანმიმდევრობით.

დისკრეტული შეტყობინებისათვის დამახასიათებელია ცალკეული ელემენტების არსებობა, რომელთა მეშვეობით დროის დისკრეტულ მომენტში ყალიბდება სხვადასხვა მიმდევრობები, რომლებიც თავის მხრივ არიან ინფორმაციის ძირითადი მატარებლები. ინფორმაციის დისკრეტული ფორმით წარმოდგენისას მის ცალკეულ ელემენტებს შეიძლება მიენიჭოს ციფრული მნიშვნელობები. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ციფრულ ინფორმაციასთან.

ნებისმიერი სახის ინფორმაციის დამუშავება ხდება ციფრულ-გამოთვლითი მანქანების გამოყენებით, რის გამოც ყველა სახის ინფორმაცია კოდირებული უნდა იყოს ციფრული ფორმით.

კომპიუტერს არ შეუძლია უშუალოდ აღიქვას ამა თუ იმ ენაზე შედგენილი ტექსტი ან რაიმე ციფრული მონაცემები. მას აქვს თავისი საკუთარი ენა, რომელიც საუკეთესო საშუალებაა ელექტრონული კომუნიკაციისათვის. ამ ენაში ბიტები თანმიმდევრობით არის დაჯგუფებული და წარმოქმნიან კოდირების სისტემას. იგი შედგენილია ალფავიტური, ციფრული და სპეციალური სიმბოლოებისათვის. კოდირების ერთერთი პირველი სისტემაა შვიდი ბიტისაგან შედგენილი კოდი, ASCII- სისტემა (American Standard Code for Information Interchange). მაგალითად, ამ კოდის მიხედვით „B“ სიმბოლო წარმოდგენილი იქნება შემდეგი სახით «1000010», ხოლო სიმბოლო “3” «0110011».

ასოები, ციფრები და სპეციალური სიმბოლოები ერთიანდებიან ალფავიტურ-

ციფრულ სიმბოლოების ჯგუფში. კოდირების პროცესი კომპიუტერში ხორციელდება ავტომატურად. როცა კლავიატურაზე ხელს ვაჭერთ შესაბამის სიმბოლოს ხდება სიგნალის კოდირება ორობით კოდში. ინფორმაციის ეკრანზე ან სხვა მოწყობილობაზე გამოყვანისას ხდება შებრუნებული პროცესი. თითოეული სიმბოლოს კოდი კომპიუტერში წარმოდგენილია სტანდარტული კოდების სახით, მაგალითად ASSCII და ASSCII-8 კოდებში.

ASSCII კოდი ყოველი სიმბოლოსათვის იყენებს 7 ბიტს, ამიტომ ამ კოდში შეიძლება  $2^7=128$  სიმბოლოს კოდირება, ხოლო ASSCII-8 იყენებს 8 ბიტს (1 ბაიტს) და შეუძლია წარმოადგინოს  $2^8=256$  სიმბოლო.

ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება და კოდირების სისტემების სტანდარტიზაცია საშუალებას იძლევა საგრძნობლად გამარტივდეს ინფორმაციის გადაცემა, შენახვა და დამუშავება.

ინფორმაციული ნაკადების სივრცეში გადაადგილება ხდება სტელეკომუნიკაციო საშუალებებით, რომელთაგან ყველაზე ხშირად გამოიყენება სატელეფონო ხაზები და მაღალსიხშირული რადიოკავშირგაბმულობა. ასეთი გადაცემის დროს ხდება ელექტრული სიგნალის ანალოგური მოდულაცია ანუ მოდულაცია სიხშირისა და ამპლიტუდის მიხედვით. ინფორმაციის გადამუშავება ეგმ-ებში ხდება ციფრულ ფორმატში, რის გამოც მათი დაკავშირებისათვის გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობები - მოდემები (modem-modulator-demodulator). მათი საშუალებით ხდება კომპიუტერიდან გამომავალი ციფრული სიგნალის გარდაქმნა საკომუნიკაციო არხისათვის მისაღებ ანალოგიურ სიგნალად, ხოლო არხიდან მიღებული ანალოგური სიგნალისა - ციფრულად [39, 104].

ინფორმაციის დამუშავებისათვის ციფრული ტექნიკის გამოყენებამ თავისი ზეგავლენა იქონია გადაცემისა და დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესზე. ციფრული სახით ინფორმაციის გადაცემისაკენ გადახრა მოხდა სამოციანი წლების დასაწყისში, როცა ნაჩვენები იქნა, რომ გამტარების წყვილში ინფორმაცია შეიძლება გადაცემული იქნას 1,5 მბიტი/წმ სიჩქარით 2 კმ მანძილზე და ამასთან დაშვებული იქნას მინიმალური რაოდენობის შეცდომები. ამრიგად გამტარების უმარტივესი წყვილი, რომლითაც ჩვეულებრივ გადაიცემოდა ერთი სატელეფონო საუბარი, ციფრული გადაცემის გამოყენებისას შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც მძლავრი საკომუნიკაციო არხი. მისი საშუალებით შესაძლებელი ხდება

ერთდროულად 24 სატელეფონო საუბრის გადაცემა. ამ სისტემაში თითოეული სატელეფონო საუბრის სიგნალი დისკრეტიზირდება 8000-ჯერ წამში და სიგნალის თითოეული კვანტი გადაიცემა ორობითი კოდით ჩაწერილი ციფრის სახით. ასეთ პროცესს ეწოდება იმპულსურ-კოდური მოდულაცია და მასში ყოველი ორობითი რიცხვი წარმოადგენს შესაბამისი ანალოგური სიგნალის ძაბვის ამპლიტუდის მნიშვნელობას დროის განსაზღვრული მომენტისათვის [39].

ინფორმაციული ტექნოლოგიების ფართოდ დანერგვის გამო ეთერი სულ უფრო ივსება სიგნალებით. მხოლოდ ინფორმაციის ციფრული სახით გადაცემას შეუძლია საკომუნიკაციო არხების ოპტიმალურად გამოყენება, რადგან საშუალებას იძლევა ერთი საკომუნიკაციო არხით ერთდროულად მოხდეს რამდენიმე ინფორმაციული ნაკადის ერთდროულად გადაცემა. მაღალსიხშირული რადიოკავშირის, ტალღაგამტარების და ოპტიკურბოჭკოვანი საკაბელო კავშირის გამოყენებისას წარმოიქმნება მრავალსიხვიანობის პრობლემა, რომელიც გამოწვეულია ინფორმაციის მატარებლის მრავალჯერადად არეკვლის გამო. ციფრული გადაცემის საშუალებით აღნიშნული პრობლემაც იოლად გადაიჭრება, რადგან საშუალება გვაქვს აღვადგინოთ დამახინჯებული (არეული) სიგნალი. ამჟამად მსოფლიოში გადაცემული სიგნალების 80-85 პროცენტი ციფრულია, რადგან ნებისმიერი სახის ინფორმაციის გადამუშავება ხდება ციფრულ აპარატურაზე.

კავშირგაბმულობის სისტემებში ციფრული სიგნალების მიმოქცევა გულისხმობს მათ შეკრებას, გადაცემასა და დამუშავებას. სიგნალების დამუშავება ხდება გადაცემის ტექნოლოგიური პროცესის თითქმის ყველა ეტაპზე. ინფორმაციის მოპოვების და შეყვანის ტექნიკური საშუალებების კონსტრუქციიდან და მოქმედების პრინციპიდან გამომდინარე თავდაპირველად ელექტრონული ინფორმაცია ფორმირდება ანალოგური სიგნალის სახით და საჭირო ხდება გადამცემ ტერმინალებში მათი ციფრული სახით წარმოდგენა ანუ ციფრული კოდირება. ამ უკანასკნელს ასრულებენ ციფრული ფილტრები, რომლებიც წარმოადგენენ რთულ ელექტრულ სქემებს [25].

რადიოკავშირი შესაძლებელია ორგანიზებული იქნას რადიოტელეგრაფის, ლოკალური რადიოტელეფონის ან რადიოტელეფონის პრონციპით. რადიოკავშირი შეუცვლელია საზღვაო ტრანსპორტის მუშაობის ორგანიზაციის საქმეში. მაღალსიხშირული რადიოტელეფონის გამოყენება ხელსაყრელია საავტომობილო

ტრანსპორტზე არა მარტო ადგილობრივი, არამედ საერთაშორისო გადაზიდვების მართვისას. იგი საშუალებას იძლევა სწრაფად დამყარდეს ორმხრივი კავშირი სატრანსპორტო საშუალების მძღოლსა და სადისპეჩერო პუნქტს შორის. საავტომობილო ტრანსპორტზე გამოიყენება აგრეთვე ულტრამოკლე ტალღებიანი რადიოსადგურები, რომლებიც საიმედოდ მუშაობენ მხოლოდ განსაზღვრულ მანძილებზე და გამოიყენებიან ხმოვანი ინფორმაციის გადასაცემად. ასეთი კავშირგაბმულობა ძირითადად გამოიყენება ტექსტომოტორული გადაყვანების ან მოსახლეობის ექსპედიტორული მომსახურების ორგანიზაციისას [23, 25].

მართვის ავტომატური სისტემებში ძირითადად გამოიყენება საქალაქო სატელეფონო ქსელი და რადიოსატელეფონო კავშირგაბმულობა. საქალაქო ქსელის გამოყენება მიზანშეწონილია ქალაქის პირობებში.

რადიოკავშირი შესაძლებელია ორგანიზებული იქნას რადიოტელეგრაფის, ლოკალური რადიოტელეფონის ან რადიოტელეფონის პრინციპით. მაღალსიხშირული რადიოტელეფონის გამოყენება ხელსაყრელია საავტომობილო ტრანსპორტზე. იგი საშუალებას იძლევა სწრაფად დამყარდეს ორმხრივი კავშირი საკონტროლო პუნქტს და ცენტრალურ კომპიუტერს შორის [23, 25].

ჩვენს მიერ შემუშავებული სქემის ექსპლუატაციის სხვადასხვა შემთხვევაში შესაძლებელი არის გამოყენებული იქნას საკომუნიკაციო არხების სხვადასხვა სახეობები. თუ კმას-ი განკუთვნილი იქნება შიგასაქალაქო სატრანსპორტო მოძრაობის ორგანიზაციისათვის, მაშინ მიზანშეწონილი იქნება საქალაქო სატელეფონო ქსელის გამოყენება. ამ გზით მიიღწევა კომუნიკაციაზე გაწეული ხარჯების მნიშვნელოვანი შემცირება. იმ შემთხვევისათვის კი, როცა კმას-ი გამოიყენება სამაგისტრალო მოძრაობის კონტროლისა და მართვისათვის სატელეფონო ქსელის გამოყენება გაძნელებულია, მეტიც თითქმის შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში ეფექტური იქნება მაღალსიხშირული რადიოკავშირის ან სულაც ფიჭური სატელეფონო კავშირგაბმულობის ქსელის გამოყენება [36, 38].

### თავი 3.

#### პროგრამული უზრუნველყოფა

##### 3.1 ინფორმაციის დამუშავება

კომპიუტერს არ გააჩნია ცნობიერება და ნება. მისი დახმარებით ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა მისი მუშაობის მართვა და იმ მოქმედებების წინასწარი განსაზღვრა, რომელთა შესრულებაცაა საჭირო ამ პროცესში. კომპიუტერისთვის ჩაწერილი მითითებების კომპლექსი წარმოგვიდგება კომპიუტერული პროგრამის სახით [36].

პროგრამა ეწოდება კომპიუტერისათვის გასაგებ ენაზე ჩაწერილ ალგორითმს. იგი განსაზღვრავს, თუ რა მოქმედებები, როგორი თანმიმდევრობით და რა მონაცემებით უნდა შეასრულოს გამოთვლითმა მანქანამ იმისათვის, რომ მიიღოს საძიებელი შედეგი. პროგრამის შედგენა წარმოადგენს რთულ სამუშაოს, რომელსაც ასრულებენ სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტები. პროცესი იწყება ამოცანის დასმით [36].

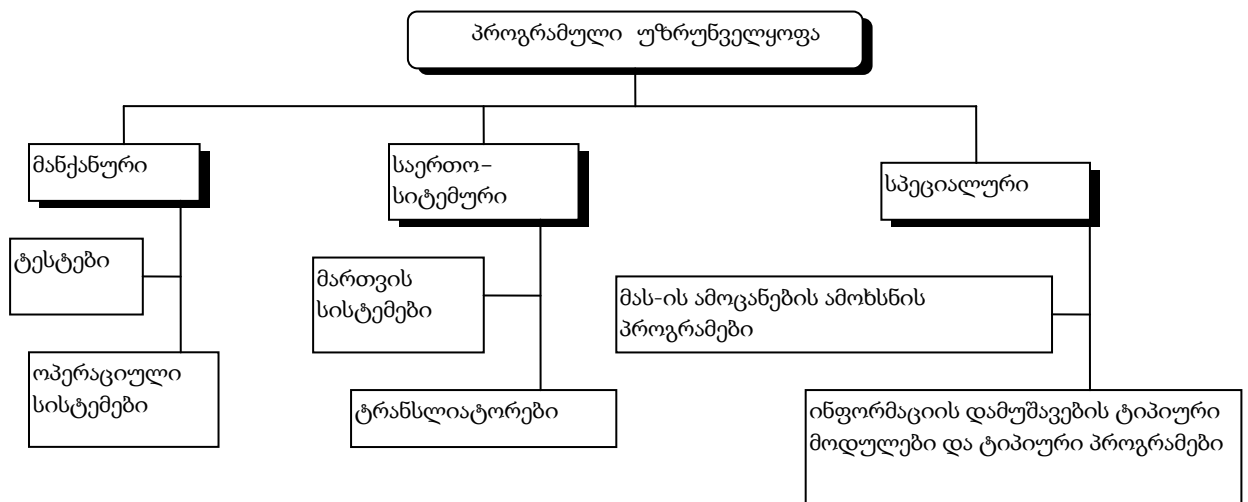
ამოცანის დასმა გულისხმობს მართვის სისტემის ანალიზს და ამოსახსნელი ამოცანების დაწვრილებით აღწერას. ამ დროს აუცილებელია ინფორმაციული ბაზების სტრუქტურის და მისი შექმნის და განვითარების თანმიმდევრობის გათვალისწინება.

ფორმალიზაცია უზრუნველყოფს ამოცანის დასმის მიზმას კომპიუტერზე ამოხსნის პირობებთან. ამისათვის ითვალისწინებენ საწყისი მონაცემების მოცულობასა და სპეციფიკას, განსაზღვრავენ პირობითი აღნიშვნების სისტემას, დაადგენენ ამოსახსნელი ამოცანების კლასს [36, 38].

ამოხსნის მეთოდის არჩევა ნიშნავს ისეთი ალგორითმის მოძებნას, რომლის მიხედვით საწყისი მონაცემები გარდაიქმნებიან მოსალოდნელ შედეგად. ალგორითმი არის მოქმედებების ზუსტი აღწერა, რომელიც განსაზღვრავს გაანგარიშების პროცესს. პროგრამის შედგენა მდგომარეობს ალგორითმის ჩაწერაში მანქანისათვის მისაღები ფორმით. ამისათვის გამოიყენება პროგრამირების რომელიმე ენა. ბოლო ეტაპი არის ჩაწერილი პროგრამის გამართვა, რომელიც საჭიროა პროგრამირებისა და ჩაწერის პროცესში დაშვებული შეცდომების გასასწორებლად [38].

პროგრამული უზრუნველყოფა წარმოადგენს მართვის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამების ერთობლიობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ სისტემის ტექნიკური საშუალებების ფუნქციონირებას. პროგრამული უზრუნველყოფის

საფუძველს შეადგენს სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც ახდენს მას-ის ყველა ფუნქციონალური ქვესისტემების ამოცანების ამოხსნას. თუმცა სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა უშუალოდ დაკავშირებულია ტექნიკურ საშუალებებთან და მის გარდა სისტემას სჭირდება სხვა პროცესების განხორციელება. ამიტომ მას-ის პროგრამული უზრუნველყოფა შეიძლება განვიხილოთ სამი ძირითადი: მანქანური, საერთოსისტემური და სპეციალური ჯგუფის ერთობლიობა. თითოეული ჯგუფის პროგრამული უზრუნველყოფა თავის მხრივ შედგება პროგრამებისაგან, რომელთა სპეციფიკა და დანიშნულება განისაზღვრება შესასრულებელი ფუნქციებით. მას-ის პროგრამული უზრუნველყოფის სტრუქტურა შეიძლება მოცემული იყოს ნახ.3.1-ზე სქემით [38, 42]:



ნახ.3.1. პროგრამული უზრუნველყოფის სტრუქტურა

მანქანური პროგრამული უზრუნველყოფა მოწოდებულია ორგანიზაცია გაუკეთოს გამოთვლითი ტექნიკის ეფექტურ გამოყენებას. იგი განახორციელებს პროგრამების გამართვის ფუნქციებს, ამზადებს და გაშვებაზე უშვებს მუშა პროგრამებს. მანქანური პროგრამული უზრუნველყოფა მოიცავს ტესტურ პროგრამებს და ოპერაციულ სისტემებს. ტესტური პროგრამები ემსახურებიან აპარატურის გამართულ მუშაობას. ისინი ამოწმებენ კომპიუტერსა და მასთან შეერთებულ სხვა აპარატურას და მონიტორზე გამოაქვთ შეტყობინებები გაუმართაობების შესახებ. ოპერაციული სისტემების დაიშნულება პროგრამების გამოთვლით სისტემაში გავლის და აპარატურის ფუნქციონირების უზრუნველყოფა. იგი ახდენს სისტემის მუშაობის ავტომატიზაციას [42].

საერთოსისტემური პროგრამები ახდენენ ავტომატიზებული მართვის სისტემის მთლიანი კომპლექსის შეთანხმებული მუშაობის ორგანიზაციას. მათ რიცხვს განეკუთვნება ტრანსლიატორები (რომლებიც ახდენენ პროგრამირების ენიდან მანქანურზე პროგრამების გადათარგმნას და პირიქით) და მართვის სისტემების ე.წ. «დრაივერების» კომპლექსი (რომლებიც განკუთვნილი არის ინფორმაციის შეტანა-გამოტანის, სისტემასთან ადამიანის ურთიერთობის, შედეგების ხელსაყრელი ფორმით წარმოდგენის და სხვა ოპერაციების პროცესის ორგანიზაციისათვის).

სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა წარმოდგენილი არის საწყისი პროგრამების სახით, რომლებიც ამოხსნიან მართვის ავტომატიზებული სისტემის ძირითად ამოცანებს. ასეთი პროგრამები შეიძლება შემუშავებული იქნას ცალ-ცალკე თითოეული ამოცანისათვის, ან გამოყენებული იქნას მზა სტანდარტული პროგრამების პაკეტები, რომლებიც შედგენილია ამოცანების მოცემული კლასისათვის [42].

### **3.2. ავტომობილების ნაკადების მოძრაობის მოდელირება გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით.**

გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებამ ხელი შეუწყო საგზაო მოძრაობისათვის დამახასიათებელი სხვადასხვა პროცესების მათემატიკური მოდელების შექმნის პროცესის დაჩქარებას. მოდელირების ძირითად უპირატესობას წარმოადგენს: ამოცანების ამოხსნის ტემპის დაჩქარება, იმ ამოცანების ამოხსნის შესაძლებლობა, რომლებიც არ იხსნება ანალიზურად; ავტომობილების ნაკადების მოძრაობის კვლევა და იმიტაცია ნატურული ექსპერიმენტების გარეშე; ავტომობილების ნაკადის ქცევის პროგნოზირება; დიდი რაოდენობით სხვადასხვა სახის ინფორმაციის მიღების შესაძლებლობა; ნაკადში ავტომობილებს შორის ურთიერთქმედების სახეების შესწავლა; ნებისმიერი სიტუაციის აღწარმოების შესაძლებლობა [84].

მოდელირებისას შეიძლება რეალიზებული იქნას შემდეგი სახის მოდელები: დეტერმინირებული; მათემატიკური მოლოდინის; სტატისტიკური და იმიტაციური [94, 95].

დეტერმინირებული                      მოდელირება                      გულისხმობს                      ალგებრული



დამოკიდებულებების საფუძველზე კომპიუტერის საშუალებით ჩატარებულ გამოთვლებს. მათემატიკური მოლოდინის მოდელების საფუძველზე კომპიუტერის დახმარებით გამოითვლება ავტომობილების ნაკადის, როგორც ალბათური პროცესის პარამეტრების, თვისებების მათემატიკური მოლოდინის სიდიდე. სტატისტიკური მოდელირებისას ავტომობილების ნაკადში მიმდინარე ყველა მოვლენა განიხილება, როგორც შემთხვევითი. ასეთი მოდელირებისას კომპიუტერის საშუალებით შეისწავლება შემთხვევითი მოვლენების ურთიერთქმედება. იმიტაციური მოდელირება წარმოადგენს სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის პროცესის ლოგიკური კავშირების ზოგად წარმოდგენას. იგი გარკვეულწილად აერთიანებს ზემოთ ჩამოთვლილ ყველა მოდელებს. ყველა ჩამოთვლილი მოდელები შეიძლება გამოყენებული იქნას ავტომობილების ნაკადის მოძრაობაზე საგზაო პირობების გავლენის შესწავლის პროცესში.

მოდელირების დიდ უპირატესობად ითვლება ისიც, რომ შესაძლებელი არის ხელოვნური ექსპერიმენტის ჩატარება კომპიუტერის გამოყენებით. ეს საშუალებას იძლევა შევამციროთ შრომითი და დროის დანახარჯები, აგრეთვე კვლევის ხარჯები ნატურულ ექსპერიმენტთან შედარებით. თუმცა მიუხედავად მოდელირების დიდი შესაძლებლობებისა, საჭიროა სწორად შევაფასოთ ამ მეთოდის გამოყენების აუცილებლობა. მოდელირება გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა არ გვაქვს ანალიზური დამოკიდებულებები; საჭიროა დიდი რაოდენობის გამოთვლები და ანალიზური დამოკიდებულებების გამოყენება; რთული ურთიერთდამოკიდებულებების კვლევა [94].

გზის პროექტირებასთან დაკავშირებული რთული, კომპლექსური ამოცანების გადაჭრისას, როცა საჭიროა შეფასდეს დიდი რაოდენობის საპროექტო გადაწყვეტილებების ვარიანტები, მოდელირებისა და კომპიუტერის გამოყენება აუცილებელიც კი ხდება.

ისეთი ამოცანების ამოხსნისას, რომლებშიდაც ცალკეული ავტომობილების და ავტომობილების ნაკადების მოძრაობა განიხილება როგორც შემთხვევითი პროცესი, ყველაზე პერსპექტიულია უნიფიცირებული იმიტაციური მოდელირების მეთოდის გამოყენება. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რთული სისტემის ფუნქციონირების პროცესის იმიტაცია ხდება არითმეტიკული და ლოგიკური ოპერაციების მეშვეობით. კომპიუტერზე მოდელირების წარმატების საწინდარია

ავტომობილების ნაკადების მოძრაობის თვისებების შესახებ სარწმუნო ნატურული მონაცემების არსებობა.

იმიტაციური მოდელირების მეთოდი ემყარება ფსევდომთხვევითი რიცხვების გამოყენებას, რომელთა გენერირება კომპიუტერში ხდება შემთხვევითი რიცხვების გენერატორით. ავტომობილების ნაკადის მოდელირებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება გზის საწყის კვეთში მათი შემოსვლის ორგანიზებას, რისთვისაც გამოიყენება ერთმანეთის მიდევრობით მოძრავ ავტომობილებს შორის დროითი ინტერვალების განაწილების კანონები. მოდელირებისას შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც განაწილების თეორიული კანონები, ასევე ნატურული ექსპერიმენტებით მიღებული რეალური შედეგები და ფაქტიური სტატისტიკური მონაცემები.

დროითი ინტერვალების სიდიდე განაწილების მოცემული კანონის მიხედვით განისაზღვრება სტატისტიკური მოდელირების საფუძველზე, შემთხვევითი რიცხვების გამოყენებით. მათი მიღება მიზანშეწონილია ალგორითმული პრინციპის გამოყენებით, ანუ სპეციალური ქვეპროგრამით. საჭირო განაწილების მიღება ხდება ნორმალური განაწილების საშუალებით, რომელიც გამომუშავდება კომპიუტერში შემთხვევითი რიცხვების გენერატორით [85, 94].

ალბათობის თეორიასა და განსაკუთრებით მასობრივი მომსახურების თეორიაში ყველაზე ხშირად გამოიყენება პუასონის განაწილება. საგზაო სიტუაციის განხილვისას ინტერესს წარმოადგენს განვსაზღვროთ გზის კვეთში ავტომობილების მიმდევრობითი გავლის ინტერვალი. ამ შემთხვევაში შეუძლებელია განისაზღვროს, თუ რამდენი ავტომობილი ვერ გაივლის მოცემულ კვეთში დროის მოცემულ ინტერვალში. სწორედ ამგვარ სიტუაციებში გამოიყენება პუასონის განაწილება. განაწილების ფორმულაში გამოიყენება ეილერის მუდმივა  $e$  [53, 85].

$$e = \frac{1}{0!} + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \dots = 2,7183 \quad (15)$$

ეს რიცხვი წარმოადგენს ნატურული ლოგარითმის ფუძეს. თუ მას ავიყვანთ რაღაც  $m$  ხარისხში, მაშინ შედეგად შეიძლება გამოვსახოთ უსასრულო მწკრივის სახით:

$$e^m = 1 + m + \frac{m^2}{2!} + \frac{m^3}{3!} + \dots \quad (16)$$

იმისათვის, რომ რომელიმე გაშლა ჩაითვალოს ალბათობების განაწილებად, საჭიროა მისი წევრების ჯამი ტოლი იყოს ერთის. იმისათვის, რომ  $e^m$  განაწილება გამოყენებული იქნას ალბათობების გაშლის რანგში აუცილებელია მისი გამოსახულების ორივე მხარე გავყოთ  $e^{-m}$ -ზე. მაშინ მივიღებთ:

$$1 = e^{-m} \left( 1 + m + \frac{m^2}{2!} + \frac{m^3}{3!} + \dots \right) \quad (17)$$

ეს ფორმულა გვაძლევს პუასონის განაწილების წევრების ჯამს, შესაბამისად განაწილების ფორმულას ექნება ზოგადი წევრის გამოსახულების სახე:

$$P(x) = \frac{e^{-m} m^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots \quad (18)$$

იმ შემთხვევებში, როცა საქმე გვაქვს მოვლენების ნაკადებთან მოცემული განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს სხვა, უფრო მოხერხებული სახით. სატრანსპორტო ნაკადებში ალბათური სიდიდეების ალბათობის გამოსათვლელად ხშირად განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$P_n(t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!}. \quad (19)$$

ეს განტოლება გვიჩვენებს  $n$  მოვლენის მოხდენის ალბათობას, რომელიც მიმდინარეობს  $\lambda$  ინტენსივობით დროის  $(0, t)$  ინტერვალში. ეს განაწილება ფართოდ გამოიყენება სატრანსპორტო ნაკადების თეორიაში.

### 3.3. მოდელირების ეტაპები

რაიმე სისტემის მოდელირებისას საჭიროა გავიაროთ ეტაპების გარკვეული თანმიმდევრობა. ამასთან ამ ეტაპების გავლის თანმიმდევრობა არ არის მკაცრად დადგენილი და იგი შეიძლება დაირღვეს. მიუხედავად ამისა ზოგადად შეიძლება განვიხილოთ მოდელირების ეტაპების შემდეგი თანმიმდევრობა [11]:

1. ამოცანის კონკრეტული ფორმულირება ნაცნობი ტერმინებით და სიმბოლოებით. აგრეთვე ყველა შეზღუდვების მითითება;
2. მოდელის აგება, დაშვებების ფორმულირება, ოპტიმიზაციის კრიტერიუმების სამუშაო პროცედურის ან ტრანსპორტის მოძრაობის წესების

შერჩევა.

3. ბლოკსქემის აგება, რომელიც ადგენს ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებს მოდელირებადი სისტემის ელემენტებს შორის.

4. გამომავალი პარამეტრების განსაზღვრა მოდელირების პროგრამისათვის.

5. მოდელირების კომპიუტერული პროგრამის მომზადება.

6. მოდელირებადი სისტემის ექსპერიმენტალური შემოწმებების ჩატარება, ექსპერიმენტის დაგეგმვა ცდების საჭირო რიცხვის და გამოყენებული პარამეტრების სიდიდეების დადგენის მიზნით, სარწმუნო ზღვრების განსაზღვრა.

7. მოდელირებადი სისტემის შეფასება და შემოწმება.

სატრანსპორტო სისტემის კომპიუტერზე მოდელირების მნიშვნელოვან ეტაპს შეადგენს მოდელის აგება. კომპიუტერის როლი გამოიხატება იმაში, რომ ის რეალიზებას უკეთებს მოდელის ამოხსნას, ხოლო პროგრამირება არის მკვლევარსა და კომპიუტერს შორის ურთიერთობის საშუალება. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ არც მოდელი და არც კომპიუტერისათვის შედგენილი პროგრამა არ წარმოადგენენ საბოლოო მიზანს. ისინი მხოლოდ ემსახურებიან არსებული სატრანსპორტო სისტემის კვლევის და ახალის დაგეგმარების რთული გამოთვლითი პროცესის რეალიზებას.

მოდელის აგებისას მნიშვნელოვან როლს თამაშობს გამარტივებების სისტემა. მაგალითად, ავტომობილების ფერების განხილვა გაზრდიდა რეალობასთან სიახლოვეს, მაგრამ ავტომობილების ფერი არ მოქმედებს საგზაო სისტემის ფუნქციონირებაზე იმ ხარისხით, რომ მის განხილვას შეეძლოს რაიმეს შემატება პრაქტიკული ამოცანის ამოხსნისას. მაღალი კლასის კვანძის მოდელირებისას, როცა სატრანსპორტო ნაკადების ურთიერთქმედებები გამორიცხულია, საკმარისია ერთი მიმართულების მოძრაობის მოდელირება. ხშირად მკვლევარებს მოდელში შეჰყავთ ზედმეტი ელემენტები, რაც იწვევს მოდელის არამართებულად გართულებას.

მოდელის აგებისას მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს იმ ძირითადი წესების დადგენა, რომელთა მიხედვითაც შეიძლება გაიზომოს სისტემის სტრუქტურის მოდელირებადი გაუმჯობესების პარამეტრები. ამის მიღწევის საუკეთესო გზაა ხარისხობრივი მაჩვენებლების გამოსახვა შესასწავლი სისტემის პარამეტრების ფუნქციების სახით. ეფექტურობის ასეთ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება: მოძრაობის სიჩქარე, დროითი ინტერვალი, ნაკადის სიმკვრივე, ავტომობილების

რიგის საშუალო სიგრძე და სხვა. მოდელირების დროს შეიძლება მხოლოდ იმ კრიტერიუმების გამოყენება, რომელთა გამოსახვა შესაძლებელია მათემატიკური სახით.

მოდელირების პროცესთან უშუალოდ არის დაკავშირებული შემავალი და გამომავალი ცვლადების განსაზღვრა. შემავალი პარამეტრები შეიძლება დავყოთ ოთხ კატეგორიად: გზის გეომეტრიული პარამეტრები, სატრანსპორტო ნაკადის პარამეტრები, მძღოლების ქცევა და ავტომობილების მახასიათებლები [10].

მნიშვნელოვან გეომეტრიულ პარამეტრებს წარმოადგენს გზის სიმრუდე და დახრილობები, სავალი ზოლების რაოდენობა, მიერთებების კუთხეები, მხედველობის არის სიგრძე, გაქანების ზოლის სიგრძე და სხვა. მნიშვნელოვანი როლი შეიძლება შეასრულონ აგრეთვე “ვიწრო” ადგილების მდებარეობამ და სიგრძემ, გადაკვეთების მოწყობამ და ტიპმა, საგზაო ნიშნების და მოძრაობის რეგულირების სხვა საშუალებების განლაგებამ.

სამი ძირითადი პარამეტრი - სიჩქარე, ინტენსივობა და სიმკვრივე - განსაზღვრავენ სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის პირობებს. მანევრის შემსრულებელი ავტომობილის სიჩქარე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შესრულებულ მანევრზე - ნაკადის გადაკვეთაზე, ნაკადში შესვლაზე ან რიგის შეცვლაზე. გარდა ამისა მანევრის შესრულებისათვის აუცილებელი ავტომობილთაშორისი ინტერვალის სიდიდე პირდაპირპროპორციულია ავტომობილების ფარდობითი სიჩქარის.

მოდელირებად სისტემაში ავტომობილების გრძივი და განივი განაწილება შესაძლებელია ნაკადის ინტენსივობით ან სიმკვრივით. ნაკადში ავტომობილების გრძივი განაწილება გავლენას ახდენს მძღოლის მიერ მოძრაობის სიჩქარის შერჩევაზე. დროითი ინტერვალის შეზღუდვები სიდიდე გვამცავს ნაკადის ინტენსივობას, ხოლო ავტომობილებს შორის დაშორების შეზღუდვები სიდიდე ნაკადის სიმკვრივეს. თუ ავტომობილების მოძრაობა ხდება რამდენიმე რიგად, მაშინ მნიშვნელოვან აქვს მათ განივ განაწილებას, ანუ განაწილებას მოძრაობის ზოლებს შორის [94].

სატრანსპორტო ნაკადის ძირითადი პარამეტრები დაკავშირებულია ავტომობილებისა და მძღოლების მოთხოვნილებებთან, შესაძლებლობებსა და მახასიათებლებთან. მოდელში შეიძლება შეყვანილი იქნას მძღოლის მიერ დასახული

მიზანი. იგი შეიძლება მდგომარეობდეს იმაში, რომ მოახდინოს მოცდის დროის მინიმიზაცია ან უსაფრთხოების მაქსიმიზაცია. უფრო რთულ სიტუაციებში მძღოლის ქცევა შეიძლება არ შეესაბამებოდეს ავტომობილის შესაძლებლობებს. ავტომობილი, რომელსაც არ აქვს შესაძლებლობა გაასწროს წინ მიმავალ, დაბალი სიჩქარით მიმავალ ავტომობილს, იძულებულია შეამციროს სიჩქარე. იმ შემთხვევაში, როცა ჩნდება გასწრების შესაძლებლობა, მოდელის ფარგლებში მნიშვნელობას იძენს ავტომობილის თვისება გაზარდოს სიჩქარე.

### 3.4. ავტომობილების ნაკადების იმიტაციური მოდელირება

ზოგად შემთხვევაში იმიტაციური მოდელირება წარმოადგენს მძლავრ საშუალებას იმ ამოცანათა ამოხსნისას, რომელთა ანალიზური ამოხსნაც შეუძლებელია. იგი ხასიათდება შემდეგი თვისებებით: ჩნდება იმის საშუალება, რომ ინფორმაციის შეუზღუდავი მოცულობებისას ჩატარდეს მოვლენების დეტალური ანალიზი და შევალწიოთ საკვლევი პროცესის არსში, რაც შეუძლებელია ნატურული კვლევების დროს [84];

ჩნდება საშუალება ჩატარდეს ისეთი ექსპერიმენტები, რომელთა ჩატარება რეალურ პირობებში შეუძლებელია სხვადასხვა მიზეზების გამო;

საშუალება გვაქვს მოვახდინოთ სხვადასხვა სიტუაციების პროგნოზირება, რომლებიც შეიძლება მოხდეს მომავალში, მაგრამ ჯერ კიდევ არ მომხდარა რეალობაში;

რეალურ სისტემაში მიმდინარე ხანგრძლივი პროცესები შეიძლება გაანალიზებული იქნას დროის მცირე მონაკვეთში;

იმიტაციური მოდელირება არ არის ისე ძვირადღირებული როგორც ნატურული ექსპერიმენტები;

უმჯობესდება სისტემის ინჟინტური აღქმა რთული საგზაო სიტუაციების კვლევისას.

თუმცა იმიტაციური მოდელირების საშუალებით ამოხსნილია მრავალი ამოცანა, მაინც ძნელია წარმოვიდგინოთ იმიტაციური მოდელირების უნივერსალური პროგრამა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ნებისმიერი

ამოცანის ამოხსნა. ამის მაგიერ იმიტაციას ახდენენ კონკრეტული მიზნებისათვის განკუთვნილი მოდელებით. ასეთი მიზნების მაგალითები შეიძლება იყოს: სატრანსპორტო ნაკადის თეორიული კვლევა, გზების პროექტირება, საგზაო ქსელების პროექტირება, საგზაო მოძრაობის მართვის ეფექტურობის კვლევა, სხვა მოდელების სიზუსტის კვლევა, სხვადასხვა ტიპის მოძრაობის შემადგენლობის გავლენა მოძრაობის პროცესზე, ისეთი ფორმულების სისწორის შემოწმება რომელთა ზუსტი სახეც უცნობია [84].

ცნობილი შემავალი პარამეტრების დროს ავტომობილის მიერ სისტემის გავლის მოდელირების ლოგიკური სქემა შეიძლება დავეყოს სამ ნაწილად: ავტომობილების დაბრკოლებების გარეშე მოძრაობის ლოგიკა; სათაო ავტომობილის უკან მოძრაობის ლოგიკა მოძრაობის რიგის წარმოქმნისას; მანევრირების ლოგიკა ავტომობილების ურთიერთქმედებისას შემხვედრ ან თანამიმართულ ნაკადთან. მოდელირების პროცესში ავტომობილების უმრავლესობისათვის რამდენჯერმე იცვლება მოძრაობის რეჟიმები და ხასიათი. თუმცა ერთ ჯერზე კომპიუტერს შეუძლია მხოლოდ ერთი ლოგიკური არჩევანის გაკეთება. იმისათვის, რომ აკონტროლოს ყველა მოვლენა მოცემული მომენტისათვის აუცილებელია თანმიმდევრობით დამუშავდეს ყველა მოვლენა. სხვა სიტყვებით, საჭიროა სისტემის ფარგლებში დავამუშავოთ ყოველი გადაწყვეტილება ყოველი ავტომობილისათვის მოძრაობის ყოველ რიგში. ეს პროცესი უნდა ჩატარდეს მოცემული თანმიმდევრობით დროის ყოველი განხილული მომენტისათვის.

მოდელი, რომელიც ახდენს რეალური სიტუაციის იმიტაციას, არ შეიძლება განისაზღვროს ერთგვაროვნად. ძალიან რთული სისტემაც კი ზოგჯერ შეიძლება იმიტირებული იქნას მარტივი მოდელით და პირიქით, მარტივი სისტემისათვის შეიძლება საჭირო გახდეს რთული მოდელი დეტალური შესწავლის მიზნით. მოდელის სიზუსტე განსაზღვრული უნდა იყოს მოდელირების მიზნისა და სისტემის მახასიათებლების მიხედვით. მაგალითად ჩქაროსნული მაგისტრალის მოდელირებისას, როცა საჭიროა სატრანსპორტო საშუალებათა ურთიერთქმედების გათვალისწინება, აუცილებელია მოდელის გამოყენება თითოეული ავტომობილისათვის, მაშინ როცა ქალაქის ქუჩების მოდელირებისას, სადაც შუქნიშნებთან ხდება ავტომობილების ჯგუფების დაგროვება, შეიძლება გამოყენებული იქნას მოდელები, რომლებიც ასეთ ჯგუფებს განიხილავს ერთი

ობიექტის სახით. ამ თვალსაზრისით იმიტაციური მოდელები იყოფა სამ ჯგუფად [84]:

მიკროსკოპიული მოდელები, რომლებიც განიხილავენ ცალკეულ სატრანსპორტო საშუალებებს;

მაკროსკოპიული მოდელები, რომლებიც განიხილავენ სატრანსპორტო საშუალებების ჯგუფებს;

სითხის მსგავსი მოდელები, რომლებიც ნაკადის მოძრაობას განიხილავენ სითხის მოძრაობის მსგავსად.

### 3.5. ავტომობილების ნაკადების იმიტაციური მოდელირების ალგორითმი მოძრაობის ორი ზოლის მქონე გზებისათვის

მოძრაობის ორი ზოლის მქონე გზებზე ავტომობილების ნაკადების მოძრაობის თვისებების ცვლილების, მასზე მოქმედი უამრავი ფაქტორის ზეგავლენის უფრო ზუსტი შეფასებისათვის ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა იმიტაციური მოდელირება [51].

გზის შესასწავლ მონაკვეთზე ავტომობილების ნაკადის მდგომარეობა ხასიათდება ერთდროულად ცვლადების ათი ჯგუფით:

I ჯგუფი ახასიათებს ავტომობილების დაშორებას საწყისი პუნქტებიდან, ამასთან ავტომობილების ნომერაცია წარმოებს გზაზე გამოსული პირველი ავტომობილიდან;

II ჯგუფი აერთიანებს ყველა ავტომობილების სიჩქარეებს დროის მოცემულ მომენტში;

III ჯგუფი ახასიათებს მანძილს მოცემული ავტომობილიდან წინ მიმავალ ავტომობილამდე;

IV ჯგუფში მოიცემა დროის ამა თუ იმ მომენტისათვის ავტომობილებს შორის მანძილების საზღვრები;

V ჯგუფი ახასიათებს ავტომობილების სიჩქარეების თანაფარდობას და გასწრების შესაძლებლობის არსებობას;

VI ჯგუფში მოცემულია მოძრაობის რეჟიმების ცვლილების დროითი ინტერვალების სიდიდეები;

VII ჯგუფი გვაძლევს ავტომობილის მოცემულ რეჟიმში შესვლის მომენტებს;



VIII ჯგუფი განსაზღვრავს ავტომობილის გზის მონაკვეთზე გამოსვლის მომენტს;

IX ჯგუფი ახასიათებს ყოველი ავტომობილის მოძრაობის დროს შეზღუდულ პირობებში;

X ჯგუფი განსაზღვრავს თითოეული ავტომობილის დროით დანაკარგებს.

ნაკადი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნებისმიერი რაოდენობის და ტიპის ავტომობილების ერთობლიობა. ჩვენს მოდელში განვიხილება ავტომობილების სამი ტიპი, რომლებიც შეესაბამება მსუბუქ, საშუალო სატვირთო და მძიმე სატვირთო ავტომობილებს [51].

ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებული არის მხოლოდ გზის გეომეტრიულ პარამეტრებზე და საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის საშუალებების არსებობაზე. მოდელირების დროს ნაკადის მდგომარეობა განისაზღვრება დროის ყოველი შუალედური მომენტისათვის. ამასთან მთლიანი ნაკადი დაყოფილია ცალკეულ ავტომობილებად და ყოველ ბიჯზე გამოითვლება მათი სიჩქარე, მდებარეობა, მდგომარეობა და სხვა პარამეტრები. გზის ძირითად ნაწილზე ავტომობილის თავისუფალი მოძრაობის რეჟიმი ირღვევა, როცა ის იწყებს წინ მიმავალი ავტომობილის გასწრებას და ამისათვის გადადის მოძრაობის შემხვედრ ზოლზე, ან როცა გზიდან გადახვევისათვის ის გადადის მოცდის რეჟიმში და ფაქტიურად უკეტავს გზას უკან მომავალ ავტომობილს [51, 84].

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე მოდელირება ხდება შემდეგი სახით:

- ვახდენთ გზის შესასწავლი მონაკვეთის გეომეტრიული ელემენტების კოორდინატების, საგზაო ნიშნებისა და მონიშვნის დაყენების და მოქმედების საზღვრების განსაზღვრას.
- ვადგენთ ნაკადის შესწავლის დროითი მონაკვეთის ხანგრძლივობას და ორგანიზაციას ვუკეთებთ დროის ცვლილებას ნულიდან საბოლოო მნიშვნელობამდე მოცემული ბიჯით;
- მოძრაობის ინტენსივობის მიხედვით ვპოულობთ ავტომობილების გზის მონაკვეთზე შემოსვლის განაწილების კანონს;
- ვახდენთ შემთხვევითი რიცხვის გენერირებას და მისი მნიშვნელობის მიხედვით განვსაზღვრავთ გზაზე შემომავალი ავტომობილის ტიპს;
- დროითი ინტერვალების და გზის ბლოკების გავლის გზით ვპოულობთ ყოველი ავტომობილის მოძრაობის პარამეტრებს დროის ყოველ მომენტში;

- მოდელის რეალიზაციით მიღებული შედეგები ჩაიწერება მიმდევრობითი წვდომის ფაილში (რომელშიც ჩანაწერები განლაგებულია თანმიმდევრობით, ერთმანეთის მიყოლებით), რომლის დამუშავებაც გვამღებს საბოლოო შედეგებს.

მოდელირების შედეგად შეიძლება მიღებული იქნას მონაცემები, რომლებიც ახასიათებენ ავტომობილების ნაკადის მოძრაობის პირობებს. ესენია: ავტომობილების მოძრაობის საშუალო ხანგრძლივობა; თითოეული ტიპის ავტომობილის დროითი დანაკარგები; მთლიანი ნაკადისა და ცალკეული ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე.

მოდელის ჩამოყალიბების და მისი ამოხსნის ალგორითმის შემუშავების შემდეგ ვახდენთ კომპიუტერული პროგრამის შედგენას, რომელიც საშუალებას გვამღებს მოვახდინოთ მოდელის რეალიზება. მოდელირების პროგრამა უნდა პასუხობდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- იგი უნდა უზრუნველყოფდეს სატრანსპორტო სისტემის მოდელირების მარტივ და იაფ მეთოდს;
- უნდა იყოს საკმაოდ ზოგადი იმისათვის, რომ შესაბამისი გეომეტრიული პარამეტრების შეყვანით შესაძლებელი იყოს ნებისმიერი კონფიგურაციის სისტემის მოდელირება;
- ასეთი სისტემის შემავალი მონაცემები უნდა იყოს გასაგები, ხოლო მათი მიღება ხელმისაწვდომი უნდა იყოს იმათთვისაც, რომლებიც არ იცნობენ გამოთვლით ტექნიკას;
- შემავალი მონაცემები უნდა იყოს იოლად გამოთვლადი და უნდა შეიცავდნენ სატრანსპორტო სისტემების შესწავლისათვის აუცილებელ მთელ ინფორმაციას;
- სასურველია პროგრამა ჩაწერილი იყოს მოდულების სახით იმისათვის, რომ საშუალება გვქონდეს შევცვალოთ მისი ერთი ნაწილი დანარჩენებში ჩარევის გარეშე;
- პროგრამაში ახალი მოდულების ჩამატება შესაძლებელი უნდა იყოს მისი ძირეული გარდაქმნის გარეშე;
- პროგრამა ჩაწერილი უნდა იყოს ისეთ უნივერსალურ პროგრამირების ენაზე, რომლის გამოყენება შესაძლებელია კომპიუტერული ტექნიკის სახეობების უმრავლესობაზე.

გზა დაყოფილია ერთეულოვან ბლოკებად, რომელთა სიგანე სავალი ზოლის

სიგანის ტოლია, ხოლო სიგრძე ავტომობილების დაყვანილი სიგრძის ერთი ერთეულის. ამგვარად ავტომობილს შეუძლია დაიკავოს დისკრეტული მდგომარეობების შეზღუდული მდებარეობები. ყოველი ავტომობილის გადაადგილება ხდება იმ ჩანაწერის შეცვლით, რომელიც აჩვენებს მის მდებარეობას. ამისათვის მიმდინარე სიჩქარეს ვამრავლებთ დროის ნაზრდზე, მიღებული მნიშვნელობით ვპოულობთ გადაადგილებისას გავლილი ბლოკების რაოდენობას და ვუმატებთ ავტომობილის მდებარეობის მაჩვენებელს.

პროგრამაში ავტომობილი, რომელიც ხვდება მოძრაობის ზოლის დასაწყისში ღებულობს საიდენტიფიკაციო ნომერს და ინფორმაცია მისი მდებარეობის, სიჩქარის და სხვა პარამეტრების შესახებ ჩაიწერება აღნიშნული ნომრის მქონე მეხსიერების მონაკვეთში. ავტომობილის მიერ გასწრების მანევრის შესრულების განხორციელებისათვის გამოიყენება საიდენტიფიკაციო ნომრების თანმიმდევრობის ცვლილების შესაძლებლობა. მონაცემები იმიტაციური მოდელირების პროცესისათვის დაყოფილი გვაქვს რამდენიმე ჯგუფად:

ინდივიდუალურად ავტომობილებთან დაკავშირებული – სიჩქარე, მაქსიმალური აჩქარება, ტიპი ან ზომა და სხვა.

ზოგადი მახასიათებლები – გასწრება, მოცდა და სხვა;

გზის პარამეტრები – სიჩქარის შეზღუდვა, მიერთებების მდებარეობა, გასწრების აკრძალვა, გრძივი დახრები და სხვა.

პირველი პუნქტის მონაცემების დამახსოვრება ხდება ავტომობილის მდებარეობის მიმდინარე ინფორმაციასთან ერთად.

ყოველი ავტომობილისათვის, დროის ყოველი მომენტისათვის  $DT$  განისაზღვრება აჩქარება  $AAV$ , სიჩქარე გადაანგარიშდება ფორმულით  $VAV+AAV \times DT$  და ავტომობილი წაინაცვლებს  $(VAV+AAV \times DT) \times DT$  მანძილზე. სისტემის ფუნქციონირებისას ავტომობილი ხვდება სხვადასხვა სიტუაციებში, რომლებსაც რეალიზებას უკეთებს პროგრამაში არსებული ქვეპროგრამები. განვიხილოთ ზოგიერთი ქვეპროგრამა უფრო დაწვრილებით.

1. თავისუფალი მოძრაობა: როცა ავტომობილს მოძრაობისას არ ხვდება წინააღმდეგობა შეიძლება გადაადგილდეს მაქსიმალური აჩქარებით.

2. ლიდერის დევნა - როცა ავტომობილის წინ მოძრაობს უფრო დაბალი სიჩქარის ავტომობილი პირველი შეიძლება გადაადგილებული იქნას აჩქარებით,

რომელიც უზრუნველყოფს წინ მიმავალი ავტომობილის კვალში ჩადგომას ან თუ დროითი ინტერვალი განხილულ ავტომობილებს შორის მცირეა, მაშინ უკან მიმავალი ავტომობილი აგრძელებს მოძრაობას წინ მიმავალის სიჩქარით.

3. გასწრების მანევრი - როცა მოცემულ ავტომობილს შეუძლია განავითაროს წინ მიმავალზე მეტი სიჩქარე და გადაადგილდეს მის მიერ განვლილ მანძილზე უფრო შორს, ვახდენთ შემხვედრი ზოლის მიმდებარე ბლოკების შემოწმებას. თუ მანევრის შესასრულებლად საჭირო მანძილზე ყველა ბლოკი ცარიელია, მაშინ ავტომობილი იწყებს გასწრების მანევრის შესრულებას.

4. შერწყმის მანევრი - სრულდება მიმდებარე ბლოკების შემოწმება. თუ მანევრის შესასრულებლად საჭირო მანძილზე ყველა ბლოკი ცარიელია, მაშინ ავტომობილი იწყებს მანევრის შესრულებას.

5. გადახვევა ძირითადი ზოლიდან - მანევრი მსგავსია შერწყმის მანევრისა. ხდება მიმდებარე ბლოკების შემოწმება. თუ გადახვევის შესრულება შეუძლებელია, მაშინ ავტომობილი ჩერდება მიერთების მიმდებარე ბლოკში და მთლიანად იკავებს მას. სხვადასხვა შემთხვევებში გადახვევის შეფერხება იწვევს მოძრაობის ზოლზე სხვადასხვაგვარი სიტუაციების წარმოქმნას. როცა ზოლი ვიწროა, მოძრაობა მთლიანად ფერხდება გადახვევის მანევრის დასრულებამდე. სხვა შემთხვევაში გადახვევისათვის გაჩერებულმა ავტომობილმა შეიძლება არ შეაფერხოს ნაკადის მოძრაობა.

მათემატიკური პროგრამირების ენა QBASIC-ზე შედგენილი, მოდელის რეალიზაციის კომპიუტერული პროგრამა მოცემულია დანართი 1.-ში.

## **თავი IV. პროგრამული უზრუნველყოფის კვლევა**

### **4.1. ავტომობილების ნაკადის მოდელის რიცხვითი კვლევის შედეგები**

მოდელის რიცხვითი რეალიზაცია საშუალებას გვაძლევს გამოვიკვლიოთ ნაკადის მოძრაობის პარამეტრები და გადავწყვიტოთ შემდეგი ამოცანები: ნაკადის ყველა პარამეტრების დამოკიდებულება მოძრაობის ინტენსივობაზე; საპროექტო გადაწყვეტილებების ვარიანტების შეფასება ნაკადის ავტომობილების მოძრაობის

სიჩქარეების მიხედვით; ნაკადის საშუალო მახასიათებლების ცვლილების შეფასება; მოძრაობის ორგანიზაციის საშუალებების და საგზაო ნიშნების დაყენების ახალი ვარიანტების გავლენა საგზაო სიტუაციაზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა საგზაო სიტუაციის მათემატიკური მოდელის რიცხვითი კვლევა, რისთვისაც გამოვიყენეთ არსებული, მათემატიკური პროგრამირების ენის BASIC გამოყენებით შექმნილი, კომპიუტერული პროგრამა. პროგრამაში საშუალება არის გათვალისწინებული იქნას გზის საკვლევი მონაკვეთის გეომეტრიული პარამეტრები, როგორცაა გრძივი დახრის კუთხეები სხვადასხვა მონაკვეთებისათვის. აგრეთვე შესაძლებელია გათვალისწინებული იქნას საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის პარამეტრები: სიჩქარის შეზღუდვა, გასწრების აკრძალვა და სხვა.

კვლევის მიზანი იყო მოდელის გამოყენებით გაგვესაზღვრა, თუ როგორ იცვლება საგზაო სიტუაცია მოძრაობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად. კვლევის პროცესში ხდებოდა მოძრაობის ინტენსივობის ზრდა ნულოვანი მნიშვნელობიდან საგზაო კვანძებში არასასურველი სიტუაციის შექმნის მომენტის შესაბამისი ნაკადის მნიშვნელობამდე. კვანძებში მიერთებების ნაკადები იცვლება ძირითადი მიმართულებების ნაკადების ზრდის პროპორციულად.

კვლევა ჩატარებული იქნა სამ ეტაპად: პირველ ეტაპზე ინტენსივობების ცვლილება ხდებოდა საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის მანამდე, სანამ საგზაო კვანძებიდან ერთერთში არ მოხდებოდა ავტომობილების რიგის წარმოქმნა. მეორე ეტაპისათვის ვახდენთ აღნიშნული კვადის მოძრაობის ორგანიზაციას ახალი სქემით და თავიდან ვიმეორებთ პროცესს. მესამე ეტაპზე ხდება კვანძებში ორგანიზაციის სხვა, უფრო პროგრესული სქემების გამოყენება და გამტარუნარიანობაზე მათი შემოწმება.

კვლევებმა აჩვენა, რომ გზის მონაკვეთის გამტარუნარიანობაზე ძირითადად მოქმედებს საგზაო კვანძებში შექმნილი სიტუაცია, ამიტომ შედეგები მოცემული გვაქვს საკვანძო წერტილებისათვის. საგზაო სიტუაციის დასახასიათებლად საჭიროა ვიცოდეთ, როგორ დამოკიდებულებაში არიან ერთმანეთთან ნაკადის ინტენსივობა, მის შემადგენლობაში შემავალი ავტომობილების სიჩქარეები, დროითი ინტერვალი მათ შორის და ნაკადის სიმკვრივე. შედეგების საჩვენებლად გამოყენებული გვაქვს ორგანოზომილებიანი დიაგრამები. მათი საშუალებით ყოველი კვანძისათვის

მოცემული გვაქვს სამი დამოკიდებულება: 1.დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობაზე, 2.ნაკადის საშუალო სიჩქარის დამოკიდებულება ინტენსივობაზე და 3.ნაკადის საშუალო სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე. თითოეულ დიაგრამაზე ნაჩვენებია გაანგარიშების სამივე ეტაპის შედეგები. მთლიანი ხაზი შეესაბამება მოდელის კვლევის პირველ ეტაპს, წყვეტილი - მეორეს და წერტილწყვეტილი - მესამეს.

გზის საკვლევი მონაკვეთის პირველი საკვანძო წერტილი არის სოფელ ბაშის გადასახვევი (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 256-ე კმ). ეს კვანძი ხასიათდება მიერთებიდან გამომავალი ნაკადის განსაკუთრებული სიმცირით. აღნიშნული ფაქტის გათვალისწინებით კვლევამ გვიჩვენა, რომ გზის ამ მონაკვეთს შეუძლია ძალიან დიდი ნაკადების გატარება. თუმცა, ჩვენ ვითვალისწინებთ მიერთების გამომავალი და შემავალი ნაკადების სიდიდეების პროპორციულ დამოკიდებულებას ძირითად ნაკადებთან და კვლევას წარვმართავთ მიღებული მათემატიკური მოდელის პრამეტრების გათვალისწინებით. ნახ.4.1-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობაზე ბაშის გადასახვევის კვანძისათვის. დიაგრამიდან ჩანს, რომ მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის კვანძს არ შეუძლია გაატაროს 250-300 ავტ/სთ სიდიდის ნაკადზე უფრო დიდი ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ დროისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვანძში არხისებური მოძრაობის შემოდების შემდეგ (მეორე ეტაპი), თუ ჩავთვლით რომ ნაკადის ნორმალურად გატარებისათვის დროითი ინტერვალი არ უნდა იყოს 1,5 წმ-ზე ნაკლები, კვანძის გამტარუნარიანობა არის 450 ავტ/სთ. კვლევის მესამე ეტაპზე, გამტარუნარიანობის შედგომი გაზრდის მიზნით კვანძში ვაპროექტებთ მოძრაობის დამატებით ზოლებს, რაც საშუალებას იძლევა გატარებული ნაკადი გავზარდოთ 800 ავტ/სთ-მდე.

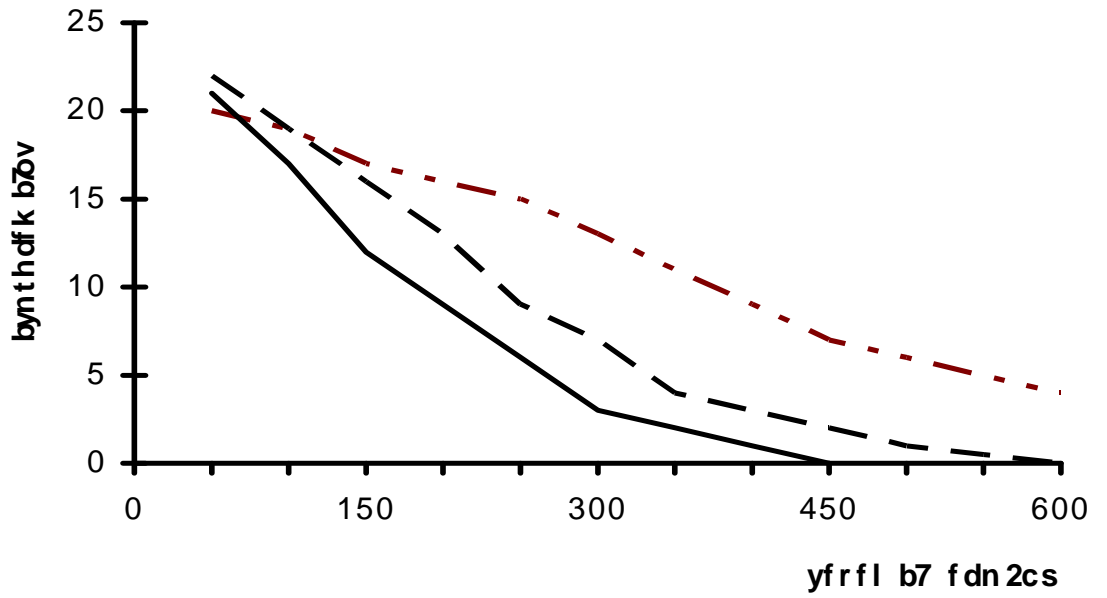
ნახ.4.2 და ნახ.4.3 გვიჩვენებენ, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევი კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

იმავე თანმიმდევრობით მოხდა შესასწავლი გზის მონაკვეთის მეორე, სალიის კვანძის გადასახვევის მათემატიკური მოდელის კვლევა (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 247-ე კმ). ნახ.4.4.-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობასთან სალიის კვანძისათვის. მოძრაობის

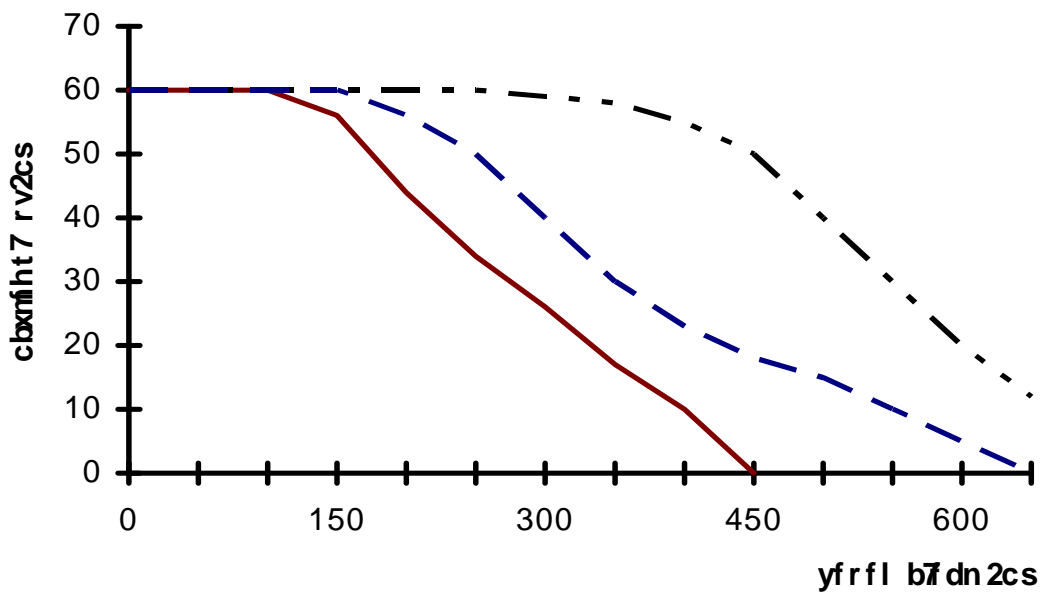
ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის კვანძი შეძლებს გაატაროს 240ავტ/სთ სიდიდის ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ მნიშვნელობაზე მეტი მნიშვნელობებისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვლევის მეორე ეტაპზე კვანძში არხისებური მოძრაობის შემოღების შემდეგ კვანძის გამტარუნარიანობა იზრდება 420 ავტ/სთ-მდე. კვლევის მესამე ეტაპზე, გამტარუნარიანობის შედგომი გაზრდის მიზნით კვანძში ვაპროექტებთ მოძრაობის დამატებით ზოლებს, რაც საშუალებას იძლევა გატარებული ნაკადი გავზარდოთ 550 ავტ/სთ-მდე. ცვლილების ასეთი ხასიათი შეიძლება აიხსნას იმითი, რომ ბაშის გადასახვევთან შედარებით აღნიშნულ კვანძში ბევრად მეტია მიერთებების ნაკადების პროცენტული შეფარდება.

ნახ.4.5. და ნახ.4.6. ნაჩვენებია, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევ კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

მესამე შესასწავლ კვანძს წარმოადგენდა გოდოგნის კვანძი (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 223-ე კმ). სხვა კვანძებისაგან იგი განსხვავდება იმითი, რომ აქ უკვე ორგანიზებული არის არხისებური მოძრაობა. აქედან გამომდინარე კვანძში კვლევა წარიმართა მხოლოდ ორ ეტაპად: 1. მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის და 2. გადამკვეთი ნაკადების განცალკავებისათვის ესტაკადის გამოყენების შემთხვევისათვის. ნახ.4.7.-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობასთან ჭოგნარის კვანძისათვის. მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის კვანძი შეძლებს გაატაროს 450ავტ/სთ სიდიდის ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ მნიშვნელობაზე მეტი მნიშვნელობებისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვლევის მეორე ეტაპზე კვანძის გამტარუნარიანობა ძალიან იზრდება და აჭარბებს 800 ავტ/სთ.

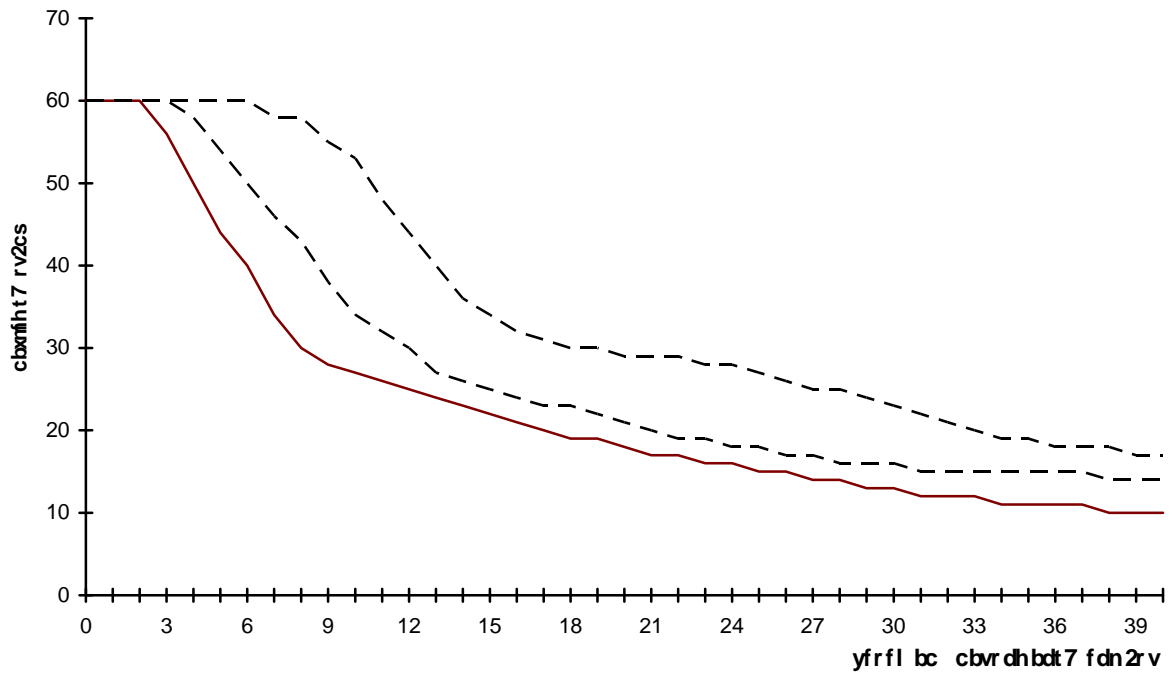


ნახ.4.1. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ბაშის გადასახვევი)

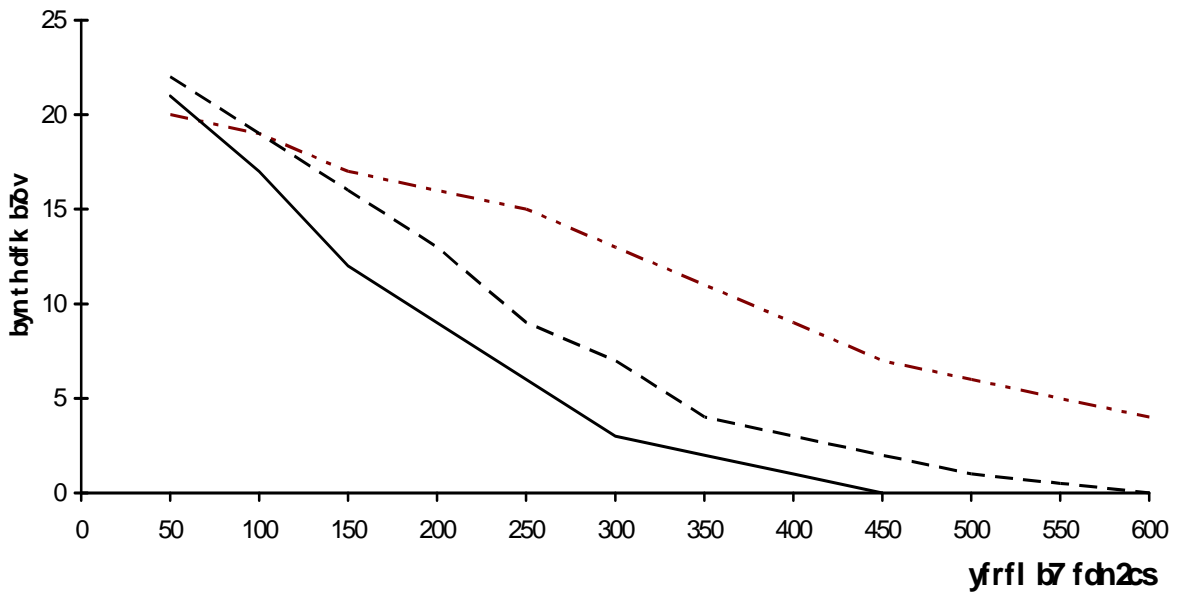


ნახ.4.2. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ბაშის გადასახვევი)

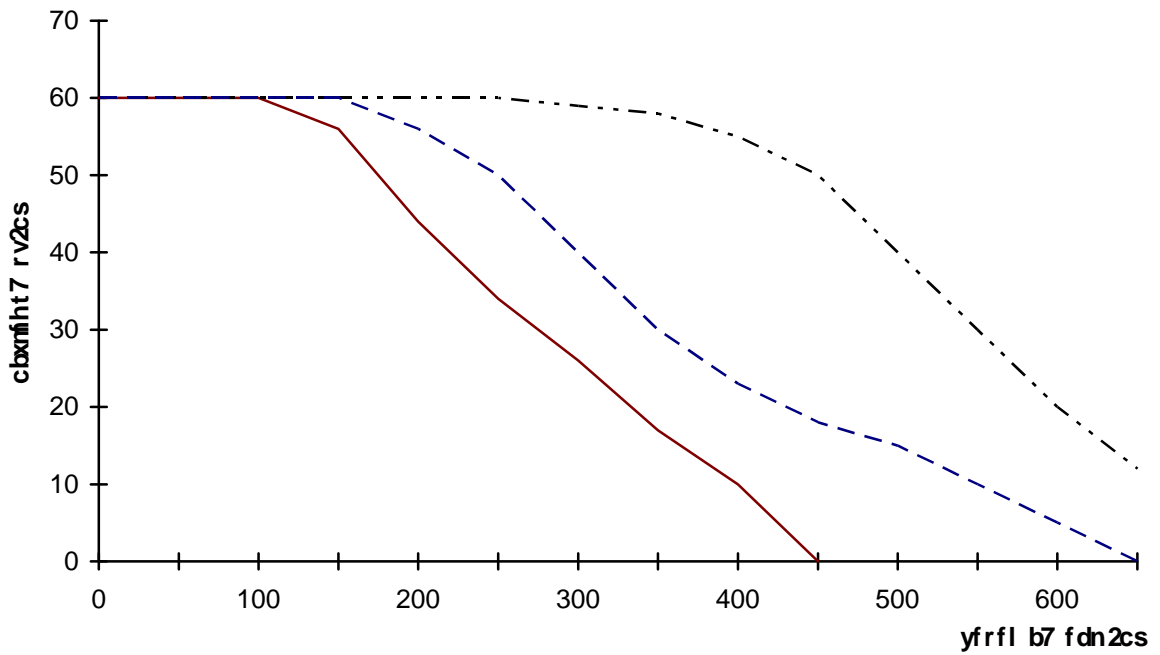




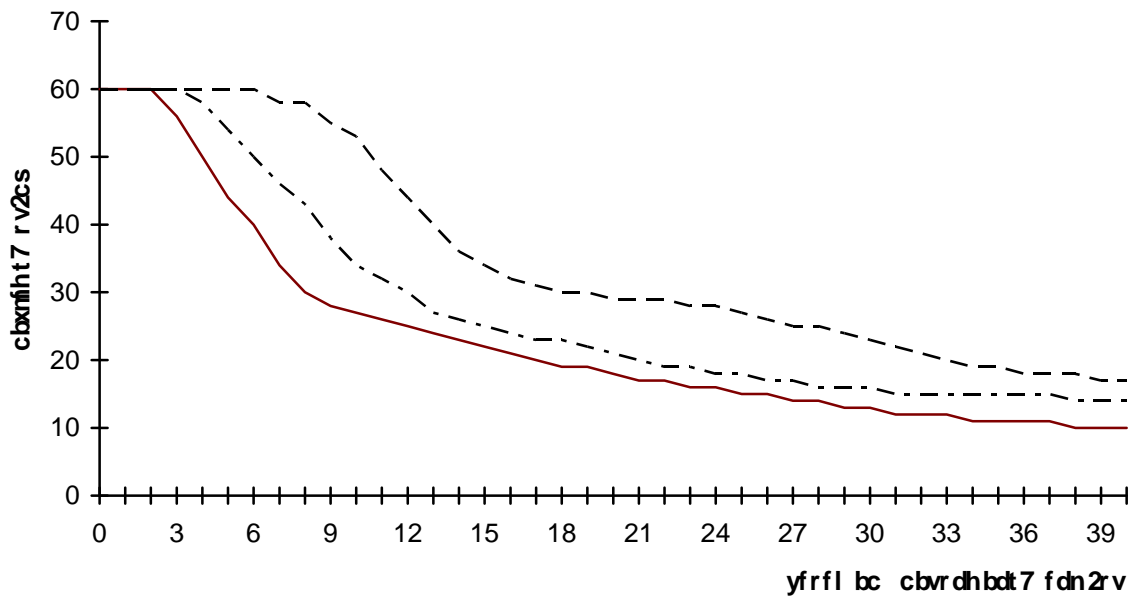
ნაწახ.4.3. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(ბაშის გადასახვევი)



ნახ.4.4. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(სალიის კვანძი)



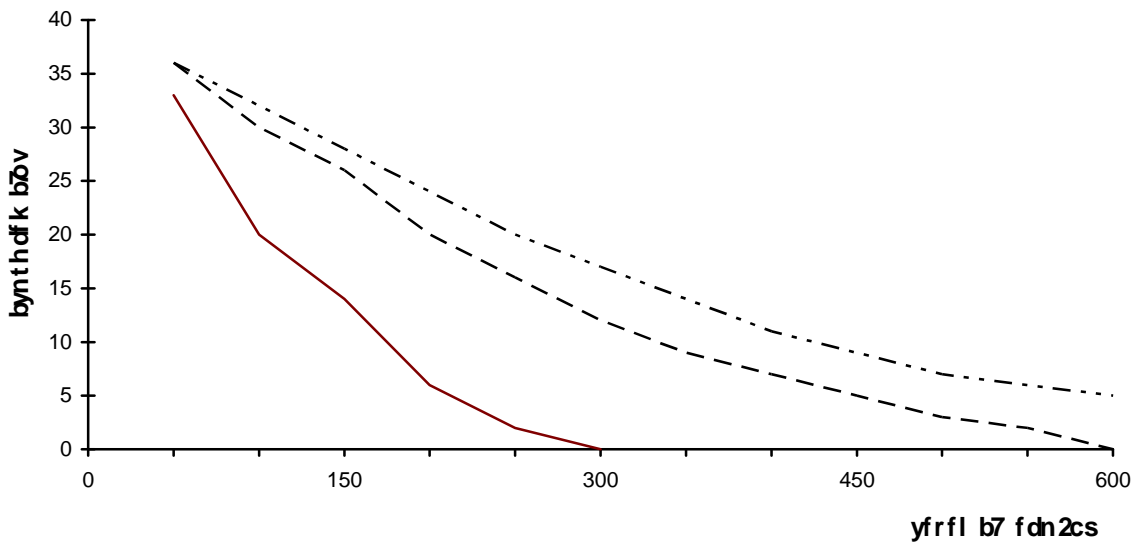
ნახ.4.5. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(სალიის კვანძი)



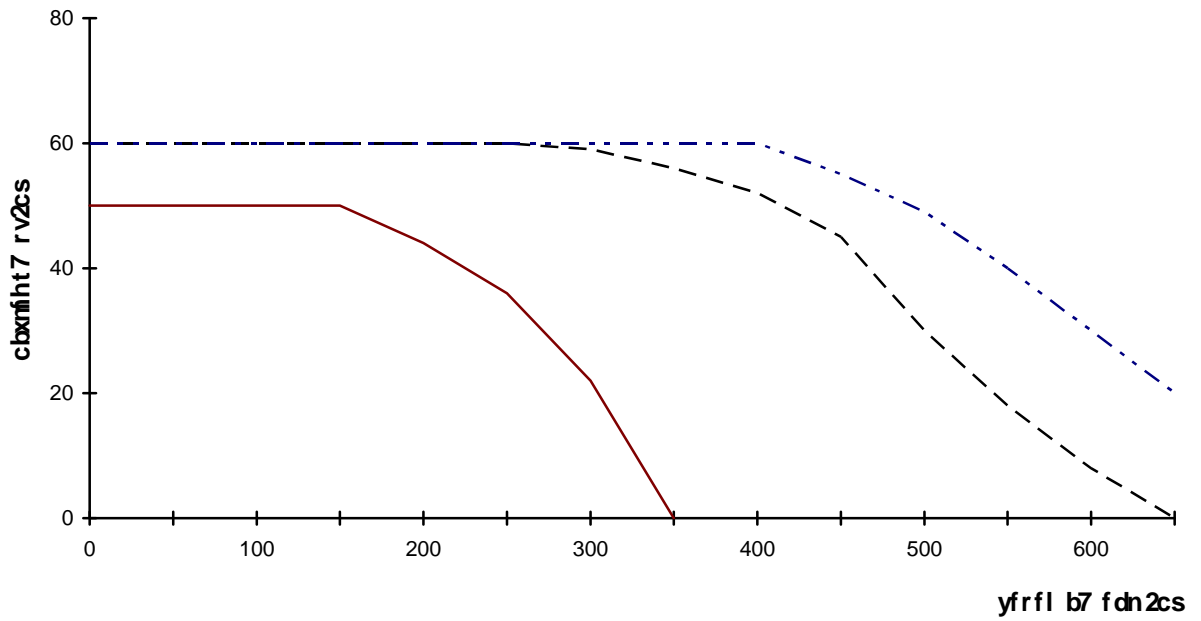
ნახ.4.6. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(სალიის კვანძი)

ნახ.4.8. და ნახ.4.9. ნაჩვენებია, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევ კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

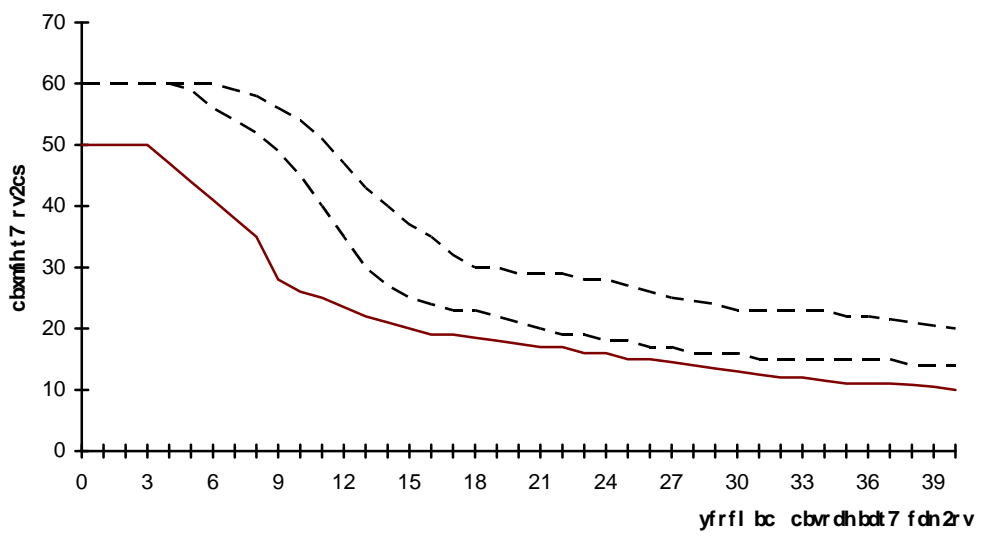
გზის საკვლევი მონაკვეთის ერთ ერთი საკვანძო წერტილი არის ჩოხატაურის გადასახვევი. ეს კვანძი ხასიათდება მიერთებიდან გამომავალი ნაკადის განსაკუთრებული სიმცირით. აღნიშნული ფაქტის გათვალისწინებით კვლევამ გვიჩვენა, რომ გზის ამ მონაკვეთს შეუძლია ძალიან დიდი ნაკადების გატარება. თუმცა, ჩვენ ვითვალისწინებთ მიერთების გამომავალი და შემავალი ნაკადების სიდიდეების პროპორციულ დამოკიდებულებას ძირითად ნაკადებთან და კვლევას წარვმართავთ მიღებული მათემატიკური მოდელის პრამეტრების გათვალისწინებით. ნახ.4.10.-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობაზე გადასახვევის კვანძისათვის. დიაგრამიდან ჩანს, რომ მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის კვანძს არ შეუძლია გაატაროს 400 ავტ/სთ სიდიდის ნაკადზე უფრო დიდი ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ დროისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვანძში მოძრაობის ახალი სქემის შემოღების შემდეგ (მეორე ეტაპი), თუ ჩავთვლით რომ ნაკადის ნორმალურად გატარებისათვის დროითი ინტერვალი არ უნდა იყოს 1,5 წმ-ზე ნაკლები, კვანძის გამტარუნარიანობა არის 550 ავტ/სთ. კვლევის მესამე ეტაპზე, გამტარუნარიანობის შემდგომი გაზრდის მიზნით კვანძში ვაპროექტებთ მოძრაობის დამატებით ზოლებს, რაც საშუალებას იძლევა გატარებული ნაკადი გავზარდოთ 800 ავტ/სთ-მდე.



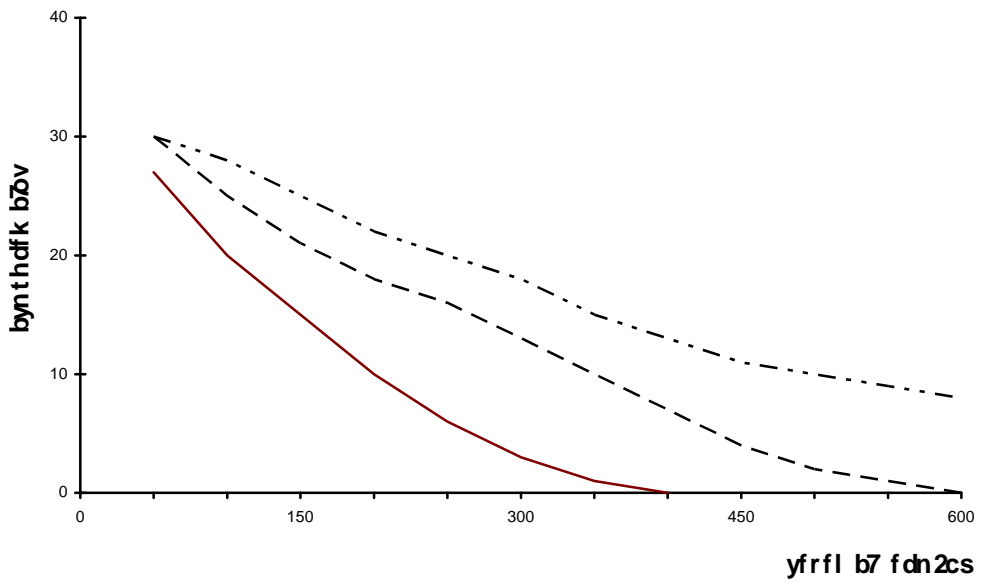
ნახ.4.7. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(გოდოგნის კვანძი)



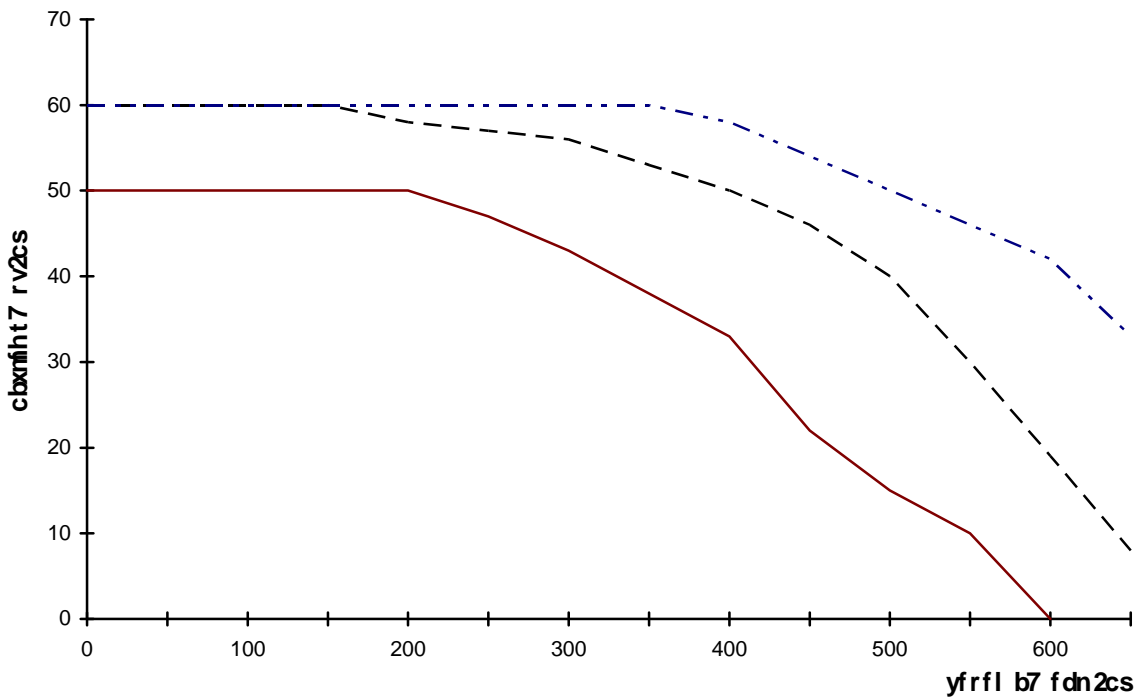
ნახ.4.8. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(გოდოგნის კვანძი)



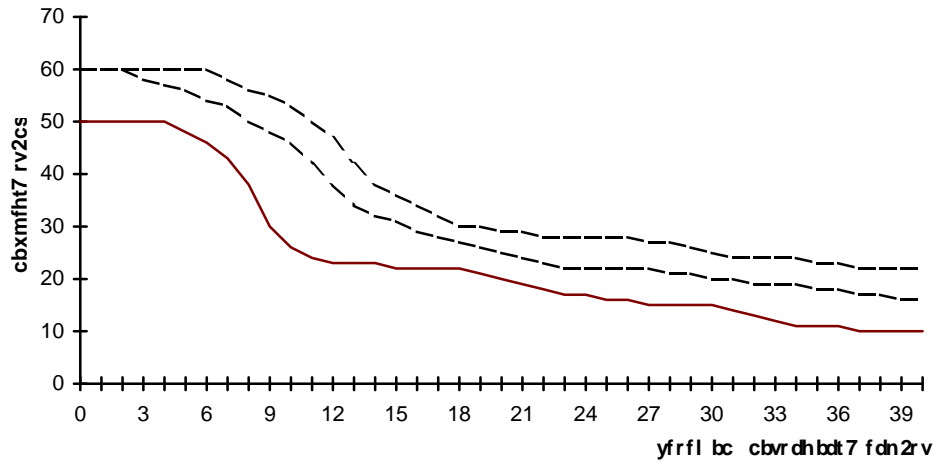
ნახ.4.9. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(გოდოგნის კვანძი)



ნახ.4.10. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ჩოხატაურის გადასახვევი)

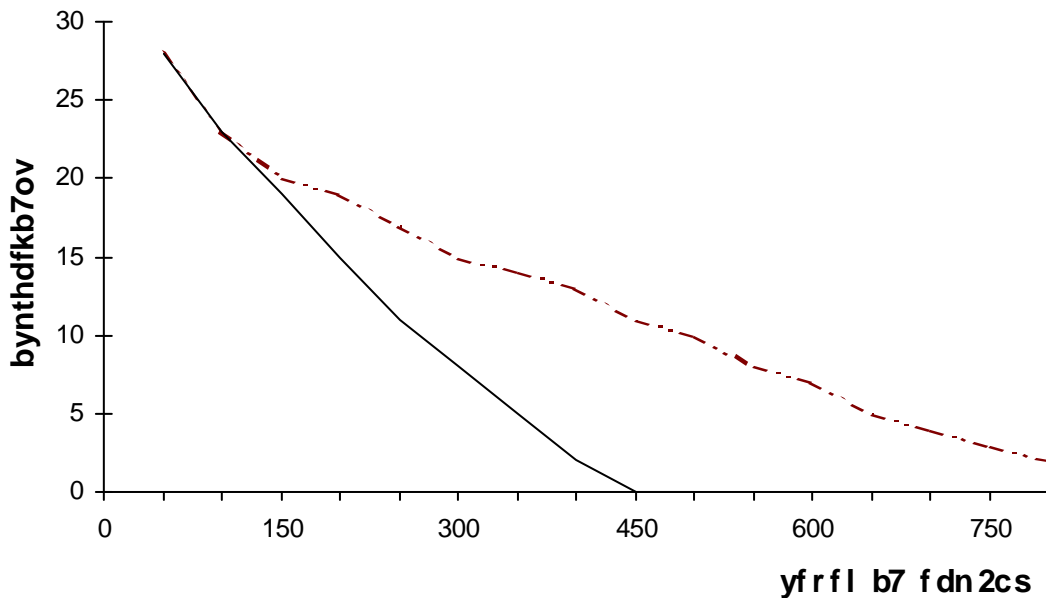


ნახ.4.11. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ჩოხატაურის გადასახვევი)

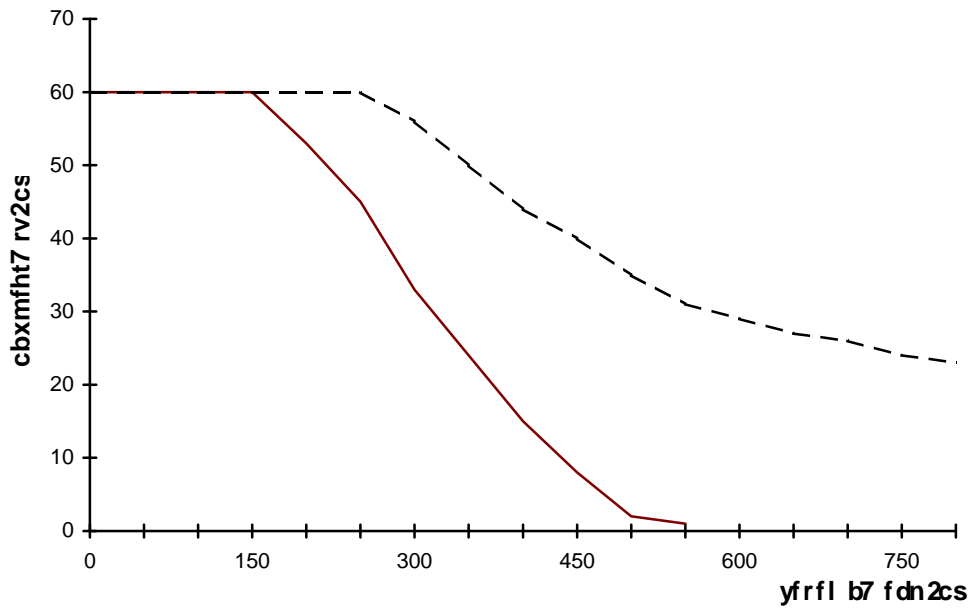


ნახ.4.12. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(ჩოხატაურის გადასახვევი)

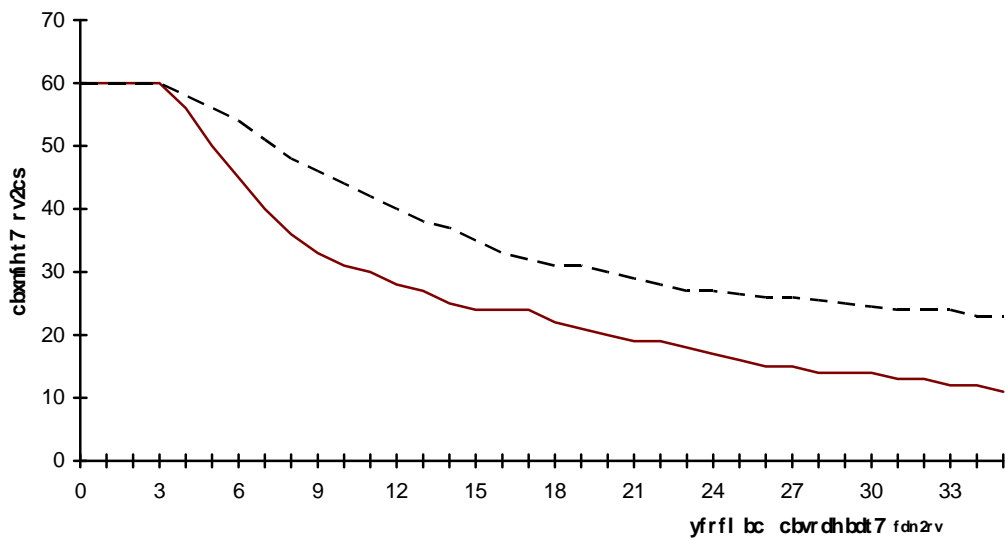
ნახ.4.11. და ნახ.4.12. გვიჩვენებენ, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევ კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს



ნახ.4.13. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ბათუმი-ვანი-ქუთაისის გზების შეერთება)



ნახ.4.14. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ბათუმი-ვანი-ქუთაისის გზების შეერთება)



ნახ.4.15. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(ბათუმი-ვანი-ქუთაისის გზების შეერთება)

იმავე თანმიმდევრობით მოხდა შესასწავლი გზის მონაკვეთის შემდეგი კვანძის, ბათუმი-ვანი-ქუთაისის გზების გადაკვეთის (სამტრედია-ლანჩხუთი-სუფსა-ურეკის მე-5 კმ), მათემატიკური მოდელის კვლევა. ნახ.4.13-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობასთან კვანძისათვის. მოძრაობის ორგანიზაციის ჩვეულებრივი სქემისათვის კვანძი შეძლებს გაატაროს 400 ავტ/სთ სიდიდის ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ მნიშვნელობაზე მეტი მნიშვნელობებისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვლევის მეორე ეტაპზე, როცა მოვახდენთ მოძრაობის ორგანიზაციის ახალი სქემის შემოღება, კვანძის გამტარუნარიანობა იზრდება 550 ავტ/სთ-მდე. კვლევის მესამე ეტაპზე, გამტარუნარიანობის შედგომი გაზრდის მიზნით კვანძში მოძრაობის დამატებითი ზოლების შემოღების შემდეგ გატარებული ნაკადი იზრდება 650 ავტ/სთ-მდე.

ნახ.4.14. და ნახ.4.15 ნაჩვენებია, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევ კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

შემდეგი საკვანძო წერტილია სამტრედიის კვანძი (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 266-ე კმ). კვანძში ნაკადების ინტენსივობა ყოველ მიმართულებაზე ღებულობს საკმაოდ დიდ მნიშვნელობებს, რის გამოც რომელიმე მათგანის განხილვა მეორეხარისხოვანი მიერთების სახით დაუშვებელია. აღნიშნული ფაქტის გათვალისწინებით კვლევამ გვიჩვენა, რომ გზის ამ მონაკვეთს მოცემული ორგანიზაციული სქემისათვის არ შეუძლია ძალიან დიდი ნაკადების გატარება. თუმცა, საგზაო საინჟინრო ნაგებობების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება საკმაოდ დიდი ნაკადების გატარება. კვანძის სირთულის გამო ჩვენს მიერ რიცხვითი კვლევა ჩატარებული იქნა კვანძის ორი კვეთისათვის: სამტრედია-ფოთის მიმართულებისათვის და ბათუმის მიმართულებისათვის.

ნახ.4.16-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობაზე (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 266-ე კმ) კვანძის პირველი მიმართულებისათვის.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ მოძრაობის ორგანიზაციის არსებული სქემისათვის კვანძს არ შეუძლია გაატაროს 350 ავტ/სთ სიდიდის ნაკადზე უფრო დიდი ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ დროისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. გატარებული ნაკადის გაზრდის მიზნით კვანძში შემოგვაქვს ძირითადი ნაკადების ერთმანეთისგან

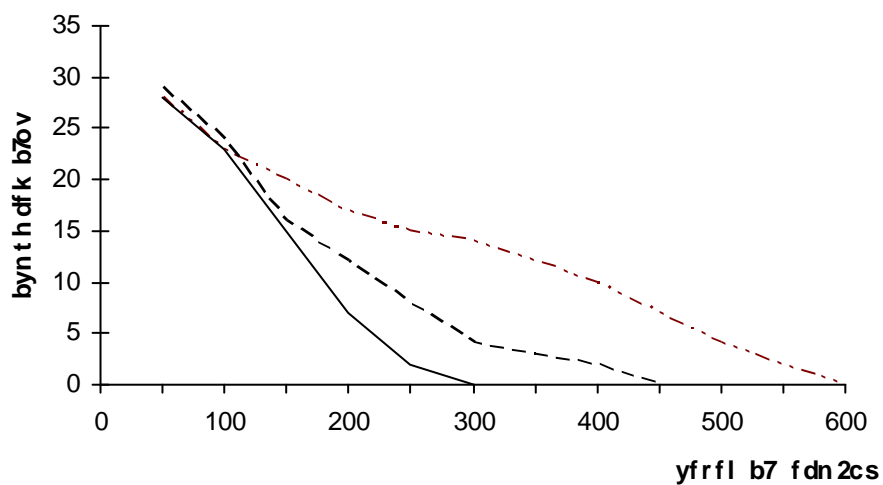


გაყოფის სქემა ესტაკადის გამოყენებით (მეორე ეტაჰი), რის შემდეგაც, თუ ჩავთვლით რომ ნაკადის ნორმალურად გატარებისათვის დროითი ინტერვალი არ უნდა იყოს 1,5 წმ-ზე ნაკლები, კვანძის გამტარუნარიანობა იზრდება 550 ავტ/სთ-მდე. კვლევის მესამე ეტაჰზე, გამტარუნარიანობის შედგომი გაზრდის მიზნით კვანძის მოდელში ვაპროექტებთ ესტაკადების სისტემას, რაც საშუალებას იძლევა გატარებული ნაკადი გაზარდოთ 800 ავტ/სთ-მდე.

ნახ.4.17 და ნახ.4.18 გვიჩვენებენ, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე კვანძის საკვლევ კვეთში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

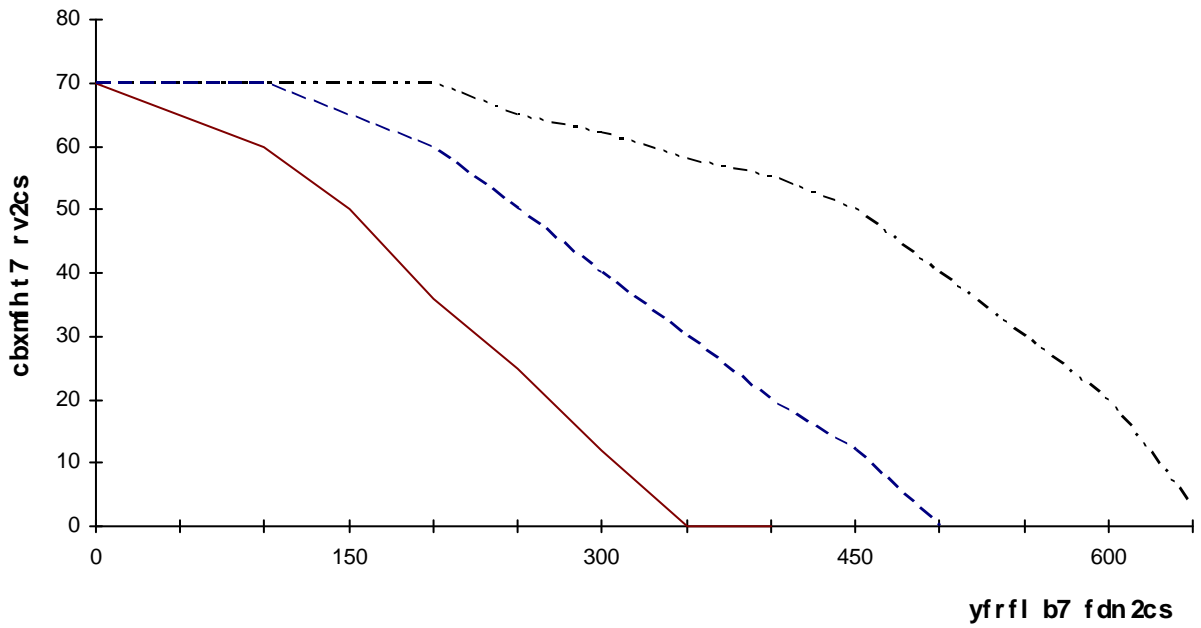
იმავე თანმიმდევრობით მოხდა შესასწავლი კვანძის (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 182-ე კმ, ხარაგაულის გადასახვევის) მეორე, მიმართულების მათემატიკური მოდელის კვლევა. ნახ.4.19-ზე მოცემული არის დროითი ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ინტენსივობასთან. მოძრაობის ორგანიზაციის ჩვეულებრივი სქემისათვის კვანძი შეძლებს გაატაროს 240ავტ/სთ სიდიდის ნაკადი, რადგან დროითი ინტერვალი ამ მნიშვნელობაზე მეტი მნიშვნელობებისათვის მცირდება 1,5 წმ-მდე. კვლევის მეორე ეტაჰზე კვანძის გამტარუნარიანობა იზრდება 550 ავტ/სთ-მდე. კვლევის მესამე ეტაჰზე, გატარებული ნაკადი იზრდება 850 ავტ/სთ-მდე.

ნახ.4.20 და ნახ.4.21 ნაჩვენებია, თუ როგორ იცვლება ავტომობილების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საკვლევ კვანძში ნაკადის ინტენსივობის და შესაბამისად სიმკვრივის ზრდის დროს.

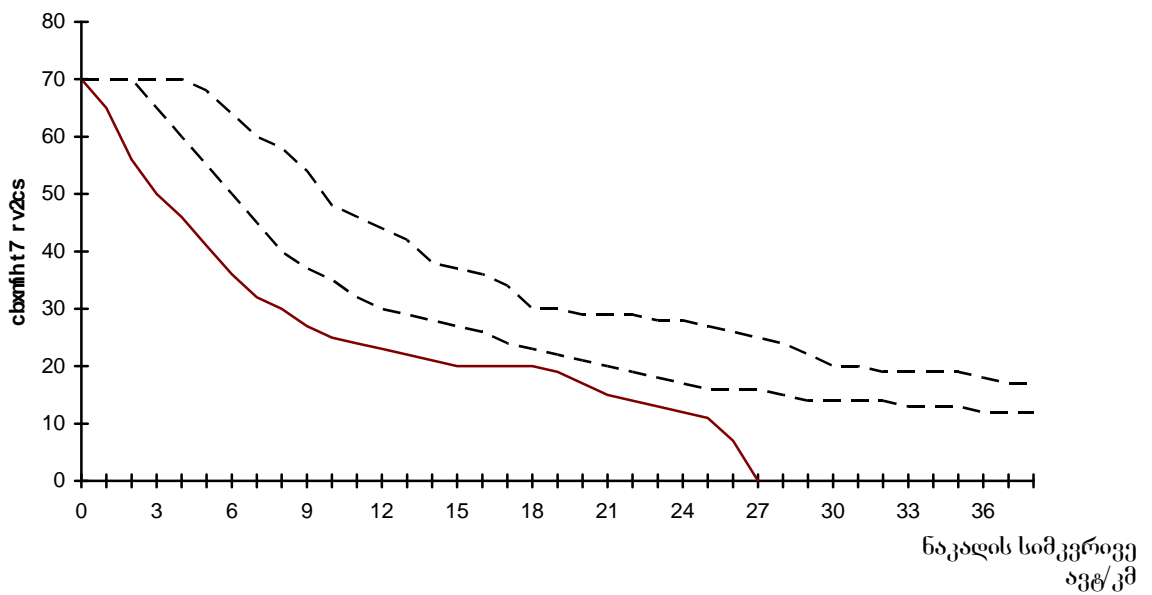


ნახ.4.16. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე

(სამტრედიის კვანძი)

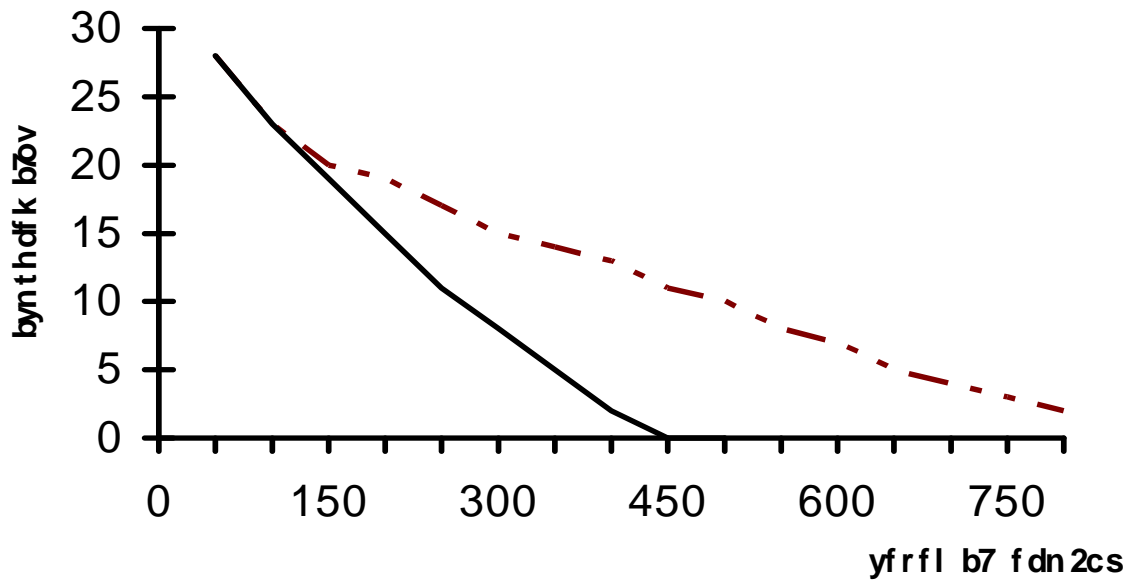


ნახ.4.17. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(სამტრედიის კვანძი)

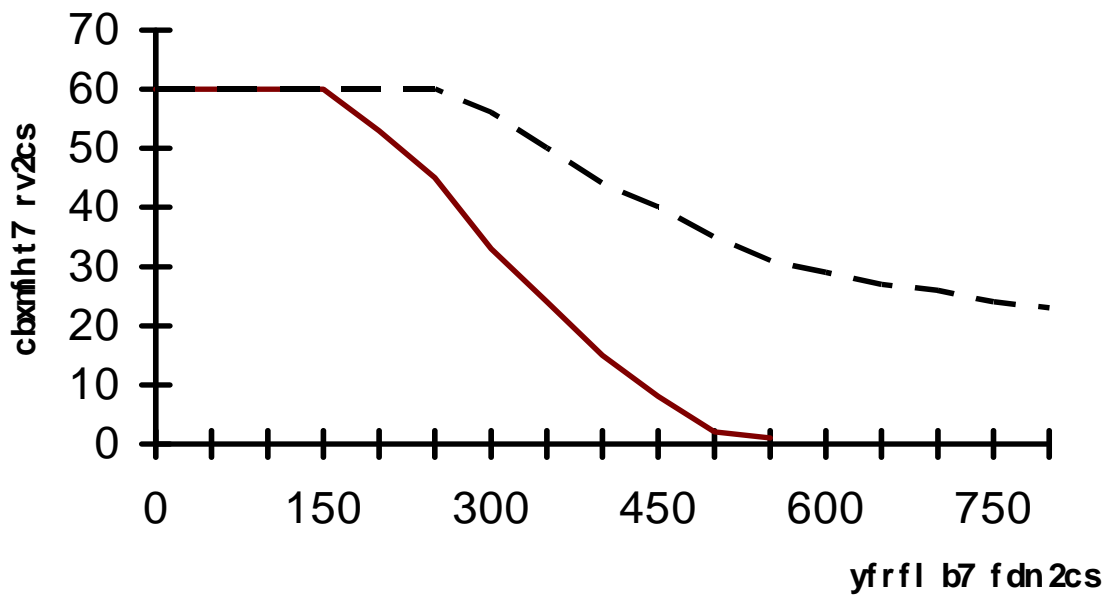


ნახ.4.18. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(სამტრედიის კვანძი)

იმავე ხასიათის კვლევები ჩატარდა (თბილისი-სენაკი-ლესელიძის 202-ე კმ, თერჯოლის გადასახვევი) კვანძში. კვლევების შედეგები მოცემულია ნახ.22-24-ზე

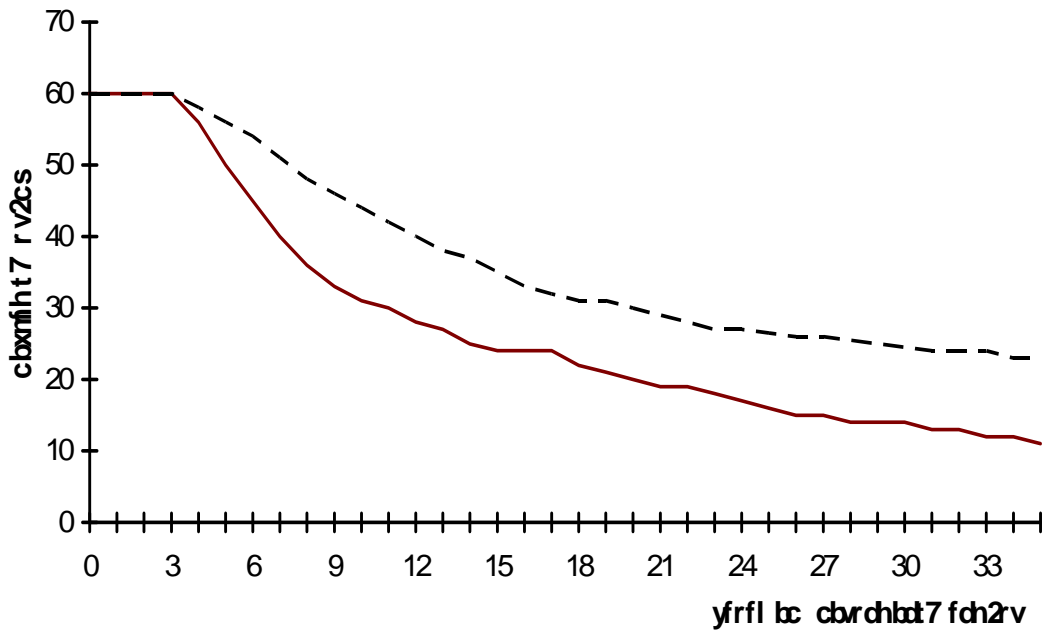


ნახ.4.19. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(ხარაგაულის გადასახვევი)

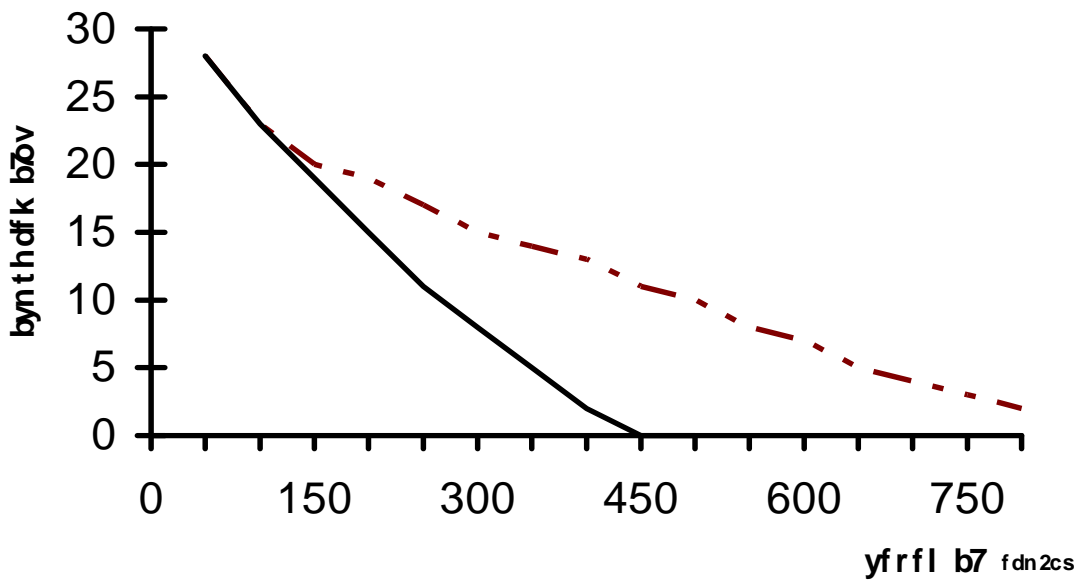


ნახ.4.20. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე

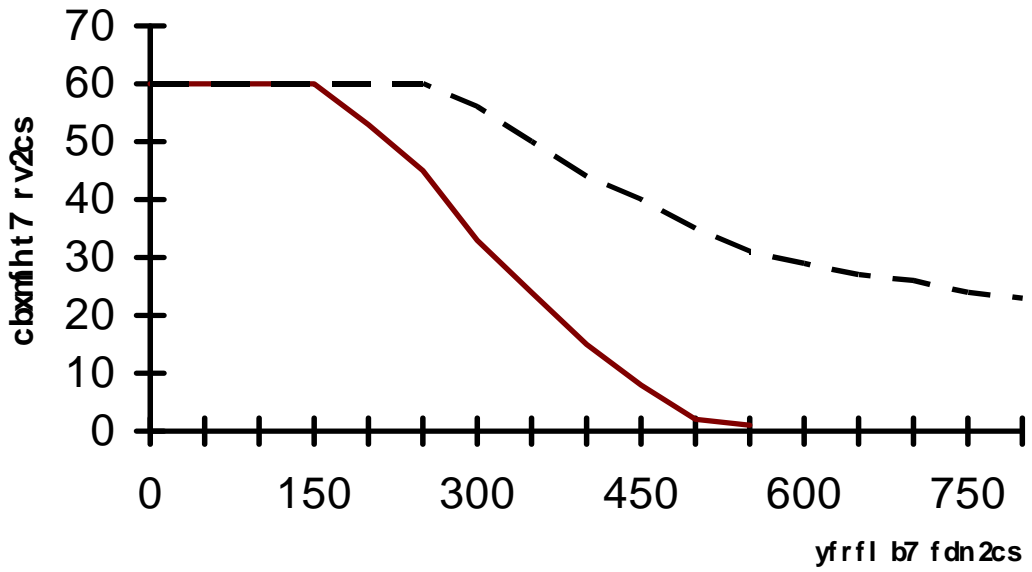
(ხარაგაულის გადასახვევი)



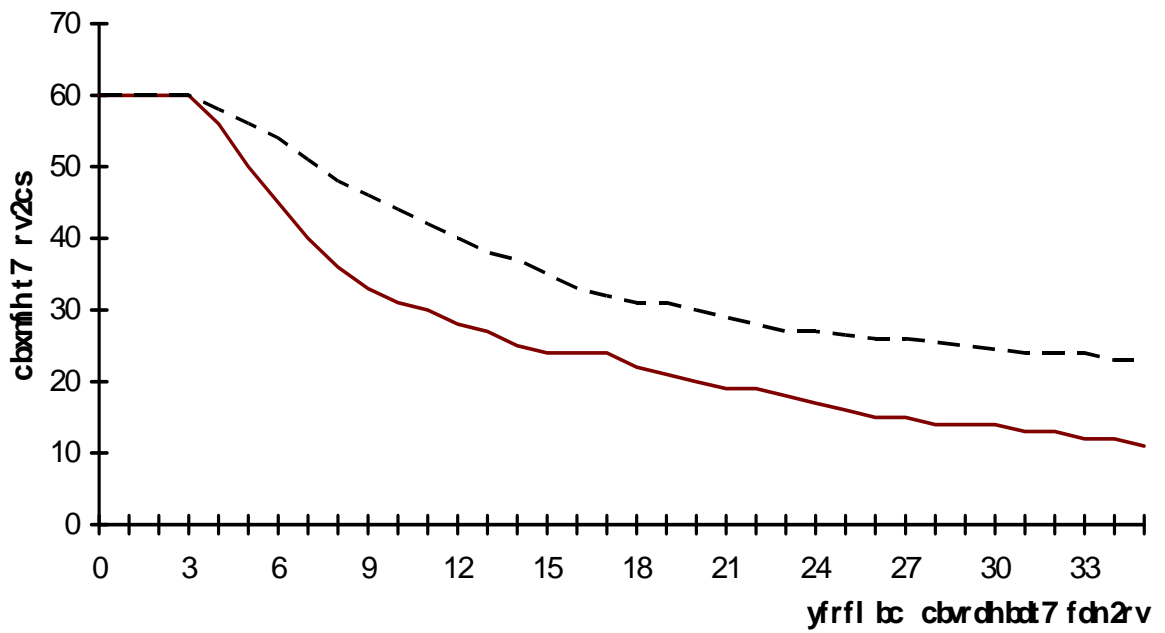
ნახ.4.21. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(ხარაგაულის გადასახვევი)



ნახ.4.22. ინტერვალის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(თერჯოლის გადასახვევი)



ნახ.4.23. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის ცვლილებაზე  
(თერჯოლის გადასახვევი)



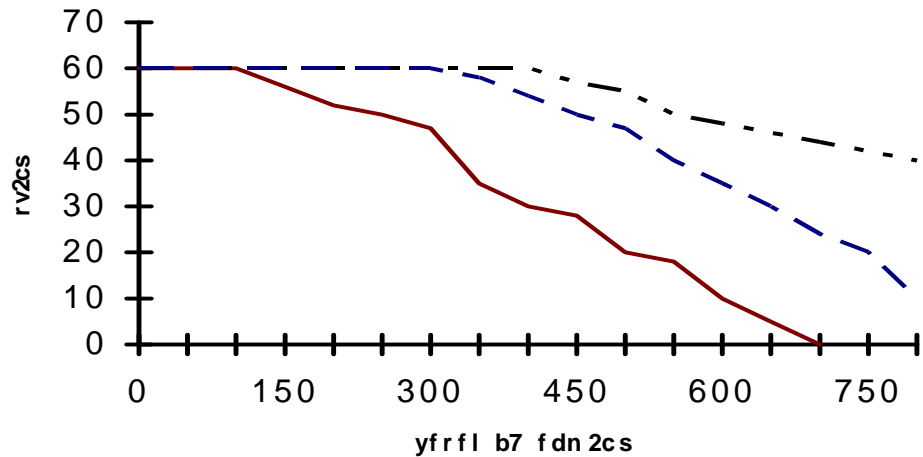
ნახ.4.24. სიჩქარის დამოკიდებულება ნაკადის სიმკვრივეზე  
(თერჯოლის გადასახვევი)

მათემატიკური მოდელის კვლევის პროცესმა აჩვენა, რომ მისი საშუალებით

მიღებული საგზაო მოძრაობის პარამეტრების მნიშვნელობები საკმაო სიზუსტით ემთხვევა რეალური კვლევის დროს ათვლილს, ამიტომ შეიძლება მისი გამოყენება პერსპექტიული დაგეგმარების პროცესში. თუ გვეცოდინება ნაკადის პერსპექტიული მნიშვნელობა, მაშინ მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებლობა გვექნება შევარჩიოთ მოძრაობის ორგანიზაციის საჭირო სქემა.

#### 4.2. ინფორმაციული უზრუნველყოფის კვლევა ვირტუალური ექსპერიმენტით

ჩატარებული იქნა ავტომატიზებული სისტემის მთლიანი პროგრამული უზრუნველყოფის კვლევა ვირტუალური ექსპერიმენტის საშუალებით. ვირტუალური ექსპერიმენტი გულისხმობს საგზაო სიტუაციის იმიტაციას კომპიუტერზე. ექსპერიმენტის დროს ხდებოდა პროგრამული უზრუნველყოფისათვის საგზაო მოძრაობის გარე პარამეტრების მიწოდება რეალური დროის რეჟიმში. გარე პარამეტრების მისაწოდებლად პროგრამას დაემატა დიალოგური რეჟიმის უზრუნველმყოფელი ბლოკი, რომელიც საშუალებას იძლეოდა გზის მონაკვეთის თითოეული საკვანძო წერტილის მიხედვით კომპიუტერის კლავიატურიდან პროგრამისათვის მიგვეწოდებინა ისეთი გარე პარამეტრები, როგორებიცაა: მიმართულებების მიხედვით ნაკადების მნიშვნელობები, რიგების წარმოქმნა ამა თუ იმ კვანძში, საგზაო პირობების ცვლილება, ნაკადების სტრუქტურის ცვლილების პარამეტრები, მონაცემები საშუალო სიჩქარის შესახებ. წინასწარ შემუშავებული გვექონდა საგზაო სიტუაციების რუკების რამდენიმე ვარიანტი, რომელთათვისაც წინასწარ ცნობილი იყო მმართველი გადაწყვეტილებების შესაბამისი კომპლექსი. ჩვენი მიზანი იყო პროგრამულ უზრუნველყოფაში ამ ტესტ-რუკების გატარების საშუალებით გაგვესაზღვრა, თუ როგორ ართმევდა თავს პროგრამული უზრუნველყოფა ნაკადის რეგულირების პროცესს. ნახ.4.25 -ზე მოცემულია კვლევის შედეგები.



ნახ.4.25. ინფორმაციული უზრუნველყოფის ვირტუალური კვლევის შედეგები.

ვირტუალური ექსპერიმენტის საშუალებით ინფორმაციული უზრუნველყოფის კვლევის პროცესის პირველმა ეტაპმა აჩვენა, რომ საგზაო მოძრაობის პარამეტრების მიღებული მნიშვნელობები, ისევე როგორც მმართავ გადაწყვეტილებათა კომპლექსი, საკმაო სიზუსტით ემთხვევა რეალური კვლევის დროს ათვლილსა და ტესტ-რუკებისათვის თეორიულად გამოთვლილ მნიშვნელობებს. ავტომატური სისტემის გამოყენება საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაიზარდოს გზის გამტარუნარიანობა ნაკადის პერსპექტიული მნიშვნელობებისათვის. შესაძლებლობა გვაქვს ავტომატურად შეირჩეს მოძრაობის ორგანიზაციის საჭირო სქემა. კვლევამ დაადასტურა, რომ პროგრამული უზრუნველყოფა მუშაობს ნორმალურად და შეიძლება მისი პრაქტიკული გამოყენება.

## თავი 5. სატრანსპორტო სისტემის ეკოლოგიური ასპექტები

### 5.1. საგზაო მოძრაობა და გარემოს დაცვის პრობლემები

თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი საყოველთაო ხასიათისაა. იგი მეცნიერებისა და ტექნიკის საერთო მკვეთრი აღმავლობით გამოირჩევა და დიდ ზემოქმედებას ახდენს მატერიალურ წარმოებაზე, ყოფაცხოვრებაზე, ტრანსპორტზე.

თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის ძირითადი მიმართულებაა, წარმოებისა და ტრანსპორტის მოძრაობის ავტომატიზაცია ელექტრონულ მოწყობილობათა გამოყენების საფუძველზე. მისი განვითარებით ახალი ეპოქა იწყება. ეს არის უდიდესი ნახტომი გარემოს დაცვისა და ტვირთების გადაზიდვის საქმეში.

მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი აჩქარებს ბუნებრივ სიმდიდრეთა გაძლიერებულ ექსპლუატაციას, რასაც თან სდევს გარემოს გაჭუჭყიანება. ადამიანთა საზოგადოების, ტრანსპორტის, გარემოს დაჭუჭყიანების ყველაზე ეფექტური და რადიკალური საშუალება ავტომატური სისტემების დანერგვაა. ამ გზით შეიძლება შექმნილი რთული ვითარებიდან გამოსავალი იპოვოს ადამიანმა, შექმნას პირობები, თავი დააღწიოს არა მარტო გარემოს დანაგვიანებას და ცოცხალი ორგანიზმის უარყოფით მუტაციურ ცვლილებებს, არამედ შექმნას პირობები რაოდენობრივად განსაზღვრული ბუნებრივი რესურსებისა და გარემოს ყაიართიანი და ხანგრძლივი გამოყენებისა.

ცნობილია, რომ ქაღალდის წარმოებისათვის ძირითად ნედლეულს ტყე იძლევა. მაგრამ ტყისათვის ასეთი ნედლეულის მოცემა ძირითადი ფუნქცია როდია. ტყე ჩვენი პლანეტის ფილტვებია. მხოლოდ მისი წყალობით შეიძლება შევინარჩუნოთ ის ოპტიმალური პირობები, რომელიც აუცილებელია ადამიანის ნორმალური ფუნქციონირებისა და არსებობისათვის. სპეციალისტები (ეკოლოგები) დედამიწას ადარებენ ყულაბას, ხოლო თავის მხრივ ერთ გრამსაც არაფერს უმატებს მათ და რაც დრო გადის ინტენსიურად იზრდება ბუნებრივი რესურსების ხარჯი.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ეკონომიკური კომისიის მონაცემებით გასული საუკუნის ოთხმოციან წლებში კაცობრიობას ყოფნიდა 3 მილიარდი ტონა ნავთობი. ხოლო ყველა სახის ენერგო-რესურსის ხარჯი შეადგენდა 8 მილიარდ ტონას, დღეისათვის ყველა სახის ენერგო-რესურსის მოხმარება გასამმაგდა და შეადგენს 25 მილიარდ ტონას წელიწადში. ნავთობის უკმარისობა, რაც დღეს მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში იგრძნობა, თავის მხრივ მკვეთრად ზრდის ქვანახშირის მოხმარებას, რაც თავის მხრივ იწვევს მისი რესურსების შემცირებას და ტყის აირების (გაზები), მათ შორის ნავთობპროდუქტების წვის შემთხვევაშიც. გოგირდოვანი ნაერთები ატმოსფეროს სინესტესთან წარმოქმნიან გოგირდმჟავას, რომელიც შლის ფოლადის კონსტრუქციებს, მარმარილოს და რაც მთავარია ატმოსფეროში



მოხვედრილი ეს ნაერთები შლის ადამიანის ფილტვებს, და იწვევს სიმსივნურ დაავადებებს.

განსაკუთრებით ამ საუკუნის დასაწყისში ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებამ იმ დონეს მიაღწია, რომ მსოფლიოს ხალხთა აღშფოთებას იწვევს და ამის მიზეზია, ადამიანის მზარდი საწარმოო მოქმედება და ძირითადად ტრანსპორტი.

ზოგიერთი ცნობები ასეთია, 1970 წლის 18 ივლისს ტოკიოს საავადმყოფოში 6 ათასი ადამიანი მიიყვანეს, ყველა ერთი დიაგნოზით: ტოქსიკური ნივთიერებებით მოწამვლა.

დღეს ტოკიოს ქუჩებში დგას ავტომატი, სადაც გარკვეული საფასურით შესაძლებელია ჩაისუნთქონ გასუფთავებული ჰაერი.

ხოლო ნიუ-ორკის ტელევიზია დროდადრო აფრთხილებს მოსახლეობას, რომ გულთ ავადმყოფები არ გამოვიდნენ ქუჩაში, როცა გაჭუჭყიანება აღწევს ზღვრულ მნიშვნელობებს. იტალიის ჩრდილოეთით ქალაქ პავიაში მოსახლეობა დროდადრო აკრავს განცხადებებს და მოქალაქეებს აფრთხილებენ “ჩვენთან ჰაერის განსაკუთრებულად გაჭუჭყიანების გამო სუნთქვა აკრძალულია!”

ამბობენ, რომ წარსული საუკუნის ადამიანები რომ გააცოცხლო დღეს ერთ კვირასაც ვერ იცოცხლებენ. დღეს ინგლისის დედაქალაქში მკვეთრად გაიზარდა დაავადება რაქიტი, ჰაერის გაჭუჭყიანების გამო ლონდონის ცენტრში გზის ნათება შეადგენს სინათლის იმ რაოდენობის მხოლოდ 32%, რასაც იღებს ქალაქის გარეუბნები. ინგლისში ჩატარებული უკანასკნელი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ბრონქიტით სიკვდილის შემთხვევები პირდაპირ კავშირშია ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებასთან. მძლავრი გაჭუჭყიანება, რომელიც რამოდენიმე დღეს გრძელდება, იწვევს ადამიანების მოწამვლას და სიკვდილსაც კი. განსაკუთრებით დამლუპველად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე ატმოსფერული გაჭუჭყიანება იმ შემთხვევაში, როდესაც მეტეოროლოგიური პირობების გაჭუჭყიანებული ჰაერი ქალაქის თავზე ან ავტოსტრადების თავზე გროვდება.

ანალოგიური მდგომარეობაა მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში; ატმოსფეროს ჰაერის გაჭუჭყიანების პრობლემების სამედიცინო, ეკოლოგიური და ეკონომიური მნიშვნელობის მზარდი მოთხოვნის საფუძველზე აშშ-ის პროგრესულად მოაზროვნე ადამიანთა მიერ ისახება მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები, ვინაიდან გასაოცარი ტემპით იზრდება ურბანიზაცია, ინდუსტრიალიზაცია და სხვადასხვა საწვავის

მოხმარება და ავტომობილების რაოდენობა, რომლებიც ძირითადად იწვევენ ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებას.

ამჟამად აშშ-ის ავტოსტრადებზე მოძრაობს დაახლოებით 240 მილიონი კერძო ავტომობილი, რომლებიც ხარჯავენ დაახლოებით 4-ჯერ მეტ საწვავს, ვიდრე იხარჯებოდა 1960 წელს.

აღსანიშნავია ისიც, რომ აშშ-ის მოსახლეობა მსოფლიოს მოსახლეობის მხოლოდ 6%-ს შეადგენს, მოიხმარს მსოფლიოს რესურსების 30%-ს და პლანეტას აჭუჭყიანებს 40%-ით, ხოლო ჟანგბადის მოხმარება 3-ჯერ აღემატება იმას, რასაც ქვეყნის მწვანე საფარი გამოიმუშავებს.

ცნობილია, რომ სუფთა და ადამიანისათვის სასარგებლო ჰაერი ჟანგბადის რაოდენობით განისაზღვრება, ხოლო ატმოსფეროს ჰაერში ამ უკანასკნელის შემცველობა მცენარეულ საფარზე, ტყის მასივებზე და ფლორის რეგენერაციის დონეზე. ფოტოსინთეზი ჯერ-ჯერობით ჟანგბადის მიღების ერთ-ერთ წყაროდ არის მიჩნეული. ჩვენს პლანეტაზე მცენარეულობა ყოველწლიურად შთანქავს 170-მილიარდ ტონა ნახშირჟანგს და გამოყოფს 115 მილიარდ ტონა ჟანგბადს. მიუხედავად ამისა აკად.თ.დავითაიას მონაცემებით დედამიწის ჰაეროვანი გარსი ყოველწლიურად 10 მილიარდი ტონა ჟანგბადით მცირდება.

ყოველ 1000 კმ. მანძილზე გარბენით ერთი ავტომობილი ხარჯავს იმდენ ჟანგბადს, რამდენიც საჭიროა ერთი ადამიანი სათვის ერთი წლის განმავლობაში.

მსოფლიო ცივილიზაციის ეპოქაში ბუნებასთან ადამიანის ურთიერთობის საკითხი სულ უფრო მეტ ყურადღებას იპყრობს, რომელიც დაკავშირებულია კრიზისულ სიტუაციებთან. იგი წარმოიქმნება ბუნებასა და ცივილიზაციას შორის, კერძოდ მსოფლიოს ავტომობილიზაციისაგან ატმოსფეროს ჰაერის გაწმენდის და ატმოსფეროს ჟანგბადით გამდიდრების გამო.

გარემოს ქიმიურ გაჭუჭყიანებასთან ბრძოლაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება, ბიოსფეროში ქიმიური გაჭუჭყიანების აღმოჩენის (ინდოკაციის) საკითხებს. უკანასკნელი მიღწევებით დამუშავებულია როგორც ფიზიკური და ქიმიური, ასევე ბიოლოგიური მეთოდებიც.

ყველაზე უმარტივეს მეთოდად ბიოსფეროს გაჭუჭყიანებისა ითვლება მცენარე ლიქენი, რომელიც გზის პირას ხარობს კლდეებზე და დიდ მგრძნობელობას იჩენს სუფთა ჰაერის მიმართ. ავტომობილების გამონაბოლქვი ძირითადად ჰაერის ქვედა

ფენებშია.

ამრიგად, ნებისმიერი ქვეყანა მოვალეა დაიცვას დედა ბუნება და გონივრულად მოეპყროს ავტომაგისტრალზე ჰაერის გაჭუჭყიანების პრობლემებს მოძრაობის სწორი და მეცნიერულად გამოკვლეული მეთოდებით [70].

## 5.2. სატრანსპორტო საშუალებებით გარემოს დაბინძურების მექანიზმების გამოკვლევები.

როგორც ცნობილია დღეისათვის 21-ე საუკუნეში ენერგეტიკის ერთ-ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს სითბური ენერგია, რომელიც მიიღება წიაღისეული სიმდიდრის,კერძოდ ნავთობის წვის შედეგად, რომელსაც მრავალი დადებითი მოვლენების გარდა გააჩნია უარყოფითი თვისებებიც,კერძოდ გარემოს დაბინძურების თვალსაზრისით,რომელმაც მსოფლიოს მასშტაბით არნახულ საზღვრებს მიაღწია და ყოველწლიურად იზრდება.

როგორც ცნობილია სითბო და მექანიკური მუშაობა თერმოდინამიკის კანონების თანახმად გამოიხატება:

$$Q = A \cdot L \quad (1)$$

სადაც  $Q$  -სითბოს რაოდენობაა სათბობის წვის შედეგად მიღებული;

$L$  -წარმოქმნილი მუშაობა კგ.მ;

$A$  -მუშაობის ერთეულის ექვივალენტური სითბოა და ეწოდება მუშაობის თერმული ექვივალენტი.

სიდიდეს  $\frac{1}{A}$  -უწოდებენ სითბოს მექანიკურ ექვივალენტს.

ანგარიშით დადგენილია, რომ 1 კგ. სუფთა ბენზოლის  $C_6H_6$  -დასაწვავად საჭირო ჰაერის რაოდენობა  $L_0$  -თუ ჰაერში საშუალოდ წინასწარ არის 2%- ნახშიროჟანგი და 1% -წყლის ორთქლი საჭიროა დაახლოებით 14 კგ ჰაერი.

დიზელის ძრავის მუშაობის შემთხვევაში,რომლის საწვავის წონითი შედგენილობა საშუალოდ ასეთია:

$$C= 0,85, \quad H+0,12, \quad O=0,03$$

წვისათვის საჭირო ჰაერის თეორიული რაოდენობა, გამოითვლება ემპირიული

ფორმულით:

$$\ell_0 = \frac{8/3C + 8H - 0}{0,231} = 13,85 \text{ კგ/კგ}$$

ჰაერის ნამდვილი რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\ell = \alpha \times \ell_0 = 1,8 \cdot 13,85 = 25 \text{ კგ/კგ}$$

$\alpha$  -ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი და აიღება ძრავის ტიპის მიხედვით.

წვის პროდუქტების წონითი შემადგენლობა წვის რეაქციების მიხედვით

ტოლია:

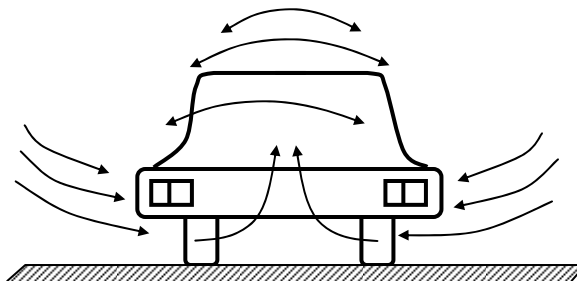
$$H_2O=1,08 \text{ კგ/კგ}$$

$$CO_2=3,12 \text{ კგ/კგ}$$

$$N_2=10,65 \text{ კგ/კგ}$$

ჰაერი 11,15 კგ.

გამოყოფილი წვის პროდუქტები იწვევს გაზის სავალ ნაწილისა და მიმდებარე ტერიტორიის დაბინძურებას, რომლის ინტენსივობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე (ნახ.5.1).



ნახ. 5.1 ნამწვი გაზების განაწილების გრაფიკი

კერძოდ გაზების გაბნევის ინტენსივობა დამოკიდებულია გამონაბოლქვი გაზის ტემპერატურასა და გარემოს ტემპერატურების სხვაობაზე. გამონაბოლქვი გაზის ტემპერატურა დამოკიდებულია ძრავის ბრუნთა რიცხვზე  $n$ -ზე ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტზე  $\alpha$  -ზე და იცვლება  $0,9 \div 0,95$  ზღვრებში და ძრავის მოცულობის (ლიტრაჟის)  $\eta_v$  მარგი ქმედების კოეფიციენტზე. ზოგად შემთხვევაში ჰაერის გაჭუჭყიანების კოეფიციენტი შეიძლება გამოისახოს:

$$K = \frac{m_0}{m_1} \quad (2)$$

სადაც  $m_0$  -გზატკეცილის მიდამოში ჰაერის ერთეულ მოცულობაში ადამიანისათვის საშიში ნივთიერებების ეტალონური მნიშვნელობაა ნორმალურ პირობებში. კერძოდ ფილტვებისათვის საჭირო ჟანგბადის რაოდენობაა, რომელიც გაჭუჭყიანებული გოგირდის ანჰიდრიდით და სხვა მავნე აირებით დასაშვებ ფარგლებში.

$m_1$  -ჰაერის ერთეულ მოცულობაში მავნე აირების მნიშვნელობა, რომლებიც გამოიყოფა ნავთობის და გაზების წვისა და არასრული წვის შედეგად.

$m_1$  -სიდიდე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორც აღვნიშნეთ დამოკიდებულია გამოყოფილ გაზების ტემპერატურისა და გარემოს ტემპერატურის სხვაობაზე:  $\Delta t^0 = t_1 - t_2$ , სადაც  $t_1$  - გამოყოფილი გაზების ტემპერატურაა უშუალოდ მაყუჩთან, ხოლო

$t_2$ -გზატკეცილის ირგვლივ გარემოს ტემპერატურაა. მაშინ ტემპერატურული გაფანტვის კოეფიციენტი:

$$K_1 = \frac{\Delta t^0}{\Delta t^{\circ}_1} \quad (3)$$

სადაც  $\Delta t^{\circ}$  -ტემპერატურული სხვაობის ოპტიმალური მნიშვნელობაა;

$\Delta t^{\circ}_1$  -ტემპერატურული სხვაობის რეალური მნიშვნელობაა

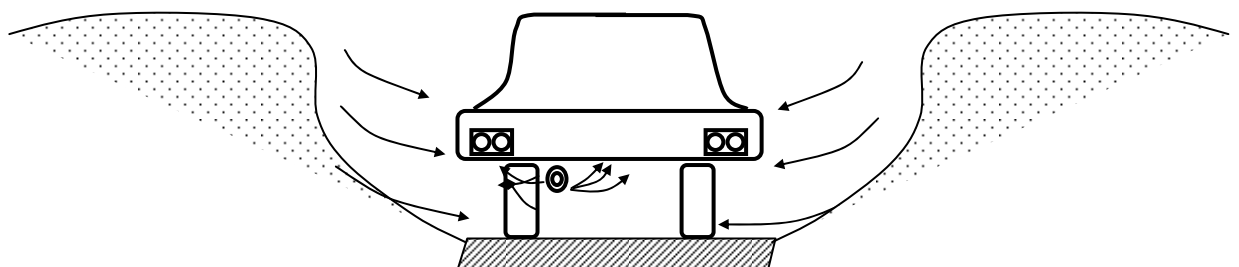
ნამწვი გაზების გაბნევა დამოკიდებულია აგრეთვე ჰაერის ნაკადის სიჩქარეზე  $V$  -ზე და გამოიხატება  $K_2$  -კოეფიციენტით.

$$K_2 = \frac{V_0}{V_1} \quad (4)$$

სადაც  $V_0$  -გზის მიდამოებში ჰაერის ნაკადის ოპტიმალური სიჩქარეა, ხოლო

$V_1$  -რეალური ჰაერის ნაკადის სიჩქარე.

ნამწვი გაზების გაბნევა დამოკიდებულია აგრეთვე გზატკეცილის რელიეფურ პირობებზეც. კერძოდ მთაგორიანი მდებარეობა ამცირებს გაზების გაბნევას ნახ.5.2



ნახ.5.2 ნამწვი გაზების განაწილების გრაფიკი  
 მთიანი რეგიონის შემთხვევაში.

რელიეფის გათვლისწინებით ნამწვი გაზების გაბნევის მახასიათებელი კოეფიციენტი:

$$K_3 = \frac{A_0}{A_1} \quad (5)$$

სადაც  $A_0$  -გაზების გაბნევის ოპტიმალური რელიეფური პირობებია.

$A_1$  -რეალური რელიეფური პირობებია.

$m_1$ -სიდიდე დამოკიდებულია აგრეთვე ძრავის მარგი ქმედების კოეფიციენტზე და გამოსახება ცნობილი სიდიდით:

$$\eta_i = \frac{632}{g_i \cdot H_u} \quad (6)$$

სადაც  $\eta_i$ -ძრავის თერმული ინდიკატორული მარგი ქმედების კოეფიციენტი;

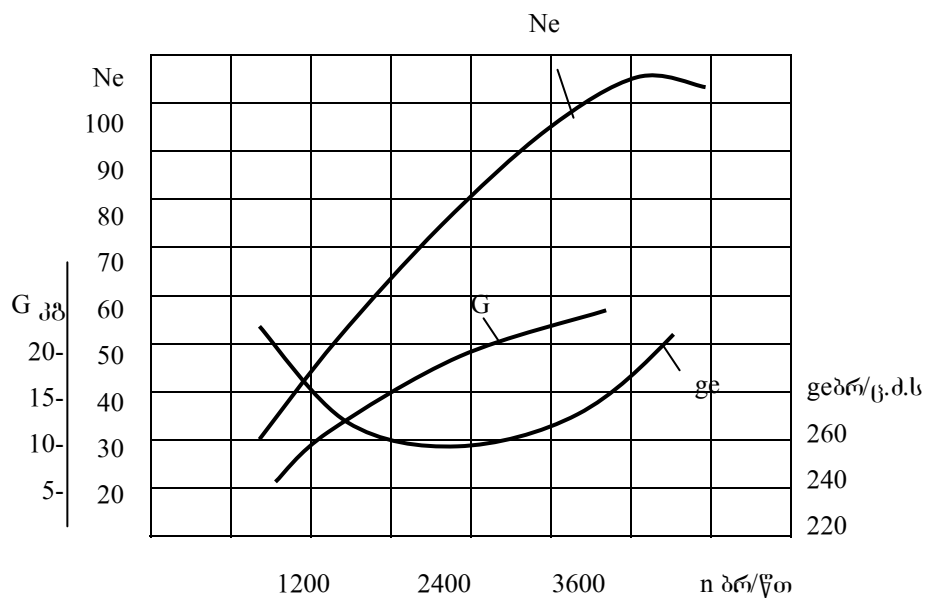
$g_i$ -ნამწვის ხარჯია;

$H_u$ -საწვავის თერმული მახასიათებელია,როცა  $n=1200$ ,ბრ/წთ

მაშინ ზოგადად  $\eta_i=27\%$  ,ე.ი. ინდიკატორულ მუშაობად გარდაქმნილი

სითბოს რაოდენობა= 27%.

ზოგად შემთხვევაში ძრავის გარეგანი მახასიათებლები განისაზღვრება დიაგრამით ნახ.5.3.



ნახ. 5.3 ძრავის გარეგანი მახასიათებლები

მაშინ ძრავის გარეგანი მახასიათებლების კოეფიციენტი

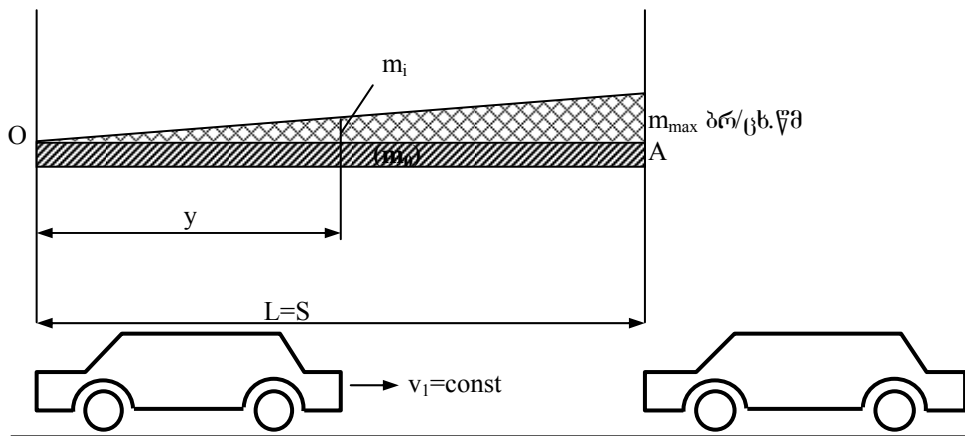
$$K_4 = \frac{K_0}{K_0^{-1}} \quad (7)$$

სადაც  $K_0$  -ძრავის გარეგანი მახასიათებლების ოპტიმალური მნიშვნელობებია;

$K_0^{-1}$  -ძრავის გარეგანი მახასიათებლების რეალური მნიშვნელობებია.

ჰაერის დაბინძურების მახასიათებელი კოეფიციენტი და სიდიდე ცვალებადია და იცვლება დროის მიხედვით, გრაფიკულად გამოისახება ნახ.5.4-ზე.

$L=S$  მანძილი ათვლის 0 -წერტილიდან აღებულია იმ ანგარიშით რომ, 0 წერტილში ადგილი აქვს სრულ გაბნევას. დროის  $T_1$  მონაკვეთში. მაშინ ათვლის 0 წერტილიდან მანძილზე ჰაერის დაბინძურება გამოისახება  $m_0+m_1$  სიჩქარის ცვლილების მიხედვით. ჰაერის დაბინძურების დიაგრამა მოცემულია ნახ.5.5-ზე, როცა  $T=const$  და  $v$ - ცვალებადია.

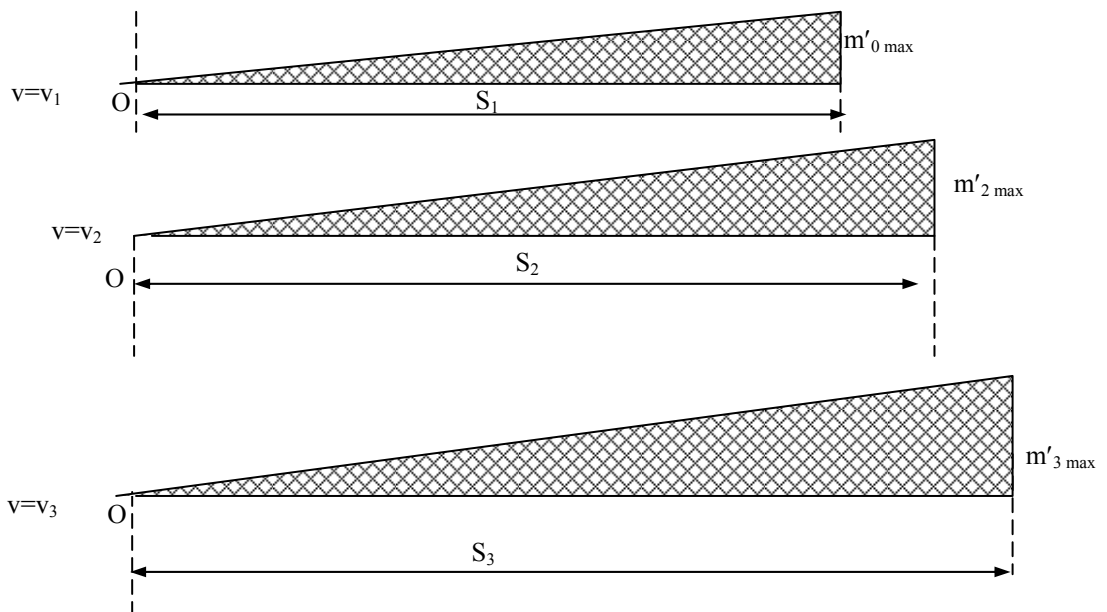


ნახ. 5.4 ჰაერის დაბინძურების დიაგრამა მოძრავი შემადგენლობის გადაადგილების მუდმივი სიჩქარის დროს.  $v_1 = const$  ნამწვი გაზების გაბნევის გათვალისწინებით.

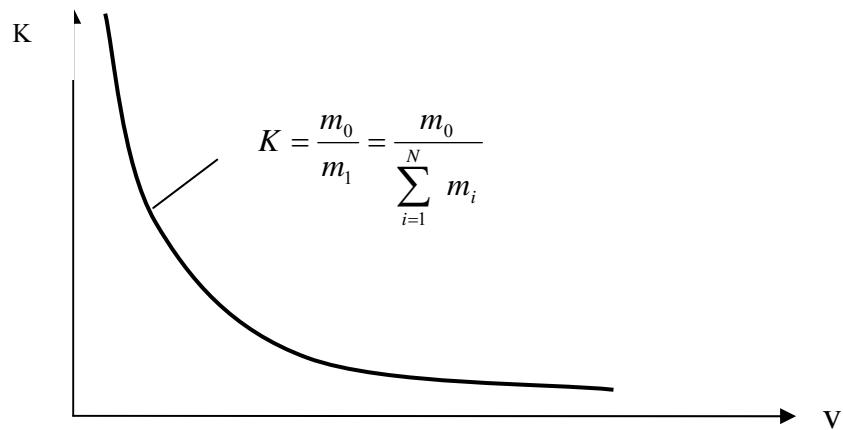
როგორც ძრავის გარეგანი მახასიათებლების დიაგრამიდან ჩანს სიჩქარის ცვლილება იწვევს ძრავის მახასიათებლების კერძოდ, ბრუნთა რიცხვის ცვლილებას და შესაბამისად დაბინძურების ხარისხის ცვლილებას, მაგრამ პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის შეიძლება ჩავთვალოთ  $m_1'_{max} \approx m_2'_{max} \approx m_3'_{max}$

მაშინ გრაფიკული დამოკიდებულება მოძრავი შემადგენლობის

გადაადგილების სიჩქარეს და გზის გასწვრივ ჰაერის დაბინძურების კოეფიციენტს შორის გამოსახება გრაფიკული დამოკიდებულებით ნახ.5.6-ზე.



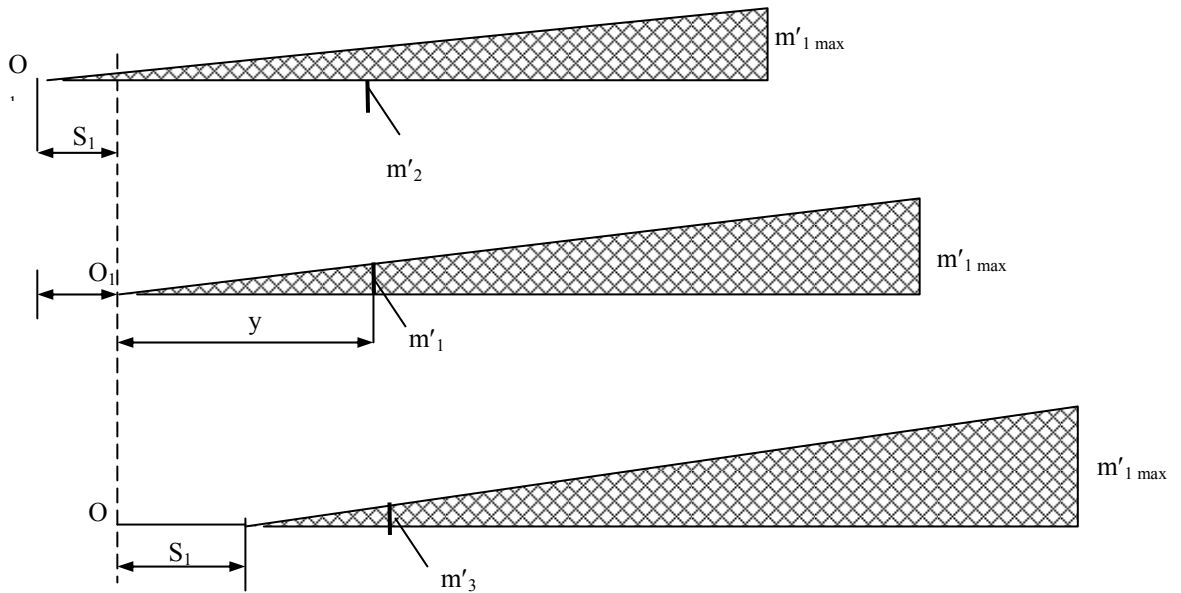
ნახ. 5.5 მოძრავი შემადგენლობის გადაადგილების სიჩქარის დამოკიდებულება ჰაერის დაბინძურების სიდიდეზე.



ნახ.5. 6 გრაფიკული დამოკიდებულება სიჩქარესა და ჰაერის დაბინძურების კოეფიციენტს შორის.

ჰაერის დაბინძურების მახასიათებელი კოეფიციენტი K -დამოკიდებულია აგრეთვე ნაკადის რაოდენობაზე N . გრაფიკის მიხედვით ნახ.5.7-ზე.





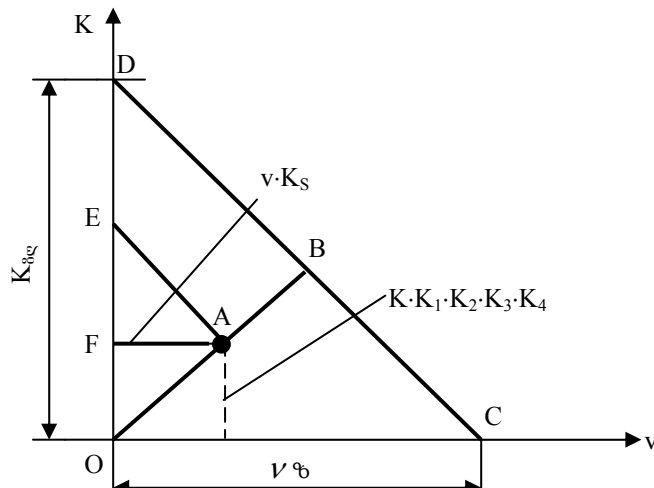
ნახ.5.7 ნაკადის რაოდენობის  $N$ -ის დამოკიდებულება ჰაერის დაბინძურების  $K$

კოეფიციენტზე მუდმივი სიჩქარის შემთხვევაში  $V_{const}$

$$m_1 = m_1 + m'_2 + m'_3 - m'_N = \sum_{i=1}^{i=N} m_i \quad (8)$$

### 5.3. ჰაერის დაბინძურების მარაგის კოეფიციენტი და მისი განსაზღვრა.

როგორც ნახ.5.6 დიაგრამიდან ჩანს  $K$  და  $v$  შორის დამოკიდებულება არაწრფივია პრაქტიკულად  $K$  და  $v$  -სიდიდე სასრულია, მაშინ პრაქტიკული გაანგარიშების მიზნით ნახ.6 გრაფიკი შეიძლება გამოისახოს სასრული სახით ზღვრული სიდიდეებით: ნახ.5.8



ნახ. 5.8 ჰაერის გაბინძურების ზღვრული დიაგრამა.

$K_{\text{ზღ}}$ -არის ჰაერის გაბინძურების ის ზღვრული მნიშვნელობა, რომლის შემდეგ ტრანსპორტის ყოველგვარი ექსპლუატაცია უნდა შეჩერდეს.

$V_{\text{ზღ}}$ -არის ტრანსპორტის გადაადგილების ის ზღვრული მნიშვნელობა, რომელსაც იძლევა გზის აღებული მონაკვეთი.

თუ მუშა  $A$  -წერტილის კოორდინატები მოქცეულია  $OD$  სამკუთხედის შიგნით; გზის აღებულ მონაკვეთს გააჩნია გარკვეული მარაგის კოეფიციენტი ჰაერის გაბინძურების თვალსაზრისით.

$K_5$ -საგზაო მაგისტრალზე სიჩქარის შეზღუდვის (რეგულირების) მახასიათებელი კოეფიციენტი, რომელიც შეიძლება მართვის ავტომატური სისტემით ისე ვარეგულიროთ, რომ მივიღოთ გარემოს დაბინძურების ჩვენთვის სასურველი  $N$ -კოეფიციენტი.

მარაგის კოეფიციენტის  $N$ -ის განსაზღვრის მიზნით  $A$  -წერტილში გავატაროთ  $DC$  ხაზის პარალელური ხაზი კოორდინატების გადაკვეთამდე და განვიხილოთ სამკუთხედების მსგავსება  $OCD$  და  $AEF$  საიდანაც მივიღებთ

$$N = \frac{OB}{OA} = \frac{OD}{OE} \quad (9)$$

სადაც  $OA = \frac{K_{pq}}{v} = \frac{EF}{v_{pq} \cdot K_5}$ ;  $OE = \frac{K_{pq} \cdot v \cdot K_5}{v_{pq}}$  (10)

მაშინ  $OE = K \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 + \frac{K_{pq} \cdot v \cdot K_5}{v_{pq}}$  (11)

ხოლო  $N = \frac{K_{pq}}{K \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 + \frac{K_{pq} \cdot v \cdot K_5}{v_{pq}}}$  (12)

## ძირითადი დასკვნები

1. შემოთავაზებულია მაგისტრალურ გზებზე ავტომობილების ნაკადების საკონტროლო პარამეტრების აღრიცხვისა და მოძრაობის ორგანიზაციის ახალი მეთოდი კონტროლისა და მართვის სისტემების (კმას) გამოყენებით;
2. შემუშავებულია ავტომატური პოსტის სქემა საავტომობილო ნაკადების საკონტროლო პარამეტრების აღრიცხვის, გადაცემისა და მონაცემთა შემდგომი დამუშავებისათვის;
3. შექმნილია ავტომატური სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა შეგროვილი სტატისტიკური ინფორმაციის დამუშავების და მოძრაობის პროცესის მაკორექტირებელი მმართველი გადაწყვეტილებების მისაღებად;
4. მაგისტრალებზე საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ტექნიკური უზრუნველყოფისათვის დამუშავებულია უნივერსალური ელექტრონული ხელსაწყო (ცვალებადი საგზაო ნიშანი) მუშაობის პრინციპი და სქემა;
5. შეფასდა პროგრამული უზრუნველყოფის მათემატიკური მოდელის გამართული მუშაობის საიმედოობა საგზაო სიტუაციაში, დადგენილია მიღებული შედეგების საკმაო სიზუსტე; ჩატარებულია ავტომატური სისტემის კმას მთლიანი პროგრამული უზრუნველყოფის კვლევა ვირტუალური ექსპერიმენტის საშუალებით და საგზაო სიტუაციის ნატურული კვლევების მონაცემთა იმიტაციით. პროგრამული უზრუნველყოფა მუშაობს საიმედოდ, დადგენილია მის მიერ მიღებული მმართველი გადაწყვეტილების საკმაო ადექვატურობა;
6. პირველად თეორიულად დადგინდა დამოკიდებულება ატმოსფეროს დაბინძურების კოეფიციენტსა და ავტომობილების გადაადგილების სიჩქარეებს შორის საგზაო პირობებში; მიღებულია ატმოსფეროს დაბინძურების მარაგის კოეფიციენტის სანგარიშო ფორმულა ავტომობილის პარამეტრების, მოძრაობის სიჩქარისა და ტრასის რელიეფის ხასიათის გათვალისწინებით.
7. ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ კმას სისტემის გამოყენება საშუალებას იძლევა გაიზარდოს მაგისტრალური საგზაო ქსელის გამტარუნარიანობა; შემცირდეს სატრანსპორტო ნაკადების შეფერხებები და საგზაო შემთხვევების რისკი, შემცირდეს მავნე ზემოქმედება გარემოზე, გაიზარდოს მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, რაც გაზრდის განზოგადოებულ ეკონომიკურ ეფექტს.

## გ ა მ ო ყ ე ნ ე ბ უ ლ ი ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა

1. ბობოხიძე მ., ბობოხიძე ბ. სატრანსპორტო საშუალებების სიჩქარის მზომი მოწყობილობა. პატენტი სასარგებლო მოდელზე № U 1996000423. GE 391 Y, C 015 13/92, ბიულეტენი №11. თბილისი: საქართველო 25.09.98.
2. Бобохидзе Б., Бобохидзе М. Выбор допустимых скоростей по участкам профиля автомобильной дороги/ МОТАУТО'97, Proceedings, vol. II. Russe: Bulgarya, 1997. p. 19-22.
3. Bobokhidze M. A problem of increase of an exactitude of measurements of velocities of transport means MOTAUTO'02, Proceedings, vol. II. Russe: Bulgarya, 2002. p. 67-70.
4. ბობოხიძე მ. პერსპექტიული სატრანსპორტო ნაკადების კვლევის მეთოდი და საშუალებები/ მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1-3 - თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, 2006. გვ. 55-59.
5. მაგლობლიშვილი კ., ბობოხიძემ., გერაძე კ. სატრანსპორტო ნაკადების საკონტროლო პარამეტრების მოდელირება გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით/ მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1-3 - თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, 2006. გვ. 59-63.
6. მაგლობლიშვილი კ., ბობოხიძე მ. საგზაო მოძრაობის საკონტროლო პარამეტრების ავტომატურ რეჟიმში აღმრიცხავი მოწყობილობა/ ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომები, №17- ქუთაისი: საქართველო, 2006. გვ. 33333
7. რობიტაშვილი გ. საავტომობილო გზების განვითარება საქართველოში/საბჭოთა საქართველო-თბილისი. 1988.280გვ.
8. შევარდნაძე ე. დიდი აბრეშუმის გზა/მეცნიერება-თბილისი.1999.158 გვ.
9. ხაზარაძე გ. , მშვიდლობაძე ბ. საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების საკითხები/საბჭოთა საქართველო-თბილისი.:. 1979
10. Аксенов В. А., Попов Е. П. Дивочкин О. А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения./ Транспорт – М., 1987.128с.
11. Алдер Ю. П. Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий./Наука- М., 1976. 279 с.

12. Александров Л.А., Козлов Р.К. Организация управления на автомобильном транспорте/Транспорт-М., 1985. 264с.
13. Антошвили М.Е., Варелопуло Г.А., Хрущёв М.В. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ. М.: Транспорт, 1974. 102 с.
14. Астров В.А., Малинин П.К. Приборы для контроля коэффициентов сцепления и шероховатости покрытий автомобильных дорог. Труды Слюздорнии / Транспорт - М.: 1967. 123-151с.
15. Атемасов Г.В., Прибор для контроля геометрических элементов дорог / Афанасьев М.Б., Скорость и безопасность движения. Труды МАДИ. / Транспорт -М.: 1969. 160с.
16. Бабков А.П.,Афанасьев А.П. Васильев А.П.Дорожные условия и режимы движения автомобилей./Транспорт- М., 1967. 233с.
17. Бабков В.Ф., Дорожные условия и организация движения / Транспорт -М.: 1974. 238с.
18. Бабков О.А., Дивочкин Н.Р., Орнатский и др./Высшая школа. 1971. 208с.
19. Бируля А.К. , Эксплуатация автомобильных дорог / Транспорт -М.: 1966. 326с.
20. Бируля А.Л. Проектирование автомобильных дорог. Научтехиздат министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог. М.: 1961.
21. Блинкин М.Я., Организация движения на автомобильных магистралях / Транспорт -М.: 1985. 96с.
22. Блинкин М.Я., Васильев А.П.,Фримшткейн М.И. Выбор стратегии управления движением на скоростных автомобильных магистралях. Некоторые вопросы исследования транспортных автомобильных магистралях / ЦЭМИ АН СССР,Транспорт -М.: 1973. 5-15с.
23. Блих И.М., Лознер Л.Г., Тарасов Б.В. Опыт внедрения ЭВМ для планирования и учёта перевозочного процесса на автомобильном транспорте. Л.: ЛДНТП. 1971. 28 с.
24. Бусленко Н.П. Метод статистического моделирования. М.: Статистика, 1970. 112 с.
25. Васильев А.П., Основные задачи и этапы автоматизации управления движением на автомобильных магистралях.Труды Гипродорнии, / Транспорт -М.: 1987. 207с.
26. Васильев А.П., Погодно-климатические условия и их влияние на состояние дорог,

- режим и безопасность движения автомобилей. Труды / МАДИ -М.: 1969. 18-30с.
27. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Разработка систем автоматического регулирования движения на автомобильных магистралях. /- в кн.: Материалы первой научно-технической конференции стран – членов СЭВ по проблемам безопасности дорожного движения. Алма-Ата, 1975, 732-743с.
  28. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Система автоматического регулирования автомобильного движения. - / Автомобильные дороги, 1972. 24с.
  29. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Устройство для моделирования и управления движением на автомобильной магистрали. Авторское свидетельство 1972.
  30. Васильев А.П., Фримштейн М.И., Грищенко А.П. Факторы, определяющие допустимую скорость движения по автомагистрали. – В кн.: Влияние дорожных условий на безопасность движения. Труды Гипродорнии, № 14, М., изд. Гипродорнии, 1975. 12-19с.
  31. Волошин Г.Я., Мартынов В.П., Романов А.Г. Анализ дорожно- транспортных происшествий./ Транспорт – М., 1987.240с.
  32. Гершензон Г.С. Радиоэлектроника в метеорологии. Знание М., 1975. 62с.
  33. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.В. Задачи линейного программирования транспортного типа. М.: Наука. 1969. 382 с.
  34. ГОСТ 1080-78. Знаки дорожные ( Изменение №1 1984 г.)
  35. Грищенко А.П. Экономическая эффективность системы АРДФМ на участке автомобильной магистрали МКАД – Истра. Труды Гипродорнии, №15. М., Нипродорнии, 1971. 96-102с.
  36. Громов Н.Н. и др. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. М.: Транспорт, 1979. 176 с.
  37. Долматовский Ю.А. Автомобиль в движении./Транспорт- М., 1987.157с.
  38. Дорофеев А.А. Алгоритмы автоматической классификации. М.: Автоматика и Телемеханика, 1971. 114 с.
  39. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управления ими. М.: “Транспорт”, 1972 г., стр. 1-424
  40. Душевский П.В. Организация и регулирование уличного движения с применением автоматических средств управления . /Высшая школа. М., 1974.

41. Дьяков А.Б. Автомобильная светотехника и безопасность движения/Транспорт-М.:, 1973. 128с.
42. Елизаров В.А., Львин М.Е., Сахаров В.П. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте: Учебник автотранспортных техникумов. М.: Транспорт, 1983. 144 с.
43. Залуга В.П. Оборудование автомобильных дорог для безопасности движения ночью./Транспорт-М.:, 1970. 116с.
44. Залуга В.П., Буйленко В.Я., Пассивная безопасность автомобильной дороги /Транспорт -М.:, 1987. 189с.
45. Залуга В.П., Оборудование автомобильных дорог для безопасности движения ночью. /Транспорт -М.:, 1970. 116с.
46. Зинченко В.П.. Введение в эргономику /Советское радио-М.:, 1974. 352с.
47. Зотов Б.Д. Расследование и предупреждение автотранспортных происшествий. М.:, 1972
48. Иванов В.Н. Методика и аппаратура для исследования транспортно-эксплуатационных характеристик комплекса.Автомобиль-водитель-дорога/Высшая школа-М.:, 1972.
49. Изаксен Л., Пейн Г. Наблюдение и регулирование движения на скоростных автомагистралях. Сборник статей Наземный транспорт 80-х годов/Мир-М.:, 1974.
50. Иларионов В.А. светоэксплуатационные свойства автомобиля (теоретический анализ) /Машиностроени- М.:, 1966. 280с.
51. Иносе Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. под ред. М. Я. Блинникова: Пер. с англ. . М.: Транспорт, 1983. -284 с.
52. Калужский Я.А.. Кисляков В.М., Бегма И.В. Повышение безопасности движения средствами дорожно-эксплуатационной службы /Транспорт –М.:, 1971. 147с.
53. Калужский Я.А. и др., Применение теории массового обслуживания в проектировании автомобильных дорог./Транспорт- М.:, 1969. 136с
54. Калужский Я.А. Кисляков В.М. Вегма И.В. Повышение безопасности движения средствами дорожно-эксплуатационной службы/Транспорт-М.:, 1972.
55. Каминский В.В.,Грязев К.Н.. Скловский А.А. Повышение безопасности движения средствами дорожно- эксплуатационной службы /Транспорт –М.:, 1974 26-28

56. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения/Транспорт- М.:, 1975. 192с.
57. Конвенция о дорожном движении, Конвенция о дорожных сигналах/Транспорт- М.:, 1970.
58. Корбут А.А., Филькенштейн Ю.Ю. дискретное программирование. М.: Наука. 1969. 368 с.
59. Кременец Ю.А. и др. Применение технических средств для управления дорожных движений/ Высшая школа, М.:, 1974.
60. Кременец Ю.А.Печерский М.П., Шелков Ю.Д.Применение технических средств для управления дорожным движением./Высшая школа, 1974. 173с.
61. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя./Транспорт- М.:, 1980. 311с
62. Лобанов Е.М., Сильянов В.В., Ситников Ю.М.Пропускная способность автомобильных дорог/ Транспорт- М.:, 1970. 146с.
63. Лохов А.Н. Опыт совершенствования организации и управления грузовыми автомобильными перевозками/Транспорт-М.:, 1978.88с.
64. Метсон Т. и др. Организация движения / Автотранс-издат, М.:, 1960.
65. Митрейкин Н.А., Феоктистов В.П., Зеленков В.И. Вычислительная техника, М.: Транспорт, 1981. 343 с.
66. Моисеев Н.Н. Основы теории оптимальных систем./Наука-М.:, 1976. 223с
67. Мягков М.И.,Майер А.А. Управление автотранспортными предприятиями/ЛИТМТУ-Л.:, 1979.111с
68. Нечаев А.Н.,Пути повышения безопасности движения на автомобильных дорогах/БССР. Минск, Польша, 1971. 75с.
69. Опенгеим Э. Применение цифровой обработки сигналов. перевод с англ. М.: Мир. 1980. 550 с.
70. Орнатский Н.П., Автомобильные дороги и охрана природы/ Транспорт -М.: 1987. 189с.
71. Павленко Г.П. и др. автоматизированные системы диспетчерского управления пассажирского городского транспорта. М.: Транспорт, 1979. 207 с.
72. Папиташвили Г.В. Методика установления оптимальных режимов движения автомобилей на спуске. Труды конференции “НОТ на автомобильном транспорте”.



- Ереван: “Айастан”, 1977 г.
73. Передвижной пункт учета транспортных средств на автомобильных дорогах. Информационный листок ЦБНТИ. Минавтодор. РСФСР. М., 1975. 4с.
  74. Пономарёва К.В., Кузмин Л.Г., Морев В.Н. Информационное обеспечение АСУ. М.: Высшая школа, 1981. 347 с.
  75. Правила установки дорожных знаков на автомобильных дорогах./ВСН 28-786 Минавтодор РСФСР. Транспорт- М., 1976. 120с.
  76. Раскин Л.Г., Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. /Транспорт- М., 1976. 344с.
  77. Расников В.П., Масловский Э.Б. Карих Ю.С. Изучение режимов движения автомобилей с помощью наземной стереофотограмметрии ./Автомобильные дороги - 1974. №7.18-19с.
  78. Рогожина Н.Н.Комплексные программы НТП и проблемы оценки их экономического эффекта/АН СССР. 1980.63с.
  79. Романов А., Мишуринов В., Шульц В., Рыленых Л. Внимание водителя в условиях движения/ Автомобильный транспорт – 1986. 21-22с.
  80. Романовский В.И. Применение математической статистики в опытном деле/ Госиздат-М., 1947. 120с.
  81. Рушевский П.В. Организация и регулирование уличного движения с применением автоматических средств управления/Высшая школа-М., 1975.
  82. Самойлов Д.С.,Юдин В.А. Организация и Безопасность дорожного движения/Высшая школа-М., 1972.255с.
  83. Сильянов В. Технический прогресс и безопасность движения/ За рулем . 1986. 17с.
  84. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения./ Транспорт – М., 1977. 303с
  85. Сильянов В.В., Сапегин Л.Н. Моделирующий алгоритм для исследования на ЭВМ влияния дорожных условий и средств регулирования на движение потоков автомобилей/Труды МАДИ, 1973. 139-148с.
  86. Синяк В.С. Теоретические основы построения отраслевых АСУ/АНХ СССР- М., 1980.96с.
  87. Ситников Ю.М., Дивочкин О.А., Сильянов В.В. Стадийное улучшение транспортно-

- эксплуатационных качеств дорог/Транспорт-М.:, 1975, 128с.
88. Тетельбаум И.М. Электрическое моделирование /Физматиз, М.:, 1959. 260с.
89. Трескинский С.А. Горные дорог/Транспорт-М.:, 1974.
90. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах .  
ВСН 25-86/ Минавтодор РСФСР /Транспорт. М.:,1988. 183с.
91. Указания по применению дорожных знаков / МВД СССР, Минавтодор  
РСФСР/Транспорт. М.:, 1984. 112с.
92. Филипов В.В. Исследование характеристик неравномерных транспортных потоков  
для решения задач проектирования дорог. Автореферат кандидатской диссертации.  
Хариков. 1967. 23с.
93. Фримштейн Н.И. Устройство для моделирования условий и режимов движения  
наавтомобильной магистрали. Авторское свидетельство № 451104, 1972. бюлл.  
изобр. №43, 1974.
94. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. Перевод /Мир-М.:,  
1966.286с.
95. Хейт Ф. –Математическая теория транспортных потоков/Мир-М.:, 1966
96. Хомяк Я.В. /Проблемы оптимального управления движением транспортных  
потоков на автомобильных дорогах. В. кн.: Автодорожных Украины, 2 Киев 1971.  
31-33с.
97. Хорафас Д.Н. Системы и моделирование/Мир- М.:,1967.420с.
98. Чаликов А.А., Воропаев Е.И. Технологическая связь на автомобильном транспорте.  
М.: Транспорт, 1976. 96 с.
99. Шевяков А.П., Организация движения на автомобильных магистралях / Транспорт  
-М.: 1985. 96с.
100. Шештокас В.В., Самойлов Д.С. Конфликтные ситуации и безопасность  
движения в городах / Транспорт -М.: 1987. 207с.
101. Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Управление движением транспортных  
средств./ Транспорт – М.:, 1975. 112с.
102. Ashton D. The Theori of Rofd Traffic Flow/Hobbs F.D./ London, 1966. 178p.
103. Blunden W.R., Pretty R.L. On the Theory of Deterministic traffic flows in Networks.  
Vehicuiar Traffic Sci, New York, 1967, p.p. 287-289.

104. Drew D.R. Deterministic aspects of freeway operations and control, Texas Transportation Inst. Res. Rept. 24-4, 1964.
105. Drew D.R. Traffic Flow Theory and Control. McGraw-Hill Co./ Washington, 1968.467p.
106. Drew D.R., Pinnell Ch. Some theoretical considerations of peak-hour control for arterial street systems, Traffic control theory and instrumentation“, Plenum Press, New York, 1965
107. Foot R.S. Installation of a tunnel Traffic surveillance and control system. “ Traffic control theory and instrumentation“, Plenum Press, New York, 1965
108. Gordon D.A. Vofst T.M. Drivers Decisions in Overtaking and Passing/ Highway Res., 1968.42-50p.
109. Grace M.Y. Potts R.B. A Theory of the Diffusion of traffic Platoon. Operations Research, 12 (1964)
110. Herman R., Olson P., Rothery R. Problem of the amber Signal Light. Traffic Engng/ and Control. 11.7.69.
111. Hobbs F.D. Traffic Planning and Engineering. Oxford, Pergamon Press, 1974. 497p.
112. Huddart K., Turner E. Traffic signals Progressions. Combination method. Traffic and Control. 11.7.69.
113. Hulscher F. R. Election of Vehicle Detectors for Traffic Management. Traffic Eng. and Contr. 1974, 15,N20, 915-919.
114. Juergen P. Lane-Change Frequencies in Freeway Traffic Flow. Highway Res. Rec. 1972. p. 17-23.
115. Manual, Peat, Marwick, Livingston and Co., New York, December, 1968.
116. Pignataro L.Y. Traffic Engineering. Theory and Practice. New York. 1973.
117. Pinnell Ch. Optimum distribution of traffic over a capacitated street network. Texas Transportation Inst. Res. Rept. 24-2, 1964.
118. Robinson E.A. Random wavelets and cybernetic systems. Charles Griffin & Co. Ltd. London. 1962. 434 p.
119. Rockwell T.H., Honkoek A., Ernst R.A Sensitivity Analysis of Empirically Derived Car-Following Models/ Transp. Res. 1968 p. 363-373.
120. Traffic Control Systems on National Highways. Look Japan, 1975, 0 N 227.

121. True J., Rosen Dan. Moving Merge- aNew Concept in Remp Control/ Public Roads. 1974. p. 229-245.
122. Wardrop J. G. The Capacity of Roads/ Opers 1954. p. 19-24.
123. Wiggins R.A. On factoring the corelations of discrete multivariable stochastic processes. MIT, Cambridge, Mass. 1965.

## დაწართი

### მოდელირების კომპიუტერული პროგრამა

```

DECLARE SUB PRNT (NV!)
DECLARE SUB GADAXVEVA1 (NA!)
DECLARE SUB GADAXVEVA (NA!)
DECLARE SUB GAKVANA (NA!)
DECLARE SUB GASTREBA (T!, DT!, NA!)
DECLARE SUB GENER (T!)
DECLARE SUB GNERMIERT (T!)

COMMON SHARED L, DT, MTVLELI1, MTVLELI2, MTVL1$, MTVL2$
COMMON SHARED MIERT1$, MIERT2$, MIEN1$, MIEN2$, DAX1$, DAX2$, V1$, V2$, T
COMMON SHARED NA1$, NA2$, VA$, LA$, TVIS()
COMMON SHARED AA$, VAMAX$, IB$, KB$, N, I, NAI
COMMON SHARED GASTR1$, GASTR2$, MOCD, DAN$, DANK$, GASTR$
NAI = 1
REM გზის პარამეტრების ფორმირება
REM INPUT "შესასწავლი მონაკვეთის სიგრძე კმ";
LMON = 5
INPUT "ერთი ბლოკის სიგრძე მ";
L1 = 5
L = L1 / 1000
N = INT(LMON / L)

```

DIM TVIS(3, 6)

REM მიერთებები

OPEN "MIERT" FOR RANDOM AS #2 LEN = 20

FIELD #2, 6 AS MIERT1\$, 6 AS MIERT2\$, 2 AS MTVL1\$, 2 AS MTVL2\$, 2 AS MIEN1\$, 2 AS MIEN2\$

FOR I1 = 1 TO N

LSET MIERT1\$ = MKS\$(0)

LSET MIERT2\$ = MKS\$(0)

LSET MTVL1\$ = MKI\$(0)

LSET MTVL2\$ = MKI\$(0)

LSET MIEN1\$ = MKI\$(0)

LSET MIEN2\$ = MKI\$(0)

PUT #2, I1

NEXT I1

REM INPUT "მარჯვენა ზოლზე მეორეხარისხოვანი გზების მიერთების რაოდენობა";K

K = 1

FOR I1 = 1 TO K

PRINT I1; "-მიერთების დაშორება საწკისი წერტილიდან კმ"

INPUT LM

LM = 3

PRINT I1; "-მიერთებიან გამომავალი ნაკადი ავტ/სთ"

INPUT ML

ML = 4

KM = INT(LM / L)

LSET MIETR1\$ = MKS\$(ML)

LSET MIERT2\$ = MKI\$(0)

LSET MTVL1\$ = MKI\$(0)

LSET MTVL2\$ = MKI\$(0)

LSET MIEN1\$ = MKI\$(0)

LSET MIEN2\$ = MKI\$(0)

```

PUT #2, KM
NEXT I1
INPUT "მარცხენა ზოლზე მეორეხარისხოვანი გზების მიერთების რაოდენობა"; K
K = 1
FOR I1 = 1 TO K
PRINT I1; "-მიერთების დაშორება საწკისი წერტილიდან კმ"
INPUT LM
LM = 5
PRINT I1; "-მიერთებიან გამომავალი ნაკადი ავტ/სთ"
INPUT ML
ML = 6
KM = N - INT(LM / L)
GET #2, KM
LSET MIETR1$ = MIERT1$
LSET MIERT2$ = MKI$(ML)
LSET MTVL1$ = MKI$(0)
LSET MTVL2$ = MKI$(0)
LSET MIEN1$ = MKI$(0)
LSET MIEN2$ = MKI$(0)
PUT #2, KM
NEXT I1

REM სიჩქარეები
OPEN "SICHQARE" FOR RANDOM AS #3 LEN = 8
FIELD #3, 4 AS V1$, 4 AS V2$

FOR I1 = 1 TO N
LSET V1$ = MKS$(0)
LSET V2$ = MKS$(0)
PUT #3, I1
NEXT I1

INPUT "1-მარჯვენა ზოლზე სიჩქარის შეზღუდვის მქონე მონაკვეთების რაოდენობა";

```

K

FOR I1 = 1 TO K

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასაწყისის დაშორება საწყისი  
წერტილიდან კმ"

INPUT LM

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასასრულის დაშორება საწყისი  
წერტილიდან კმ"

INPUT LM1

KM = INT(LM / L): KM1 = INT(LM1 / L)

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის სიჩქარე კმ/სთ"

INPUT VL

FOR I2 = KM TO KM1

LSET V1\$=MKSS\$(VL)

LSET V2\$=MKS(0)

PUT #3,I2

NEXT I2

NEXT I1

INPUT "2-მარცხენა ზოლზე სიჩქარის შეზღუდვის მქონე მონაკვეთების რაოდენობა";

K

FOR I1 = 1 TO K

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასაწყისის დაშორება საწყისი  
წერტილიდან კმ"

INPUT LM

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასასრულის დაშორება საწყისი  
წერტილიდან კმ"

INPUT LM1

KM = N - INT(LM / L): KM1 = N - INT(LM1 / L)

PRINT "სიჩქარის შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის სიჩქარე კმ/სთ"

INPUT VL

FOR I2 = KM TO KM1

GET #3,I2

LSET V1\$=V1\$

```

LSET V2$=MKS(VL)
PUT #3,I2
NEXT I2
NEXT I1
REM დახრები
OPEN "DAXRA" FOR RANDOM AS #4 LEN = 18
FIELD #4, 9 AS DAX1$, 9 AS DAX2$

FOR I1 = 1 TO N
LSET DAX1$ = MKS$(1)
LSET DAX2$ = MKS$(1)
PUT #4, I1
NEXT I1

INPUT "გრძივი დახრის მქონე მონაკვეთების რაოდენობა"; K
K = 1
FOR I1 = 1 TO K
'PRINT "გრძივი დახრის მქონე"; I1; "-მონაკვეთის დასაწყისის დაშორება საწკისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM
LM = 2
PRINT "გრძივი დახრის მქონე"; I1; "-მონაკვეთის დასასრულის დაშორება საწკისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM1
LM1 = 3
KM = INT(LM / L): KM1 = INT(LM1 / L)
PRINT "გრძივი დახრის მქონე"; I1; "-მონაკვეთის გრძივი დახრის კუთხე
პრომილებში"
INPUT VL
VL = 12
VL1 = 12 / VL
FOR I2 = KM TO KM1
GET #4, I2

```



```

LSET DAX1$ = MKS$(VL1)
LSET DAX2$ = DAX2$
PUT #4, I2
J = (N - I2 + 1)
GET #4, J
LSET DAX1$ = DAX1$
LSET DAX2$ = MKS$(VL1)
PUT #4, J
NEXT I2
NEXT I1

```

```

REM გასწრების შეზღუდვა
OPEN "GASTR" FOR RANDOM AS #5 LEN = 4
FIELD #5, 2 AS GASTR1$, 2 AS GASTR2$

```

```

FOR I1 = 1 TO N
LSET GASTR1$ = MKI$(0)
LSET GASTR2$ = MKI$(0)
PUT #5, I1
NEXT I1

```

```

INPUT "1-მარჯვენა ზოლზე გასწრების შეზღუდვის მქონე მონაკვეთების რაოდენობა";
K
FOR I1 = 1 TO K
PRINT "გასწრების შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასაწყისის დაშორება საწყისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM
PRINT "გასწრების შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასასრულის დაშორება საწყისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM1
KM = INT(LM / L): KM1 = INT(LM1 / L)
FOR I2 = KM TO KM1

```

```

LSET GASTR1$=MKI$(1)
LSET GASTR2$=MKI$(0)

PUT #5,I2
NEXT I2
NEXT I1

INPUT "2-მარცხენა ზოლზე გასწრების შეზღუდვის მქონე მონაკვეთების რაოდენობა";
K
FOR I1 = 1 TO K
PRINT "გასწრების შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასაწყისის დაშორება საწკისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM
PRINT "გასწრების შეზღუდვის"; I1; "-მონაკვეთის დასასრულის დაშორება საწკისი
წერტილიდან კმ"
INPUT LM1
KM = N - INT(LM / L); KM1 = N - INT(LM1 / L)
FOR I2 = KM TO KM1
GET #5,I2
LSET GASTR1$=GASTR1$
LSET GASTR2$=MKI$(1)
PUT #5,I2
NEXT I2
NEXT I1

REM ავტომობილი
OPEN "MDEBAR" FOR RANDOM AS #6 LEN = 4
FIELD #6, 4 AS NA1$
FOR I1 = 1 TO N
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, I1
NEXT I1

```

```

OPEN "MDEBAR2" FOR RANDOM AS #16 LEN = 4
FIELD #16, 4 AS NA2$
FOR I1 = 1 TO N
LSET NA2$ = MKIS(1)
PUT #16, I1
NEXT I1

OPEN "IB" FOR RANDOM AS #7 LEN = 4
FIELD #7, 4 AS IB$
OPEN "KB" FOR RANDOM AS #8 LEN = 4
FIELD #8, 4 AS KB$
OPEN "LA" FOR RANDOM AS #9 LEN = 4
FIELD #9, 4 AS LA$
OPEN "VA" FOR RANDOM AS #10 LEN = 4
FIELD #10, 4 AS VA$
OPEN "AA-VAMAX" FOR RANDOM AS #11 LEN = 8
FIELD #11, 4 AS AA$, 4 AS VAMAX$
OPEN "DAN" FOR RANDOM AS #13 LEN = 8
FIELD #13, 4 AS DAN$, 4 AS DANK$
OPEN "GASTR" FOR RANDOM AS #14 LEN = 4
FIELD #14, 4 AS GASTR$
OPEN "MOCD" FOR RANDOM AS #15 LEN = 4
FIELD #15, 4 AS MOCD$

OPEN "SHEDEGI" FOR OUTPUT AS #20
REM drois aTvla
INPUT "დროის მონაკვეთის ხანგრძლივობა, სთ"; TIME
TIME = 3
INPUT "დროის ნაზრდის ხანგრძლივობა, სთ"; DT
DT = .1

FOR T = 0 TO TIME STEP DT

```

```

REM
SCREEN 1
TY = INT(380 * DT / TIME)
IF TY < 1 THEN TY = 1
REM

PRINT #20, "T="; T
PRINT #20, "NOM", "MDEB", "MIMART", "SICHQ", "GASTR", "MOCD"
CALL GENER(T)
CALL GNERMERT(T)
FOR DF = 1 TO N
GET #6, DF
IF CVI(NA1$) = 1 THEN 1400
NV = CVI(NA1$): CALL PRNT(NV)
1400 GET #16, DF
IF CVI(NA2$) = 1 THEN 1410
NV = CVI(NA2$)
CALL PRNT(NV)
1410 NEXT DF

REM ზოლების გავლა დროის მოცემული მომენტისათვის
FOR I = N TO 1 STEP -1
GET #6, I
NA = CVI(NA1$)
IF NA = 1 THEN 10
IF (I + 1) > N THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 10
GET #14, NA
IF CVI(GASTR$) = 1 THEN CALL GASTREBA(T, DT, NA): GOTO 10
GET #15, NA
IF CVI(MOCD$) = 1 THEN CALL GADAXVEVA(NA): GOTO 10
GET #13, NA
DAN2 = CVI(DAN$)
IF DAN2 = I AND CVI(DANK$) = 1 THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 10
IF DAN2 = I AND CVI(DANK$) = 2 THEN CALL GADAXVEVA1(NA): GOTO 10

```

```

GET #3, NA
VV = CVS(V1$)
GET #11, NA
IF VV <> 0 THEN VM = VV ELSE VM = CVS(VAMAX$)
GET #10, NA
VAV = CVS(VA$)
GET #11, NA
AAV = CVS(AA$)
GET #4, I
DAX = CVS(DAX1$)
VMIM = (VAV + AAV * DT) * DAX
IF VMIM > VM THEN VMIM = VM
L1 = VMIM * DT
GET #7, NA
NIB = CVI(IB$)
NSAB = NIB + INT(L1 / L)
IF NSAB > N THEN NSAB = N
FOR I1 = (NIB + 1) TO NSAB
GET #6, I1
IF CVI(NA1$) = 1 THEN 100
NA2 = CVS(NA1$): I2 = I1: GOTO 12
100 NEXT I1
IF I1 = N THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 10
GET #9, NA
F1 = NIB - CVI(LA$) + 1
F2 = NIB
FOR I1 = F2 TO F1
LSET NA1$ = MKIS(1)
PUT #6, I1
LSET NA1$ = MKIS(NA)
PUT #6, (I1 + NSAB - NIB)
NEXT I1
LSET IB$ = MKIS(NSAB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)

```

```

PUT #10, NA
GOTO 10
12 GET #7, NA2
IB2 = CVI(IB$)
GET #7, NA
IB1 = CVI(IB$)
GET #9, NA2
LAV = CVI(LA$)
GET #9, NA
LAV1 = CVI(LA$)
LB = IB2 - LAV - IB1
IF LB < 2 THEN CALL GASTREBA(T, DT, NA): GOTO 10
VMIM = LB * L / DT
FOR I1 = (IB1 - LAV1 + 1) TO IB1
LSET NA1$ = MKIS(1)
PUT #6, I1
I2 = (I1 + LB)
LSET NA1$ = MKIS(NA)
PUT #6, I2
NEXT I1
LSET IB$ = MKIS(IB1 + LB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)
PUT #10, NA

10 REM მეზობელი ბლოკის შემოწმება მეორე ზოლზე
I3 = N - I + 1
GET #16, I3
IF CVI(NA2$) = 1 THEN 20
NA = CVI(NA2$)
IF (I3 + 1) > N THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 20
GET #14, NA
IF CVI(GASTR$) = 1 THEN CALL GASTREBA(T, DT, NA): GOTO 20
GET #15, NA

```

```

IF CVI(MOCD$) = 1 THEN CALL GADAXVEVA(NA): GOTO 20
GET #13, NA
DAN2 = CVI(DAN$)
IF DAN2 = I3 AND CVI(DANK$) = 1 THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 20
IF DAN2 = I3 AND CVI(DANK$) = 2 THEN CALL GADAXVEVA1(NA): GOTO 20
GET #3, NA
VV = CVS(V2$)
GET #11, NA
IF VV <> 0 THEN VM = VV ELSE VM = CVS(VAMAX$)
GET #10, NA
VAV = CVS(VA$)
GET #11, NA
AAV = CVS(AA$)
GET #4, I3
DAX = CVS(DAX2$)
VMIM = (VAV + AAV * DT) * DAX
IF VMIM > VM THEN VMIM = VM
L1 = VMIM * DT
GET #7, NA
NIB = CVI(IB$)
NSAB = NIB + INT(L1 / L)
IF NSAB > N THEN NSAB = N
FOR I1 = (NIB + 1) TO NSAB
GET #16, I1
IF CVI(NA2$) = 1 THEN 200
NA2 = CVS(NA2$): I2 = I1: GOTO 22
200 NEXT I1
IF I1 = N THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 20
GET #9, NA
F1 = NIB - CVI(LA$) + 1
F2 = NIB
FOR I1 = F2 TO F1
LSET NA2$ = MKIS(1)
PUT #16, I1
LSET NA2$ = MKIS(NA)

```

```

PUT #16, (I1 + NSAB - NIB)
NEXT I1
LSET IB$ = MKI$(NSAB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)
PUT #10, NA
GOTO 20
22 GET #7, NA2
IB2 = CVI(IB$)
GET #7, NA
IB1 = CVI(IB$)
GET #9, NA2
LAV = CVI(LA$)
GET #9, NA
LAV1 = CVI(LA$)
LB = IB2 - LAV - IB1
IF LB < 2 THEN CALL GASTREBA(T, DT, NA): GOTO 20
VMIM = LB * L / DT
FOR I1 = (IB1 - LAV1 + 1) TO IB1
LSET NA2$ = MKI$(1)
PUT #16, I1
I2 = (I1 + LB)
LSET NA2$ = MKI$(NA)
PUT #16, I2
NEXT I1
LSET IB$ = MKI$(IB1 + LB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)
PUT #10, NA

20 NEXT I
YX = X
X = X + TY
IF X > 370 THEN X = 370
LINE (YX, 70)-(X, 90), 1, BF

```



NEXT T

CLOSE

END

SUB GADAXVEVA (NA)

GET #7, NA

$T1 = N - CVI(IB\$) + 1$

$T2 = N - CVI(IB\$) - 12$

IF  $T2 < 1$  THEN  $T2 = 1$

FOR I1 = T1 TO T2 STEP -1

GET #8, NA

$KB1 = CVI(KB\$)$

IF  $CVI(KB\$) = 1$  THEN 3

GET #16, I1

$NA = CVI(NA2\$)$ : GOTO 4

3 GET #6, I1

$NA = CVI(NA1\$)$

4 IF  $NA <> 1$  THEN 2

NEXT I1

CALL GAKVANA(NA)

2 END SUB

SUB GADAXVEVA1 (NA)

$JK = (N - I + 1)$

$KJ = (N - I - 12)$

IF  $KJ < 1$  THEN  $KJ = 1$

FOR I1 = JK TO KJ STEP -1

GET #8, NA

$K = CVI(KB\$)$

IF  $K = 1$  THEN 8

GET #6, I1

$NAT = CVI(NA1\$)$ : GOTO 9

8 GET #16, I1

```

NAT = CVI(NA2$)
9 IF NAT <> 1 THEN 6
NEXT I1
CALL GAKVANA(NA): GOTO 7
6 LSET IB$ = MKI$(I + 1)
PUT #7, NA
  LSET MOCDS$ = MKI$(1)
PUT #15, NA
GET #9, NA
LAA = CVI(LA$)
  KJ = (I + 1 - LAA)
  IF KJ < 1 THEN KJ = 1
  FOR I1 = KJ TO I + 1
  IF K = 1 THEN 18
  LSET NA2$ = MKI$(NA)
  PUT #16, I1
  GOTO 19
18 LSET NA1$ = MKI$(NA)
  PUT #6, I1
19 NEXT I1
7 END SUB

```

```

SUB GAKVANA (NA)

```

```

GET #7, NA
IBE = CVI(IB$)

```

```

GET #9, NA
LAV = CVI(LA$)

```

```

GET #8, NA
K = CVI(KB$)

```

```
GET #14, NA
IF CVI(GASTR$) = 1 THEN 400
FOR I1 = (IBE - LAV + 1) TO IBE
IF K = 2 THEN 420
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, I1
GOTO 430
420 LSET NA2$ = MKI$(1)
PUT #16, I1
430 NEXT I1
GOTO 410
```

```
400 FOR I1 = IBE TO (IBE + LAV - 1)
IF K = 2 THEN 421
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, I1
GOTO 431
421 LSET NA2$ = MKI$(1)
PUT #16, I1
431 NEXT I1
```

```
410 REM
END SUB
```

```
SUB GASTREBA (T, DT, NA)
GET #8, NA
K1 = CVI(KB$)
IF K1 = 1 THEN K2 = 2 ELSE K2 = 1
GET #10, NA
V1 = CVS(VA$)
GET #11, NA
A1 = CVS(AA$)
VMAX = CVS(VAMAX$)
GET #7, NA
I3 = CVI(IB$)
```

```

GET #4, I3
IF K1 = 1 THEN DX = CVS(DAX1$) ELSE DX = CVS(DAX2$)
VMIM = (V1 + A1 * DT) * DX
IF VMIM > VMAX THEN VMIM = VMAX
L1 = VMIM * DT
GET #14, NA
IF CVI(GASTR$) = 1 THEN 300
NSAB = N - I3 - 2 * INT(L1 / L)
IF NSAB < 1 THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 310
NSAC = N - I3
FOR I1 = NSAC TO NSAB
IF K1 = 1 THEN 344
GET #16, I1
IF CVI(NA2$) = 1 THEN 61
GOTO 311
344 GET #6, I1
IF CVI(NA1$) = 1 THEN 61
GOTO 311
61 NEXT I1
LSET GASTR$ = MKI$(1)
PUT #14, NA
NSAB = N - I3 - INT(L1 / L)
LSET IB$ = MKI$(NSAB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)
PUT #10, NA
J = 0
GET #9, NA
LE = CVI(LA$)
FOR I1 = NSAB TO (NSAB - LE + 1) STEP -1
J = J + 1
IF K1 = 1 THEN 345
LSET NA2$ = MKI$(NA)
PUT #16, I1
J1 = I3 - J

```

```

LSET NA2$ = MKI$(1)
PUT #16, J1
GOTO 1
345 LSET NA1$ = MKI$(NA)
PUT #6, I1
J1 = I3 - J
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, J1
1 NEXT I1
GOTO 310

300 NSAB = I3 - INT(L1 / L)
IF NSAB < 1 THEN CALL GAKVANA(NA): GOTO 310

FOR I1 = NSAB TO I3
I2 = N - I1 + 1
IF K1 = 1 THEN 380
GET #16, I2
IF CVI(NA2$) <> 1 THEN 333 ELSE 334
380 GET #6, I2
IF CVI(NA1$) <> 1 THEN 333 ELSE 334
333 NEXT I1

LSET IB$ = MKI$(NSAB)
PUT #7, NA
LSET VA$ = MKS$(VMIM)
GET #9, NA
LE = CVI(LA$)
J = -1
FOR I4 = NSAB TO (NSAB - LE + 1) STEP -1
J = J + 1
IF K1 = 1 THEN 381
LSET NA2$ = MKS$(NA)
PUT #16, I4
LSET NA2$ = MKI$(1)

```

```

PUT #16, (I3 - J)
GOTO 317
381 LSET NA1$ = MKS$(NA)
PUT #6, I4
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, (I3 - J)
317 NEXT I4: GOTO 310

334 GET #9, NA
LE = CVI(LA$)
FOR I4 = I2 TO (I2 - LE + 1) STEP -1
IF K1 = 1 THEN 383
GET #16, I4
IF CVI(NA2$) <> 1 THEN 333 ELSE 337
383 GET #6, I4
IF CVI(NA1$) <> 1 THEN 333
337 NEXT I4
Y = -1
GET #9, NA
LE = CVI(LA$)
FOR I4 = I2 TO (I2 - LE + 1) STEP -1
Y = Y + 1
IF K1 = 1 THEN 389
LSET NA2$ = MKI$(NA)
PUT #16, I4
LSET NA2$ = MKI$(1)
PUT #16, (I3 - Y)
GOTO 355
389 LSET NA1$ = MKI$(NA)
PUT #6, I4
LSET NA1$ = MKI$(1)
PUT #6, (I3 - Y)
NEXT I4
355 LSET IB$ = MKI$(I2)
PUT #7, NA

```

LSET VA\$ = MKS\$(VMIM)

PUT #10, NA

311

LSET IB\$ = MKI\$(I3 + 1)

PUT #7, NA

IF K1 = 1 THEN 314

PUT #16, (I3 + 1)

GOTO 310

314 PUT #6, (I3 + 1)

310 END SUB

SUB GENER (T)

NAK1 = 60: NAK2 = 60

NAK11 = 30: NAK21 = 30

NAK12 = 60: NAK22 = 70

NAK13 = 10: NAK23 = 0

REM AVTOMOBILEBIS TVISEBEBI

REM PIRVELI TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(1, 1) = 40 'V

TVIS(1, 2) = 1 'L

TVIS(1, 3) = 2000 'A

TVIS(1, 4) = 70 'VMAX

REM MEORE TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(2, 1) = 40 'V

TVIS(2, 2) = 2 'L

TVIS(2, 3) = 1000 'A

TVIS(2, 4) = 50 'VMAX

REM MESAME TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(3, 1) = 40 'V

TVIS(3, 2) = 3 'L

TVIS(3, 3) = 500 'A

TVIS(3, 4) = 40 'VMAX

```

O1 = MTVLELI1 + 1
IF O1 > NAK1 * T THEN 870
MTVLELI1 = O1
NAI = NAI + 1
RANDOMIZE TIMER
RE = INT(RND * 100)

IF RE <= NAK11 THEN U = 1: GOTO 874
IF RE <= (NAK11 + NAK12) THEN U = 2: GOTO 874
U = 3
874 LSET NA1$ = MKIS(NAI)
PUT #6, 1
LSET VA$ = MKS$(TVIS(U, 1))
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKIS(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKS$(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKS$(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
LSET IB$ = MKIS(1)
PUT #7, NAI
LSET KB$ = MKIS(1)
PUT #8, NAI
LSET DAN$ = MKIS(N)
LSET DANK$ = MKIS(1)
PUT #13, NAI
LSET GASTR$ = MKIS(0)
PUT #14, NAI
LSET MOCD$ = MKIS(0)
PUT #15, NAI

```



```

870 G = MTVLELI2 + 1
IF G > NAK2 * T THEN 871
MTVLELI2 = G + 1
NAI = NAI + 1
RANDOMIZE TIMER
RE = INT(RND * 100)

IF RE <= NAK21 THEN U = 1: GOTO 873
IF RE <= (NAK21 + NAK22) THEN U = 2: GOTO 873
U = 3
873 LSET NA2$ = MKI$(NAI)
PUT #16, 1
LSET VA$ = MKS$(TVIS(U, 1))
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKI$(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKS$(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKS$(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
LSET IB$ = MKI$(1)
PUT #7, NAI
LSET KB$ = MKI$(2)
PUT #8, NAI
LSET DAN$ = MKI$(N)
LSET DANK$ = MKI$(2)
PUT #13, NAI
LSET GASTR$ = MKI$(0)
PUT #14, NAI
LSET MOCDS$ = MKI$(0)
PUT #15, NAI

871 END SUB

SUB GNERMIERT (T)

```

NNAK1 = 30

NNAK2 = 40

NNAK3 = 30

REM AVTOMOBILEBIS TVISEBEBI

REM PIRVELI TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(1, 1) = 40 'V

TVIS(1, 2) = 1 'L

TVIS(1, 3) = 2000 'A

TVIS(1, 4) = 70 'VMAX

REM MEORE TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(2, 1) = 40 'V

TVIS(2, 2) = 2 'L

TVIS(2, 3) = 1000 'A

TVIS(2, 4) = 50 'VMAX

REM MESAME TIPIS AVTOMOBILI

TVIS(3, 1) = 40 'V

TVIS(3, 2) = 3 'L

TVIS(3, 3) = 500 'A

TVIS(3, 4) = 40 'VMAX

FOR J1 = 1 TO N

GET #2, J1

MER = CVS(MIERT1\$)

MTV = CVI(MTVL1\$)

IF CVI(MIERT1\$) = 1 THEN 1000

IF (MTV + 1) > (MER \* T) THEN 1000

MTV = MTV + 1

RANDOMIZE TIMER

RE = INT(RND \* 100)

IF RE <= NNAK1 THEN U = 1: GOTO 1021

IF RE <= (NNAK1 + NNAK2) THEN U = 2: GOTO 1021

U = 3

```

1021 IF RE < 50 THEN GOTO 1030
HJ = J1 - 2 - 3 * U
JH = J1 + 3 * U
IF HJ < 1 THEN HJ = 1
IF JH > N THEN JH = N
FOR J2 = HJ TO JH
GET #6, J2
IF CVI(NA1$) <> 1 THEN 1040
NEXT J2
NAI = NAI + 1
LSET NA1$ = MKIS(NAI)
PUT #6, J2
LSET VA$ = MKS$(0)
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKIS(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKIS(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKIS(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
GOTO 1000

1030
HJ = J1 - 2 - 3 * U
JH = J1 + 3 * U
IF HJ < 1 THEN HJ = 1
IF JH > N THEN JH = N
FOR J2 = HJ TO JH
GET #6, J2
IF CVI(NA1$) <> 1 THEN 1040
NEXT J2
HJ = N - J1 - 3 * U
JH = N - J1 + 3 * U
IF HJ < 1 THEN HJ = 1
IF JH > N THEN JH = N
FOR J2 = HJ TO JH
GET #16, J2

```

```

IF CVI(NA2$) <> 1 THEN 1040
NEXT J2
NAI = NAI + 1
LSET NA2$ = MKIS(NAI)
PUT #16, J2
LSET VA$ = MKS$(0)
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKIS(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKIS(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKIS(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
GOTO 1000
1040 GET #2, J1
LSET MIERT1$ = MIERT1$
LSET MIERT2$ = MIERT2$
LSET MTVL1$ = MKIS(MTV)
LSET MTVN2$ = MTVN2$
LSET MIEN1$ = MKIS(CVI(MIEN1$) + 1)
LSET MIEN2$ = MIEN2$
PUT #2, J1
1000 NEXT J1

REM MEORE

FOR J1 = 1 TO N
GET #2, J1
IF CVI(MIERT2$) = 1 THEN 2000
MIER = CVS(MIERT2$)
MTV = CVI(MTVL2$)

IF (MTV + 1) > (MIER * T) THEN 2000
MTV = MTV + 1
RANDOMIZE TIMER
RE = INT(RND * 100)

```

```

IF RE <= NNAK1 THEN U = 1: GOTO 2021
IF RE <= (NNAK1 + NNAK2) THEN U = 2: GOTO 2021
U = 3
2021 IF RE < 50 THEN GOTO 2030
HJ = J1 - 2 - 3 * U
JH = J1 + 3 * U
IF HJ < 1 THEN HJ = 1
IF JH > N THEN JH = N
FOR J2 = HJ TO JH
IF J2 < 1 THEN J2 = 1
IF J2 > N THEN J2 = N
GET #16, J2
IF CVI(NA2$) <> 1 THEN 2040
NEXT J2
NAI = NAI + 1
LSET NA2$ = MKIS(NAI)
PUT #16, J2
LSET VA$ = MKS$(0)
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKIS(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKIS(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKIS(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
GOTO 2000
2030 FOR J2 = (J1 - 2 - U) TO (J1 + U)
IF J2 < 1 THEN J2 = 1
IF J2 > N THEN J2 = N
GET #16, J2
IF CVI(NA2$) <> 1 THEN 2040
NEXT J2
FOR J2 = (N - J1 - U) TO (N - J1 + U)
IF J2 < 1 THEN J2 = 1
IF J2 > N THEN J2 = N

```

```

GET #6, J2
IF CVI(NA1$) <> 1 THEN 2040
NEXT J2
NAI = NAI + 1
LSET NA1$ = MKIS(NAI)
PUT #6, J2
LSET VA$ = MKS$(0)
PUT #10, NAI
LSET LA$ = MKIS(TVIS(U, 2))
PUT #9, NAI
LSET AA$ = MKIS(TVIS(U, 3))
LSET VAMAX$ = MKS$(TVIS(U, 4))
PUT #11, NAI
GOTO 2000
2040 GET #2, J1
LSET MIERT1$ = MIERT1$
LSET MIERT2$ = MIERT2$
LSET MTVL1$ = MTVL1$
LSET MTVL2$ = MKIS(MTV)
LSET MIEN1$ = MIEN1$
LSET MIEN2$ = MKIS(CVI(MIEN2$) + 1)
PUT #2, J1
2000 NEXT J1
END SUB

```

```

SUB PRNT (NV)
GET #7, NV
PIB = CVI(IB$)
GET #8, NV
PKB = CVI(KB$)
GET #10, NV
PV = CVS(VA$)
GET #14, NV
PGAS = CVI(GASTR$)
'GET #15, NV

```

```
'PMOCD = CVI(MOCD$)  
PRINT #20, NV, PIB, PKB, PV, PGAS  
END SUB
```