

მამუკა ბარამიძე

**ტრანსპორტის ეფექტური ფუნქციონირების
პრობლემების კვლევა ლოგისტიკურ სისტემებში.**

ტრანსპორტის დარგში ინჟინერიის დოქტორის (0407)
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი
დისერტაციის

ავტორეფერატი

ქუთაისი, 2019 წ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი ფრიდონ გოგიაშვილი
სამეცნიერო თანახელმძღვანელი: ასოც. პროფესორი გოჩა ლეკვეიშვილი

რეცენზენტები: პროფესორი აკაკი გირგვლიანი
ემერეტუსი რანი ჭაბუკიანი
ასოც. პროფესორი მალხაზ მებურიშვილი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2019 წლის 8 ნოემბერს, 14⁰⁰ საათზე საინჟინრო- ექნიკური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მიერ შექმნილ სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე. მისამართი: 4600. ქუთაისი. თამარ მეფის ქ. 59, I კორპუსი აუდ. №1114.

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში მისამართზე: 4600. ქუთაისი. თამარ მეფის ქ. 59.

ავტორეფერატი დაიგზავნა „ 03 „ 10. 2019 წ.

სადისერტაციო საბჭოს
მდივანი _____ /ნ. სახანბერიძე/

სამუშაოს საერთო დახასიათება

კვლევის აქტუალობა. ავტომობილიზაციის ზრდის თანამედროვე პროცესი მნიშვნელოვნად ახდენს საზოგადოებრივი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას, მაგრამ ამავე დროს საფრთხეს უქმნის გარემოს და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობას, ამიტომ განვითარების თანმხვედრად უნდა ხდებოდეს თანმდევი პროცესების დაგეგმვა, რაც უსაფრთხოს გახდის ავტოტრანსპორტს გარემოსათვის.

საბაზრო ეკონომიკური ურთიერთობების განვითარება ამცირებს მისაწოდებელი ტვირთის პარტიების სიდიდეს, რაც განპირობებული არის ბაზარზე მცირე და საშუალო სიდიდის მეწარმეობის განვითარებით. შესაბამისად, სატრანსპორტო მომსახურების ბაზარზე იზრდება მოთხოვნები ტვირთების შიგა საქალაქო მარშრუტებზე გადაადგილებისა, შეინიშნება სავაჭრო წერტილების ზრდა და უწესდება მკაცრი მოთხოვნები პროდუქციის მიწოდებას „ზუსტად დროში“. მნიშვნელოვანია ის ფაქტიც, რომ დასახლებულ პუნქტებში არსებული სავაჭრო წერტილები მოთხოვნებს აწესებენ არა მარტო მიწოდების კუთხით, არამედ ასორტიმენტის მხრივ. შესაბამისად ამ საკითხის დადებითად გადაჭრა შესაძლებელია სხვადასხვა მწარმოებელთან კავშირში.

საკითხის სირთულიდან გამომდინარე, აღნიშნული მიმართულებით შესრულებულია საკმაო რაოდენობის კვლევა, მაგრამ ზემოთ აღნიშნული სფერო სწრაფად მზარდია და ტვირთების გადაადგილების ეფექტურობის კვლევაც არ არის სრულყოფილი. ამიტომ საჭირო არის ახალი სამეცნიერო-პრაქტიკული გადაწყვეტები, გადაზიდვების პროცესების მოდელის ოპტიმიზაცია. ამ კუთხით კვლევები აქტუალურია და წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს მცდელობას აღნიშნული საკითხის გადაჭრისას.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანი – საავტომობილო ტრანსპორტით ტვირთების მცირე პარტიებად გადაზიდვის არსებული ორგანიზაციული სისტემების კვლევა და ეფექტურობის ამაღლების არსებული მეთოდების სრულყოფა.

მიზნების მისაღწევად დაისვა და გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები:

- დამუშავებულია „შტოების და საზღვრების“ მეთოდის სრულყოფის მეთოდიკა და კომპიუტერული პროგრამა მისი პრაქტიკული რეალიზაციისათვის;
- შექმნილი არის შერეული მარშრუტის მოდელი ტვირთების გადაადგილებისათვის ორი მწარმოებლიდან;
- შემოთავაზებულია ავტომობილის დამატებითი დატვირთვის მიზანშეწონილობის მაჩვენებელი;
- დამუშავებულია მეთოდიკა, რომელიც განსაზღვრავს მარშრუტის იმ პუნქტს, სადაც უნდა მოხდეს ავტომობილის შესვლა დამატებითი ტვირთისათვის;
- ჩატარებულია ექსპერიმენტული კვლევები და შეფასებულია მიღებული შედეგების ეფექტურობა.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს მომხმარებლებისათვის მცირე პარტიებად ტვირთების გადაზიდვის პროცესი რამდენიმე მიმწოდებლისაგან.

სამეცნიერო სიახლეს წარმოადგენს :

- სავაჭრო ქსელში მცირე პარტიებად ტვირთების გადაადგილების დროს

მარშრუტიზაციის ამოცანის გადასაწყვეტად „შტოების და საზღვრების“ მოდიფიცირებული მეთოდი ;

- მათემატიკური მოდელი, მეთოდისა და მისი პროგრამული უზრუნველყოფა, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ორი მიმწოდებლიდან ტვირთების გადაადგილების დროს რაციონალური მარშრუტის შედგენა;
- მცირე პარტიებად ტვირთების გადაადგილებისას გადაზიდვის პროცესის ეფექტურობის შემფასებელი კოეფიციენტის შემოღება მარშრუტების შერწყმის დროს.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. შემოთავაზებული მეთოდები, მათემატიკური მოდელი და პროგრამული უზრუნველყოფა საშუალებას გვაძლევს უზრუნველყოთ გადაზიდვის მარშრუტების დაგეგმვის დროს პუნქტების ჩამოვლის ოპტიმალური გზა. ეს საშუალებას გვაძლევს შერეულ მარშრუტებზე მოძრაობისას შევამციროთ ავტომობილის უქმი გარბენი და შესაბამისად გავზარდოთ პროდუქციის კონკურენტუნარიანობა.

კვლევის შედეგების რეალიზაცია.

მიღებული სამეცნიერო, პრაქტიკული და ეკონომიკური შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას კონკრეტული საწარმოებისა და მწარმოებლებისათვის. სადისერტაციო ნაშრომის მასალები შეიძლება გამოყენებულ იქნას სასწავლო პროცესში მიმართულებისათვის „გადაზიდვების ორგანიზაცია და მართვა ტრანსპორტზე“ და „სატრანსპორტო ლოგისტიკა“.

სამუშაოს აპრობაცია.

სადისერტაციო კვლევის ძირითადი დებულებები და შედეგები წარმოდგენილი იყო სამეცნიერო მოხსენებებსა და გამოსვლებში: საერთაშორისო კონფერენციაზე „საზღვაო ინდუსტრიის ინოვაციური გამოწვევები.“ (ქ. ბათუმი 2015, 2016 წწ.); საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე MOTAUTO 2015 (ქ. სოფია, ბულგარეთი 2015 წ.); XIX საერთაშორისო კონფერენციაზე „საზღვაო ტრანსპორტი და ინფრასტრუქტურა“ (ქ. რიგა, ლატვია, 2017 წ.); საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე MOTAUTO 2017 (ქ. ბურგასი, ბულგარეთი 2017 წ.); აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საინჟინრო ტექნიკური ფაკულტეტის მშენებლობისა და ტრანსპორტის დეპარტამენტის ყოველწლიურ სამეცნიერო-ტექნიკურ სემინარებზე (ქ. ქუთაისი 2015, 2016, 2017 წწ.).

პუბლიკაცია. სადისერტაციო ნაშრომის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 7 ნაბეჭდი ნაშრომი, მათ შორის 3 საერთაშორისო რეფერირებად ჟურნალში და მიღებულია ერთი დადებითი გადაწყვეტილება პატენტის გაცემაზე.

სტრუქტურა და სამუშაოს მოცულობა. დისერტაცია შედგება შესავლისაგან, ოთხი თავისაგან, ძირითადი შედეგებისაგან, დასკვნებისაგან და დანართისაგან. შეიცავს 114 გვერდს, 49 ცხრილს, 39 ნახაზს და გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალს 144 ერთეულს.

სამუშაოს შინაარსი

სადისერტაციო ნაშრომის შესავალში მოყვანილია თემის აქტუალობა, ფორმირებულია კვლევის მიზნები და ამოცანები, სამეცნიერო სიახლე და მიღებული შედეგების პრაქტიკული ღირებულება.

შესრულებული სამუშაოს პირველ თავში განხილულია ჩამორიგებით მარშრუტებზე ტვირთების გადაზიდვის კუთხით შესრულებული სამუშაოების ანალიზი, თეორიული და პრაქტიკული კვლევების თანამედროვე მდგომარეობა, ასევე გაკეთებულია იმ შრომების მოკლე მიმოხილვა, სადაც განხილული არის მარშრუტიზაციის ამოცანა ზემოთ ხსენებული გადაზიდვის დროს.

მცირე პარტიებად ტვირთების გადაზიდვის მნიშვნელობა დღევანდელი მდგომარეობით იზრდება, რადგან ასეთი სახის გადაზიდვა ძირითადად ეხება სოციალურად მნიშვნელოვან ტვირთებს. შესაბამისად, შეიძლება ვთქვათ, რომ გადაზიდვის პროცესში საავტომობილო ტრანსპორტს უჭირავს მნიშვნელოვანი ადგილი სატრანსპორტო მომსახურების ბაზარზე. საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე მნიშვნელოვანი კვლევები არის განხორციელებული მთელი რიგი უცხოელი მეცნიერების მიერ. როგორებიცაა ს.რ. ლეიდერმანი, ბ.ლ. გერონიმუსი, ვ.ა. გუტკოვი, ლ.ბ. მიროტინი, მ. კრისტოფიდესი, ს. ეილონ, დ. ლიტლი და სხვა. გადაზიდვის პროცესების ეფექტური მართვისათვის საჭიროა ამოიხსნას მარშრუტიზაციის ამოცანა.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, როდესაც შეცვლილია სატრანსპორტო მეურნეობის სტრუქტურა, არ არსებობს რაიმე თანმიმდევრულად ჩამოყალიბებული თეორია, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა შეგვესწავლა ტვირთების გადაზიდვა მცირე პარტიებად წრიულ მარშრუტებზე. გადაზიდვის პროცესი უნდა სრულდებოდეს უქმი სვლის მინიმიზაციით, რადგან ის არის მდგენელი, რომელიც გავლენას ახდენს ავტომობილის საერთო გარბენზე. მარშრუტებზე ტვირთების ჩამორიგების ეფექტურობა თანამედროვე პირობებში შესაძლებელია რამდენიმე მწარმოებლისაგან აღებული ტვირთის გადაზიდვით, რომლებსაც აქვთ ურთიერთშემხვედრი უქმი გარბენები.

სამუშაოში გაკეთებულია ტვირთების ჩამორიგების პრაქტიკაში გავრცელებული მეთოდების ანალიზი. დადგენილია, რომ ფართო გამოყენება ჰპოვა მიახლოებითმა მეთოდებმა, რომლებიც ამა თუ იმ შემთხვევაში ახლოს არიან ამოცანის გადაწყვეტის ოპტიმალურ ვარიანტთან. ამიტომ მარშრუტიზაციის ამოცანის შესწავლის პროცესში ზუსტი მეთოდების გამოყენებას ალტერნატივა არ აქვს. სწორედ ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს საზღვრებისა და განშტოების მეთოდი. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ის არ ითვალისწინებს ერთი და იმავე ადგილზე რამდენჯერმე მისვლას, რასაც ადგილი აქვს რეალურ სატრანსპორტო სქემაში.

ამრიგად, ზუსტი მეთოდების მოდიფიკაცია წარმოადგენს პერსპექტიულ მიმართულებას მცირეპარტიებად ტვირთების გადაზიდვის პროცესის მარშრუტიზაციის ამოცანის გადაწყვეტისას. შესაბამისად იქმნება იმის შესაძლებლობა, რომ ეფექტურად იქნეს გამოყენებული საავტომობილო ტრანსპორტი ლოგისტიკურ სისტემაში.

მეორე თავში განხილულია დამუშავებული მეთოდის არსი მარშრუტიზაციის პროცესში, რომელიც წარმოადგენს კლასიკური მეთოდის „საზღვრების და შტოების“ სრულყოფილ ვარიანტს. დამუშავებული მეთოდის ძირითადი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ შემოტანილია დამატებითი კვანძები და კავშირები საკვლევი სატრანსპორტო ქსელის პუნქტებს შორის, იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ის არის საჭირო.

ფიქტიური კვანძი (პუნქტი) ეწოდება დამატებით შემოტანილ კვანძს, რომელიც საწყის სატრანსპორტო ქსელში არ იყო (ნახ.1). ფიქტიური კაშირი კი ეწოდება რკალს ფიქტიურ და ნამდვილ კვანძს შორის, ან ორ ფიქტიურ კვანძს შორის. ფიქტიური კვანძი და კავშირი წარმოშობს ფიქტიურ შტოს. შესაბამისად ასეთი შტოებისა და კვანძებისაგან მიღებული მატრიცა არის ფიქტიური.

მეთოდიკის დამუშავების დროს ძირითად პრობლემას წარმოადგენს ის რომ ფიქტიური შტოების შემოტანის დროს არ უნდა შეიცვალოს კლასიკური მეთოდის შინაარსი. ამ მიზნით სრულყოფა განიცადა გაანგარიშების კლასიკურმა ალგორითმა.

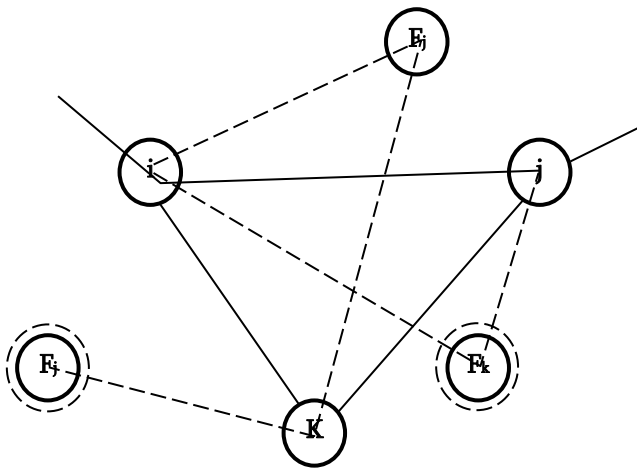
ვადგენთ საწყის მატრიცას გამოსაკვლევი სატრანსპორტო ქსელის პუნქტებს შორის მიხედვით.

გადავდივართ დაყვანილ მატრიცაზე ; L^a

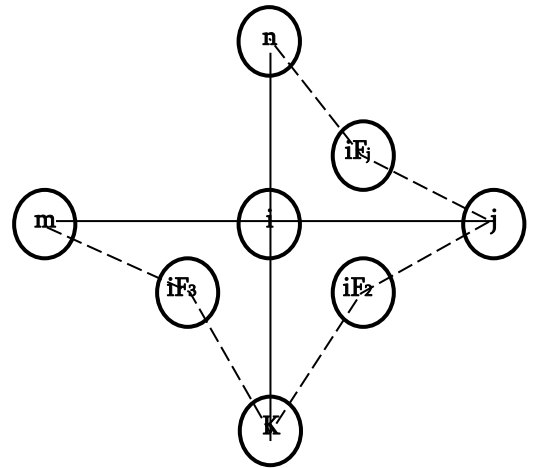
$$l'_{ij} = l_{ij} - h_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

$$l''_{ij} = l'_{ij} - h_j, \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2)$$

სადაც h_i და h_j – შესაბამისად მატრიცის სტრიქონებისა და სვეტების მინიმალური ელემენტებია.



ა)



ბ)

ნახ.1. ფიქტიური შტოების ელემენტები

ა) სამკუთხა ელემენტი; ბ) კვანძური ელემენტი.

1. თითოეული ელემენტისათვის ვაკეთებთ შეფასებას ფორმულით

$$A = \min l''_{ik} + \min l''_{sj} \quad (3)$$

2. ვპოულობთ განშტოებას $k-s$ მაქსიმალური შეფასებით

$$A = \max A_{y, \quad i, j, = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

3. გადავდივართ ახალ მატრიცაზე L_j , რომლის დროსაც L^a -დან გადავხაზავთ k სტრიქონასა და s სვეტს ყველაზე მაღალი მნიშვნელობით.

4. ვქმნით ფიქტიურ მატრიცას F_k და F_s , შემოვიტანთ რა L_i მატრიცაში ფიქტიურ კვანძებს k და s -ს. სადაც გავიმეორებთ იგივე პროცედურებს, რომელიც გვაქვს 2-4 პუნქტებში.

5. ვადგენთ, რომ ფიქტიური კვანძების რაოდენობა ერთით ნაკლებია განშტოების რაოდენობაზე.

6. ვადგენთ ოპტიმალურ მარშრუტს ვარიანტების შედარების გზით.

შემოთავაზებული ალგორითმის საფუძველზე დამუშავებული იქნა კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც ავტომატურად ახდენს ფიქტიური კვანძების და განშტოებების შეყვანას. მიზნის ფუნქციად შეიძლება გამოვიყენოთ დრო ან ავტომობილის საერთო გარბენი.

$$f(T) = \sum t_i \rightarrow \min; \quad f(L) = \sum l_i \rightarrow \min \quad (5)$$

მესამე თავში დამუშავებულია მათემატიკური მოდელი და დასაბუთებულია წრიული მარშრუტების შეერთების მიზანშეწონილობა. განსაზღვრულია დამატებითი ტვირთის ასაღებად განლაგებული პუნქტის მდებარეობა.

ტვირთების გადაზიდვის პროცესის თეორიაში დღეისათვის ნაკლებად არის შესწავლილი მარშრუტების შეთავსების ამოცანა. თუმცა რამდენიმე მწარმოებლისაგან ტვირთების მიღება და გადაზიდვა წარმოადგენს საკმაოდ რთულ ამოცანას, რადგან გადაზიდვის პროცესს თან ახლავს გარკვეული შეზღუდვები. ამიტომ განხილული არის ამოცანა, როდესაც ტვირთის გადაზიდვა ხორციელდება ორი მიმწოდებლისაგან. შესაბამისად შესწავლილი იქნა ორი საკითხი:

-როგორი უნდა იყოს დატვირთვის პუნქტში დასატვირთად შესვლის მაქსიმალურად დასაშვები დრო იმისათვის, რომ მარშრუტების შერწყმა იყოს მიზანშეწონილი.

-სატრანსპორტო ქსელის რომელი პუნქტიდან უნდა განხორციელდეს ეს პროცესი.

მარშრუტების შერწყმის მიზანშეწონილობის პირობიდან გამომდინარე მიღებულია:

$$\Delta t = \Delta t^m - \Delta t^i \geq 0 \quad (6)$$

სადაც Δt^i – არის დროის ცვალებადობა მარშრუტზე მომსახურების დროს (სთ);

Δt^m – დროის ეკონომია პუნქტებში ტვირთის ასაღებად შევლის დროს (სთ).

$$\Delta t^m = \sum_{i=1}^P t_i^m (G_i - 1) \quad (7)$$

სადაც t_i^m – არის განტვირთვის პუნქტში შევლის დრო (სთ);

G – i -ურ პუნქტში ერთდროულად გადმოსატვირთი ტვირთის რაოდენობა;

P – პუნქტების რაოდენობა, სადაც ერთდროულად ხდება ტვირთების გადმოტვირთვა (ერთეული).

მოდრაობის დროის ცვლილება განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta t^l = t - (t^b + t^a), \quad (8)$$

სადაც t – არის შეერთებულ (შერწყმულ) მარშრუტზე მოძრაობის დრო (სთ);

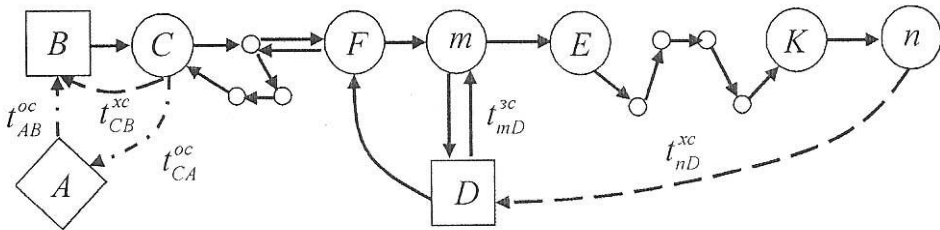
t^b – მოძრაობის დრო ძირითად მარშრუტზე (სთ);

t^a – მოძრაობის დრო დამატებით მარშრუტზე (სთ).

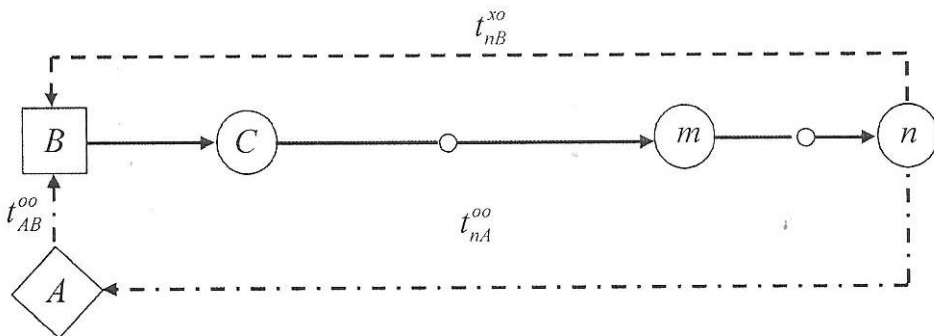
მეორე პუნქტში ტვირთის ასაღებად შევლის მიზანშეწონილობის მაჩვენებლად აღებული არის მეორე პუნქტში დასატვირთად შევლის დრო. ის განისაზღვრება მარშრუტის შეერთების (შერწყმის) მიზანშეწონილობის პირობიდან:

$$\sum_{i=1}^{\Pi} t^{3P} (\Gamma_i - 1) - t + (t^b + t^a) = 0. \quad (9)$$

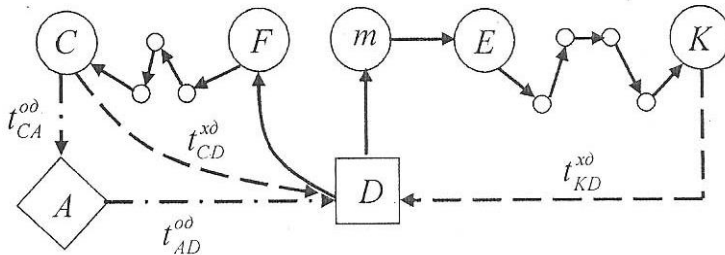
ტვირთის ასაღებად შევლის დრო სხვადასხვა სამარშრუტო ქსელის პირობებში იქნება სხვადასხვა. ნახ.2-ზე მოყვანილია შემთხვევა, როდესაც ძირითადი და დამატებითი ტვირთების განტვირთვის პუნქტი ერთმანეთს არ ემთხვევა, არამედ დამატებითი ტვირთის დასატოვებლად საჭირო ხდება რაღაც შუალედური m პუნქტის გამოყენება. ის მიღებული არის ნახ.3 და ნახ.4-ზე გამოსახული სქემების გაერთიანებით.



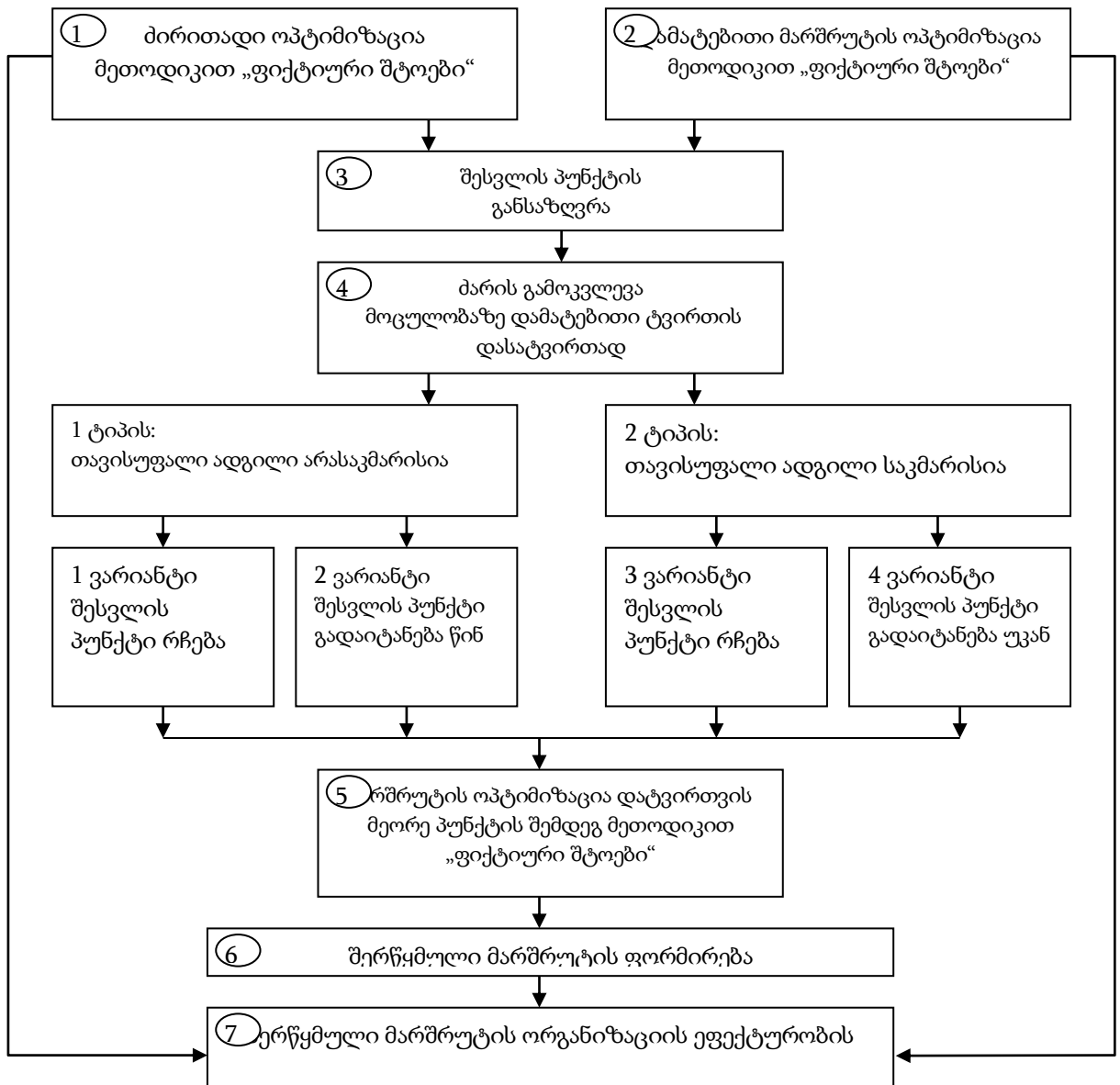
ნახ.2. ტვირთების ერთდროული გადაზიდვა



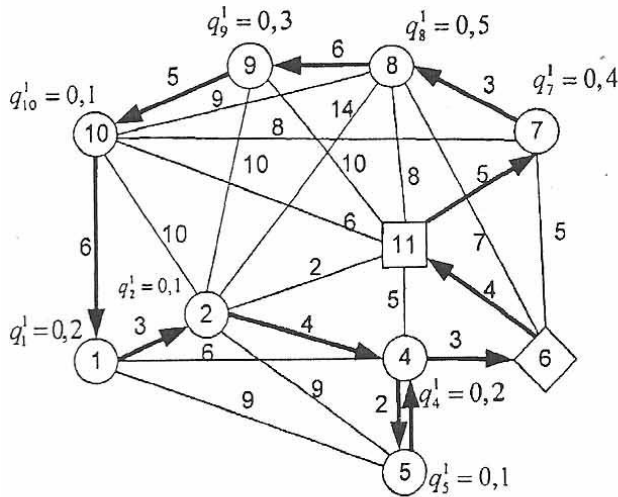
ნახ.3. ძირითადი მარშრუტი



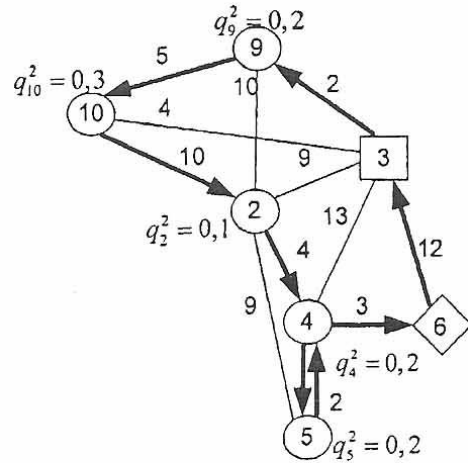
ნახ.4. დამატებითი მარშრუტი



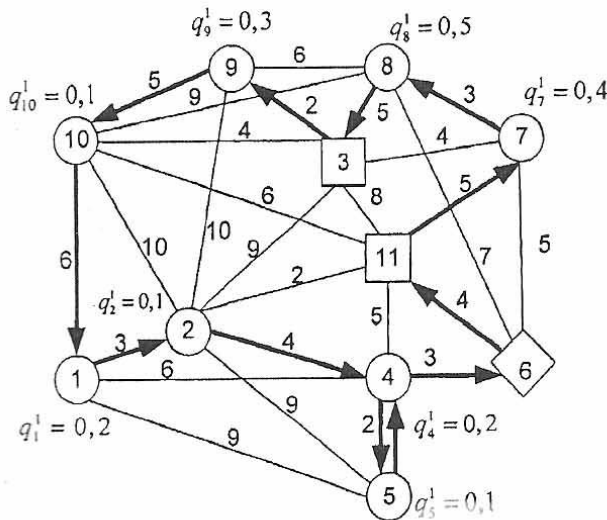
ნახ.5. შეერთებული მარშრუტის ფორმირების ბლოკ-სქემა



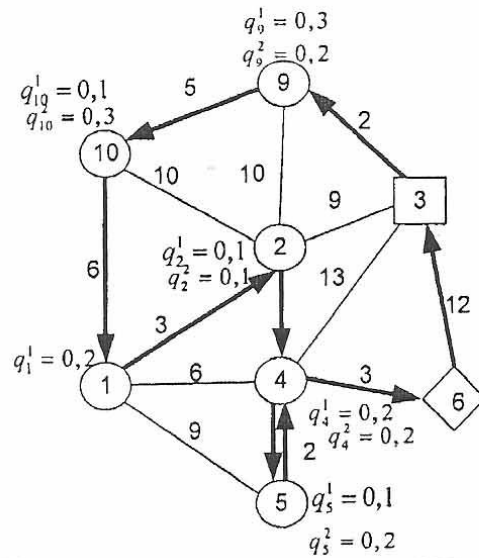
ნახ. 6



ნახ. 7



ნახ.8.



ნახ.9.

საერთო შემთხვევაში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში შეიძლება გამოვყოთ სამი ეტაპი: პირველი – როდესაც გადაიზიდება მხოლოდ ძირითადი ტვირთი, მეორე – როდესაც ხდება ერთობლივი გადაზიდვა ძირითადი და დამატებითი ტვირთებისათვის და მესამე – როდესაც გადაიზიდება მხოლოდ დამატებითი ტვირთი. დამატებითი ტვირთის ასაღებად შევლის მიზანშეწონილობის მაჩვენებელი, რომელიც გამოსახული არის (9) ფორმულით, მიღებული არის შემდეგი სახით:

$$[t_{mD}^{zc}] = \frac{t_{nA}^{oo} - t_{cA}^{oc} - (\Pi - 1)(t_{cB}^{xc} - t_{nB}^{xo})}{\Pi} + \sum_{i=1}^{\Pi} t_i^{3p} - t_{Dn}^{\Gamma c} - t_{DF}^{\Gamma c} + t_{FC}^{\Gamma c} + t_{mn}^{\Gamma o} - t_{nD}^{xc}. \quad (10)$$

სადაც Π – არის ტვირთის მიტანის ციკლების რაოდენობა.

(10) ფორმულიდან ჩანს, რომ ტვირთის ასაღებად შევლისათვის მაქსიმალურად დასაშვები დრო დამოკიდებულია დროზე, რომელიც იხარჯება ტვირთთან მისვლაზე, უქმ და ნულოვან გარბენზე, ასევე მიწოდების ციკლების რაოდენობაზე.

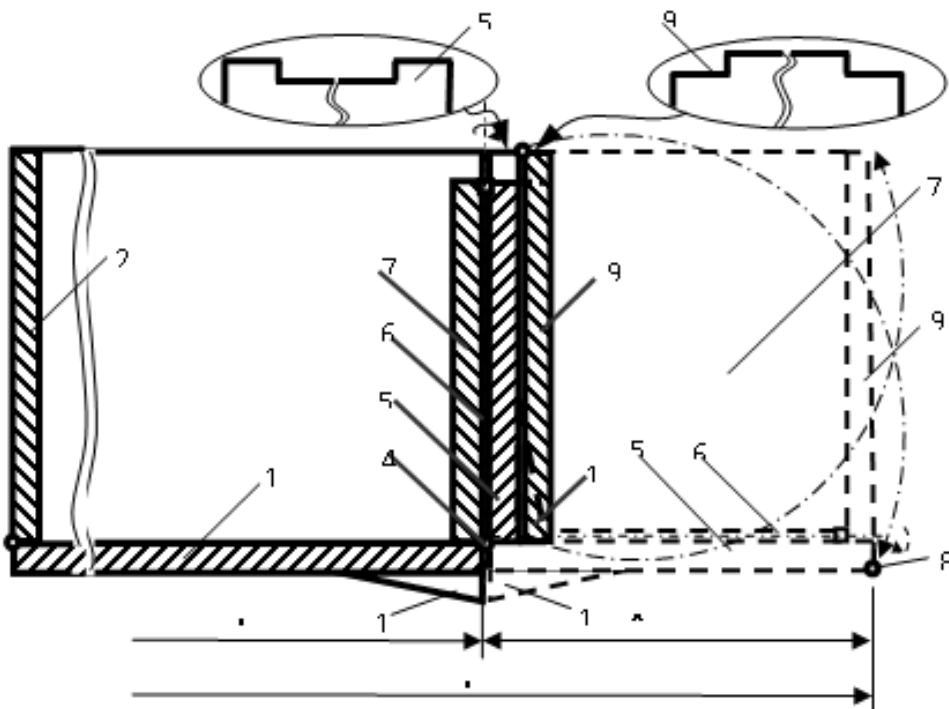
ნახ.5-ზე მოცემულია შეერთებული მარშრუტის ბლოკ-სქემა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ხდება ორი წრიული მარშრუტის შეერთება (შერწყმა).

ნახ.6...9-ზე მოყვანილია ამოცანის ამოხსნის შედეგები, როცა ძირითად და დამატებით მარშრუტებს აქვთ ერთი საავტომობილო პარკი, რომელიც განლაგებულია მე-6 წვეროში. სატრანსპორტო საშუალებების ტვირთამწეობაა 1,9 ტ. 11 და 3 წერტილებში არის ძირითადი და დამატებითი ტვირთის დატვირთვის ადგილი. ნახ.6 და ნახ.7-ზე ნაჩვენებია შესაბამისად პირველი და მეორე ეტაპის შედეგები.

მესამე ეტაპზე ძირითადი მარშრუტის სქემაში ჩართული არის წვერო 3 (ნახ.8). ნაჩვენებია, რომ დამატებითი ტვირთის დასატვირთად ავტოსატრანსპორტო საშუალების ძარაზე საკმარისი ადგილია. ამრიგად წვერო 8 წარმოადგენს დამატებითი ტვირთისათვის შევლის ადგილს.

შერწყმული მარშრუტი, რომლის საერთო სიგრძე 44 კმ-ია, მიიღება ძირითადი მარშრუტის (მე-3 პუნქტამდე) და მას შემდეგ მარშრუტის სიგრძის შეკრებით (ნახ.9). 6-11-7-8-3-9-10-1-2-4-5-4-6.

ძარაზე დამატებითი ტვირთების განთავსებისათვის შექმნილია ცვლადი მოცულობის ძარის კონსტრუქცია (ნახ. 10), რომელიც დაცულია პატენტით.



ნახ. 10. ცვლადი მოცულობის ძარის კონსტრუქცია.

მცირე პარტიებად ტვირთების გადაზიდვის პროცესის განსაკუთრებულობას წარმოადგენს დრო, რომელიც იხარჯება ავტომობილის მოცდენაზე. გარბენზე დანახარჯების შეფასებისას გამოიყენება შეფასება კილომეტრებით, ხოლო მოცდენაზე დანახარჯები – საათობით. ცხადია, რომ სატრანსპორტო დანახარჯები i-ურ მარშრუტზე შედგება შემდეგი წევრებისაგან:

$$Z_i = Z_i^d + Z_i^s + Z_i^o + Z_i^f, \quad (11)$$

სადაც,

Z_i^d – ავტომობილის მოძრაობაზე დანახარჯებია;

Z_i^s – დატვირვა-განტვირთვისას მოცდენის დანახარჯებია;

Z_i^o – საორგანიზაციო მოცდენის დანახარჯებია;

Z_i^f – მძღოლის ხელფასზე დანახარჯებია;

მე-11 განტოლების გარდაქმნით მივიღებთ:

$$Z_i = c_i^L L + c_i^q \sum_{i=1}^P q_{ij} \ell_{ij} + c_i^h t_i^y + c_i^h t_i^k + c_i^b t_i, \quad (12)$$

სადაც L – არის მარშრუტის სიგრძე (კმ);

q – თითოეულ პუნქტში გადმოსატვირთი ტვირთის წონა (ტ);

ℓ – მანძილი ტვირთის დატვირთვის ადგილიდან ტვირთის განტვირთვის ადგილამდე (კმ);

P – განტვირთვის პუნქტების რაოდენობა (ერთეული);

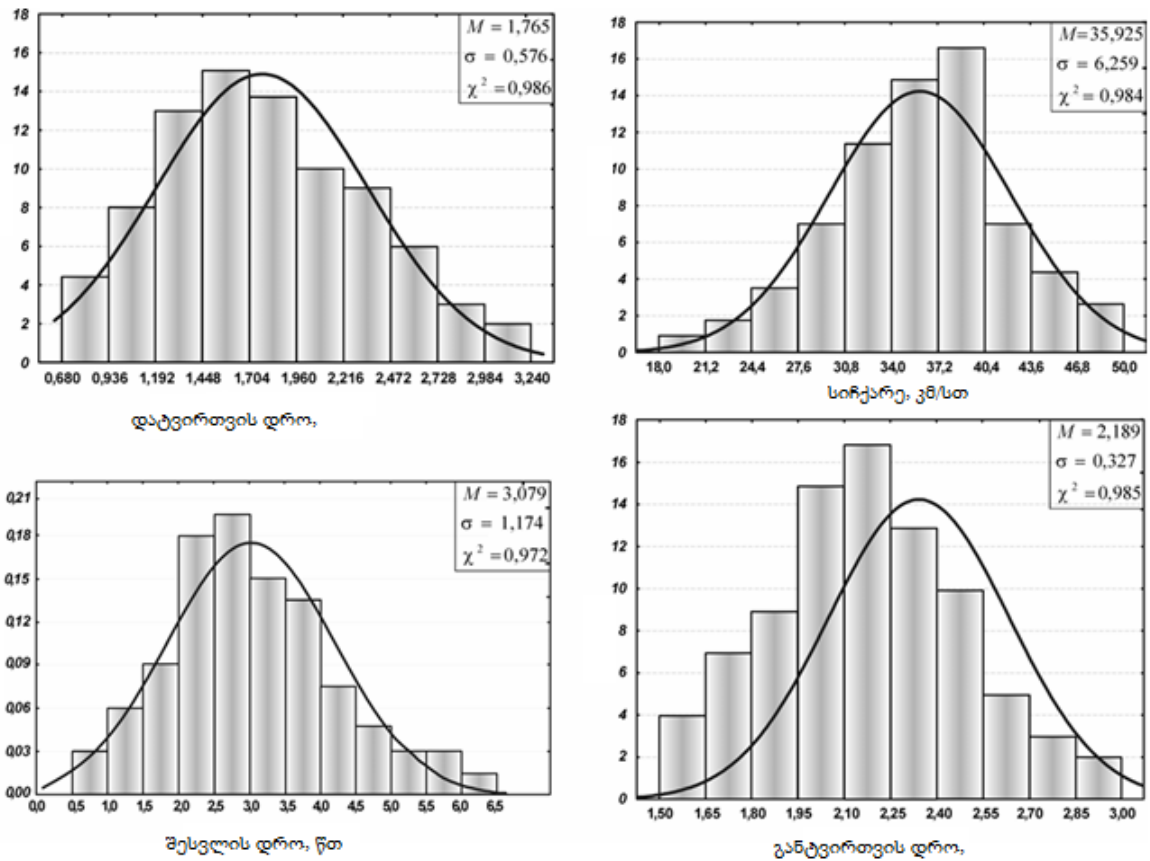
t^y – დატვირთვა-განტვირთვის ოპერაციებზე დახარჯული დრო (სთ);

t_i^k – განტვირთვის პუნქტში შესვლის დრო (სთ);

t_i – მძღოლის სამუშაო დრო (სთ).

c_i^L (ლარი/კმ), c_i^q (ლარი/ტ.კმ), c_i^h (ლარი/სთ), c_i^b (ლარი/სთ) – ღირებულებითი მაჩვენებლებია.

განხილული ამოცანის შემთხვევაში სატრანსპორტო ხარჯები მარშრუტების შეერთების შედეგად შემცირდა 25%-ით.



ნახ.11 მაჩვენებლების განაწილების კანონები

მეთხე თავში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები, კერძოდ შემოწმდა თუ როგორ თანხვედრაში არის დამუშავებული მეთოდოლოგია რეალურ პირობებთან. დამუშავებული მეთოდოლოგიის ადეკვატურობის შემოწმების მიზნით ჩატარდა ექსპერიმენტული კვლევები, რომლის დროსაც დაფიქსირდა ტექნიკური და ეკონომიკური ინდიკატორები და შესრულდა სტატისტიკური დამუშავება; ჩატარდა ტვირთის გადაზიდვის კომბინირებული მარშრუტი ორი მწარმოებლისგან და შედარდა კომბინირებული და არსებული მარშრუტების ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლები. ობიექტად შერჩეულ იქნა ქ.ბათუმის ორი პურის ქარხანა. მიღებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად, დადგინდა, რომ გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი β იყო 0,42, დატვირთვის დრო 1.76 სთ, ავტომობილის ტექნიკური სიჩქარე იყო 36 კმ / სთ, განტვირთვაზე შესვლის დრო-3 წთ (ნახ. 11).

მარშრუტების გაერთიანების შედეგად მიღებული ეფექტის შეფასებისათვის ცხრილში 1. მოცემულია ტექნიკურ-ეკონომიკური ინდიკატორები.

ცხრილი 1.

მარშრუტი	t სთ,	W , ტ/ს	WP , ტ.კმ/ს	L^x , კმ	β	3 , ლარი	K^W ,
გაერთიანებამდე	15,00	0,158	1,778	33,845	0,61	3067,5	0,007
გაერთიანების შემდეგ	13,35	0,206	1,843	7,823	0,83	2733,8	0,011

ძირითადი დასკვნები

1. შემოთავაზებულია ინსტრუმენტები, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ რაციონალური მარშრუტის ფორმირება ტვირთების მცირე პარტიებად გადაზიდვის დროს, რომლის შედეგად ვზრდით გადაზიდვის ეფექტურობას.
2. მოდერნიზირებულ იქნა კლასიკური მეთოდი, „განშტოებები და საზღვრები“, რომლის ძირითად არსს წარმოადგენს ახალი ფიქტიური კვანძების და კავშირების შემოყვანა სატრანსპორტო ქსელში.
3. დამუშავებულია წრიული მარშრუტების შეერთების მათემატიკური მოდელი, რომელიც შეიცავს მთელ რიგ ახალ ელემენტებს. კერძოდ, შემოთავაზებულია გადაზიდვის პროცესის ეფექტურობის შემფასებელი კოეფიციენტი, ასევე განსაზღვრულია დამატებითი ტვირთის ასაღებად გადაადგილების თანმიმდევრობა მარშრუტიზაციის ალგორითმის სრულყოფის გზით.
4. დამუშავებულმა მოდელებმა, მეთოდიკამ და პროგრამულმა უზრუნველყოფამ საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა მარშრუტების შეერთების მიზანშეწონილობა, რაც გამოიხატა ავტომობილის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ამაღლებაში.
5. მიღებულმა მოდელებმა და მეთოდიკამ საშუალება მოგვცა დაგვემუშავებინა ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის მარშრუტები პურპროდუქტების ჩამორიგების კონკრეტულ შემთხვევაში. დადგენილია, რომ მარშრუტების შეერთების (შერწყმის) დროს იზრდება: გარბენის კოეფიციენტის მნიშვნელობა 15-30%-ით, მწარმოებლობა ტ/სთ-ში 5-20%-ით, მწარმოებლურობა ტ.კმ/სთ 4-5%-ით, ამასთან ერთად მცირდება ავტომობილის უქმი გარბენი – 50-55%-ით, ავტომობილის მარშრუტზე მოძრაობის დრო 5-10%-ით.

დისერტაციის ძირითადი მასალები გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:

1. მ. ბარამიძე; ი. შარაბიძე საზღვაო ტრანსპორტის განვითარების პერსპექტივები აჭარის რეგიონში: საერთაშორისო კონფერენციის „საზღვაო ინდუსტრიის ინოვაციური გამოწვევები“. შრომების კრებული.- ბათუმი, 2015 წ.-გვ.16-22.
2. M. Baramidze, P. Gogiashvili, R. Mamuladze Internacional transport projects and ecosystem of black sea. International journal MACHINES TECHNOLOGIES MATERIALS. Issue 11/2015.-p.39-41.
3. მ.ბარამიძე, ი. შარაბიძე, ნ. დოლიძე საზღვაო ტრანსპორტის ეფექტური ფუნქციონირება და საქართველოში არსებული პრობლემების კვლევა ლოჯისტიკურ სისტემებში. -II საერთაშორისო კონფერენცია „საზღვაო ინდუსტრიის ინოვაციური გამოწვევები: საზღვაო ტრანსპორტი, საინჟინრო ტექნოლოგიები, ლოჯისტიკა, ტურიზმი“. შრომების კრებული.- ბათუმი, 2016 წ.-გვ.12-15.
4. M. Baramidze, T. Dzeladze Role of Georgian ports as logistic hab in transnational projects .-19th International Conference Maritime Transport and Indrastructure. -LATVIAN MARITIME ACADEMY.- Riga, 2017.-p.8
5. М. Барамидзе, Г. Леквеишвили, П. Гогиашвили Методы оценки эффективности функционирования транспортных компаний с использованием принципов логистики.- XXIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE Trans & MOTAUTO'16. –Varna, 2016.- с.56-59.
6. M. Baramidze, P. Gogiashvili, G. Lekveishvili Improving the efficiency of road freight transport. International scientific journal Trans & MOTAUTO WORLD. –sofia, 2017.-p.150-152.
7. მ. ბარამიძე, ფ. გოგიაშვილი, გ. ლეკვეიშვილი ცვალებადი მოცულობის ძარა. სასარგებლო მოდელის პატენტი განაცხადზე №14242/02 საქპატენტი. ბრძ. №384/02

Государственный университет Акаки Церетели

На правах рукописи

БАРАМИДЗЕ МАМУКА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ЭФФЕКТИВНОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ
СИСТЕМАХ**

Направление/Специальность– 04/07 Инженерия/Транспорт

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
доктора инженерии в транспорте

Кутаиси 2019

Государственный университет Акаки Церетели

Научный руководитель: Придон Гогиашвили - Профессор
Научный соруководитель: Гоча Леквешвили-асоц. Профессор

Официальные оппоненты: Акаки Гиргвлиани- Профессор
Рани Чабукиани- Емеретус
Малхаз Мебуришвили- асоц. Профессор

Защита диссертации состоится 8 ноября в 14 ч.

на заседании диссертационной комиссии созданного Диссертационным советом инженерно-технического факультета по адресу:4600, , г. Кутаиси, ул. Тамар мефе 59, I корпус, ауд. №1114.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного университета Акаки Церетели по адресу:4600, , г. Кутаиси, ул. Тамар мефе 59, I корпус, ауд. №1114.

Автореферат разослан " __03__ " 10 2019 г.

секретарь диссертационного совета,

асоц. Профессор

/Н. Саханберидзе/

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Дальнейшее развитие автомобилизации страны значительно увеличивает возможности общества, но ставит и новые сложные задачи, связанные с улучшением как состояния окружающей среды, так и условий жизнедеятельности человека.

При переходе экономики страны на рыночные отношения сокращаются жизненные циклы изделий, уменьшаются размеры партий груза, формируется рынок автотранспортных услуг на внутригородских перевозках, возрастает объем мелкопартионных перевозок, наблюдается рост числа торговых точек и предъявляются более жесткие требования к доставке грузов согласно условию «точно в срок». Особенностью таких перевозок является большое количество пунктов реализации на территории населенных пунктов, а также широкий ассортимент, для поддержания которого завоз продукции осуществляется от разных производителей. Вопросами доставки мелкопартионных грузов занимались многие советские и зарубежные ученые, и в настоящее время проводятся исследования, однако до сих пор уровень организации данных перевозок недостаточно эффективен. Поэтому необходим поиск новых научно-практических решений, методов и моделей оптимизации перевозочного процесса. В связи с этим исследования в данной области являются актуальными, что и предопределило выбор темы диссертационной работы.

Цель диссертационной работы – исследование существующей системы организации перевозок мелкопартионных грузов автомобильным транспортом и совершенствование методики планирования и организации этих перевозок. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

- разработаны методика совершенствования метода «ветвей и границ» и компьютерная программа для её практической реализации;
- создана модель совмещенного маршрута доставки груза от двух производителей;
- предложен показатель целесообразности заезда автомобиля за дополнительным грузом;
- разработана методика определения пункта маршрута, с которого можно осуществлять заезд автомобиля за дополнительным грузом;
- проведены экспериментальные исследования и дана оценка эффективности полученных результатов.

Объектом исследования являются перевозочные процессы доставки мелкопартионных грузов потребителям от нескольких производителей.

Научная новизна исследования:

- методика совершенствования метода «ветвей и границ» для решения задачи маршрутизации при перевозке мелкопартионных грузов в торговую сеть;
- математическая модель, методика ее применения и программное обеспечение, позволяющие формировать рациональные маршруты при доставке продукции от двух производителей;
- коэффициент для оценки эффективности организации перевозочного процесса при совмещении маршрутов доставки мелкопартионных грузов.

Практическая значимость. Предложенные методики, математическая модель и программное обеспечение позволяют на стадии планирования процессов перевозок мелкопартионных грузов оценить целесообразность совмещения маршрутов и найти оптимальный порядок объезда пунктов доставки. Организация совмещенных маршрутов движения позволяет значительно сократить холостые пробеги автомобилей и, как следствие, повысить конкурентоспособность продукции.

Реализация результатов исследования. Научные, практические и экономические результаты работы можно использовать для конкретных организаций и предприятий. Материалы диссертации используются в научных исследованиях и учебном процессе на обучение студентов по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте» и «Транспортная логистика».

Апробация работы. Основные положения диссертационного исследования были представлены и получили одобрение на международных научно-технических конференциях: «Инноваций морского транспорта» (г. Батуми 2015, 2016 гг.), МOТAУTО 2015 (г. София, Болгария, 2015 г.), «Инфраструктура морского транспорта» (г. Рига, Латвия, 2017г.), МOТAУTО 2017 (г. Бургас, Болгария, 2017 г.), на научных семинарах департамента транспорта (г. Кутаиси, 2015,2016,2018 гг.).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 в изданиях, входящих в перечень утвержденной диссертационным советом и патент на изобретение.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, основных результатов и выводов и приложения, содержит 114 страниц машинописного текста, 49 таблицу и 39 рисунков. Библиографический список включает 144 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, аргументируются научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе представлены анализ современного состояния теории и практики перевозок грузов по развозочным маршрутам, а также обзор научных исследований в области перевозок мелкопартионных грузов и методов решения задач маршрутизации при таком виде перевозок.

Количество мелкопартионных перевозок возрастает вследствие их широкого использования для доставки социально значимых грузов, продовольственных товаров и т.д. С увеличением спроса на перевозки такого вида автомобильный транспорт занимает устойчивое положение на рынке транспортных услуг. Актуальность применения развозочных маршрутов очевидна. Поэтому вопросами их совершенствования, а также экономического обоснования занимались и занимаются многие зарубежные ученые: С.Р. Лейдерман, Л.Л. Афанасьев, А.И. Воркут, Б.Л. Геронимус, В.А. Гудков, А.В. Вельможин, Л.Б. Миротин, В.А. Житков, М. Кристофидес, С. Эйлон, Т. Гаскель, К.В. Ким, Дж. Литтл и др. Для эффективного управления перевозочным процессом необходимо решение задач маршрутизации.

Однако в настоящее время в новых условиях хозяйствования на автомобильном транспорте нет четко выстроенной теории перевозок мелкопартионных грузов на кольцевых маршрутах. Организацию перевозочного процесса следует осуществлять из условия минимизации холостых пробегов, влияющих на величину общего пробега автомобиля. Одним из путей повышения эффективности развозочных маршрутов является совместная доставка грузов от нескольких производителей, имеющих встречные холостые пробеги.

Проведен анализ применения на практике различных методов планирования маршрутов доставки мелких партий грузов, классификация которых приведена в работе. Выявлено, что широкое распространение получили приближенные методы, которые дают результат, лишь в той или иной степени близкий к оптимальному. Поэтому альтернативы точным методам решения задачи маршрутизации нет. Успехи и увеличение быстродействия и памяти ПК, с одной стороны, и требование рынка к повышению точности прогнозирования транспортных услуг, с другой, делают актуальным исполь-

зование точного метода «ветвей и границ». Однако он не учитывает подциклы, т.е. неоднократное посещение вершин и связей, которые имеют место в реальной транспортной сети города.

Таким образом, создание модификаций точных методов является наиболее перспективным направлением для решения задач маршрутизации доставки мелкопартионных грузов и позволяет усовершенствовать оперативное планирование, а тем самым повысить эффективность автомобильных перевозок.

Во второй главе рассматривается сущность разработанной методики совершенствования классического метода «ветвей и границ» при маршрутизации перевозок мелкопартионных грузов. Идея методики заключается во введении дополнительных фиктивных узлов и связей между пунктами исследуемой транспортной сети, когда это необходимо.

Фиктивным узлом (пунктом) называется дополнительно введенный узел, которого не было в исходной транспортной сети (рис. 1). Фиктивной связью называется дополнительно введенная дуга между фиктивным узлом и действительным узлом или между фиктивными узлами. Фиктивный узел и связь образуют фиктивную ветвь, или звено. Матрица, содержащая фиктивный узел с фиктивными связями, также называется фиктивной.

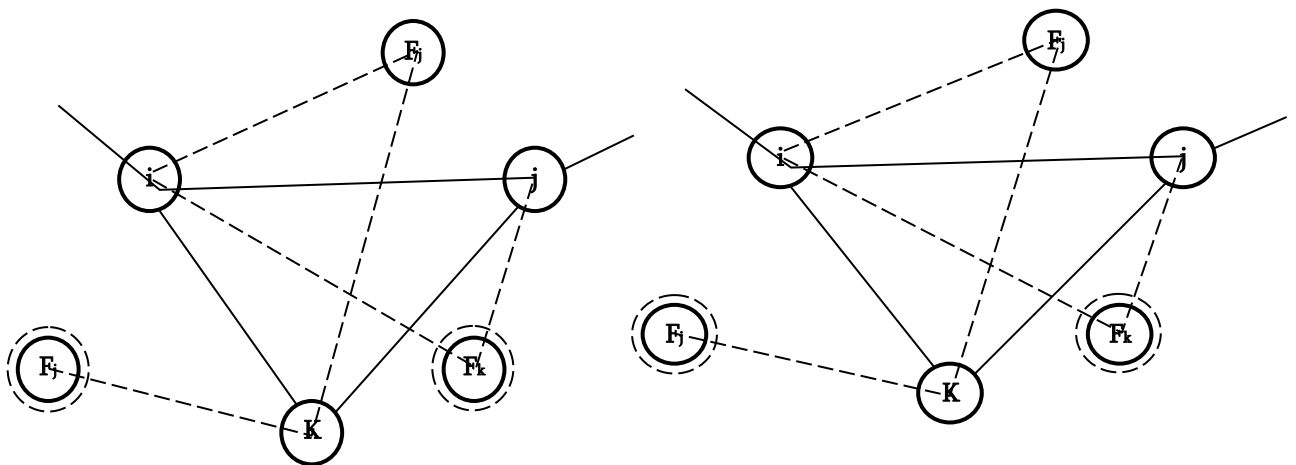


Рис. 1. Элементы графа «фиктивных ветвей»: а –треугольный элемент; б – узловый элемент

Проблема заключалась в разработке методики и способа введения фиктивных ветвей в процесс вычисления, чтобы не изменилась суть классического метода «ветвей и границ».

Для решения поставленной задачи был усовершенствован классический алгоритм расчета:

1. Составляем исходную матрицу расстояний между пунктами L_i исследуемой транспортной сети.
2. Переходим к приведенной матрице $-L^a$:

$$L'_{ij} = l_{ij} - h_i, \quad i=1,2,3\dots n, \quad (1)$$

$$L''_{ij} = l'_{ij} - h_j, \quad j=1,2,3\dots m, \quad (2)$$

где h_i и h_j – минимальный элемент в строке и столбце, соответственно.

3. Определяем для каждого элемента с $L''_{ij}=0$ оценку по формуле

$$A = \min l'_{jk} + \min l'_{sj} \quad (3)$$

где,

l'_{jk} - наименьший элемент в строке i ; l'_{jk} -наименьший элемент в столбце j ;
 $k \neq j, k, s = 1, 2, 3 \dots n$.

4. Находим ветвь $k-s$ с максимальной оценкой:

$$A_{ks} = \max A_{jj}, \quad i, j=1, 2, 3 \dots n. \quad (4)$$

5. Переходим к новой матрице s с наибольшей оценкой L_1 путем вычеркивания из L^a строки.

6. Создаем фиктивные матрицы Φ_k и Φ_s , вводя в L_1 фиктивные узлы k и s . ад полученными матрицами L_1, Φ_k и Φ_s операции приведения и оценки, описанные в пунктах 2–4.

7. Устанавливаем, что количество фиктивных узлов равно числу ветвей в узле минус единица.

8. Определяем оптимальный маршрут путем сравнения вариантов, исходя из условия минимальной транспортной работы.

На основании предложенного алгоритма была разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизировать процесс ввода фиктивных узлов и связей, а также процесс нахождения целевой функции. В качестве целевой функции можно принимать время или общий пробег автомобиля:

$$f(T) = \sum t_j \rightarrow \min; \quad f(L) = \sum l_j \rightarrow \min. \quad (5)$$

Предусмотрен контроль ввода количества фиктивных узлов оператором, что позволяет сократить затраты машинного времени. В конце главы приведены два примера решения задач по предложенной методике. В одном из них показано, что её применение, по сравнению с использованием классического метода «ветвей и границ», позволяет получить меньшую длину маршрута. В другом примере рассмотрена задача, когда применение классического метода невозможно.

Третья глава посвящена разработке математической модели и показателя целесообразности совмещения кольцевых маршрутов движения автомобилей, а также методик определения пункта заезда за дополнительным грузом и оценки эффективности организации такого вида маршрутов.

В современной теории вопрос об объединении маршрутов недостаточно разработан, однако доставка грузов от нескольких производителей представляет значительную сложность ввиду многообразия накладываемых ограничений. Поэтому рассмотрен вариант, когда доставка грузов осуществляется от двух производителей. Исследовались два основных вопроса:

1. Каким должно быть максимально допустимое время заезда во второй пункт погрузки, чтобы совмещение было целесообразным?
2. С какого пункта транспортной сети необходимо осуществлять этот заезд? В качестве условия целесообразности совмещения маршрутов принято:

$$\Delta t = \Delta t^m - \Delta t^i \geq 0 \quad (6)$$

где, Δt^i – изменение времени движения по маршруту,

Δt^a – экономия времени.

на заездах в пункты разгрузки нескольких грузов, ч.

$$\Delta t^m = \sum_{i=1}^P t_i^m (G_i - 1) \quad (7)$$

здесь t^m - время на заезд в пункт разгрузки, ч;

P - количество пунктов совместной разгрузки, шт.

Изменение времени движения определяется по формуле:

$$\Delta t^\ell = t - (t^b + t^a), \quad (8)$$

где, t - время движения на совмещенном маршруте, (ч);

t^b - время движения на основном маршруте, (ч);

t^a - время движения на дополнительном маршруте, ч.

В качестве показателя целесообразности совмещения принято максимально допустимое время заезда во второй пункт погрузки. Оно определяется из уравнения целесообразности совмещения:

$$\sum_{i=1}^{\Pi} t^{3P} (G_i - 1) - t + (t^b + t^a) = 0. \quad (9)$$

Время заезда будет зависеть от схем маршрутов движения основного и дополнительного грузов при прочих равных условиях. На рис. 2 представлена обобщенная схема совместной доставки грузов, когда пункты разгрузки основного и дополнительного грузов не совпадают и заезд за последним осуществляется с некоторого промежуточного пункта m ; она получена путем объединения схем, представленных на рис. 3 и 4.

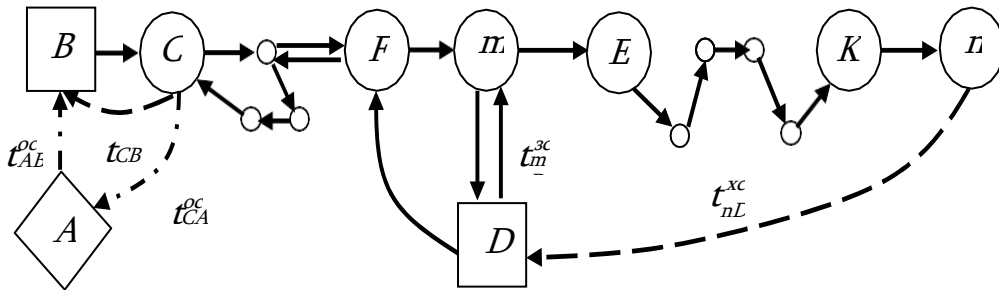


Рис. 2. Граф совместной развозки груза

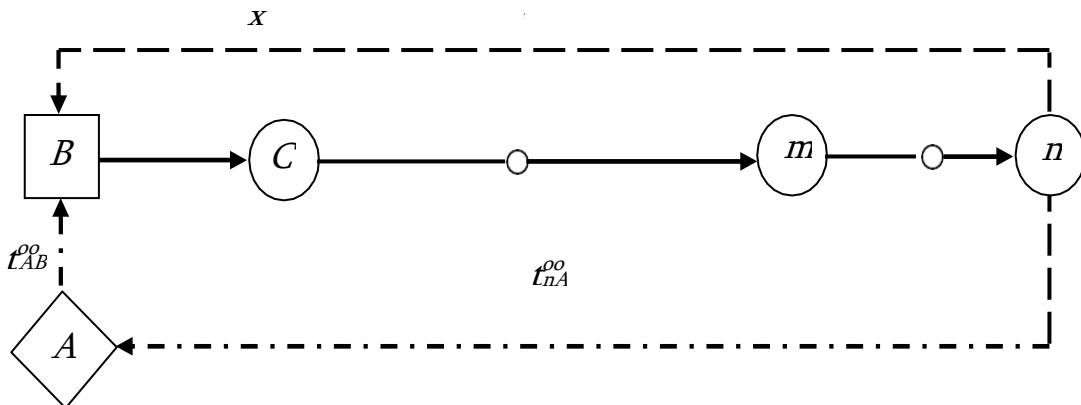


Рис. 3. Граф основного маршрута

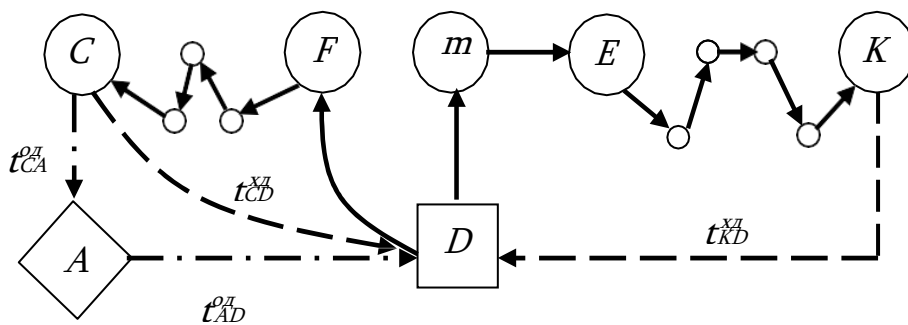


Рис. 4. Граф дополнительного маршрута

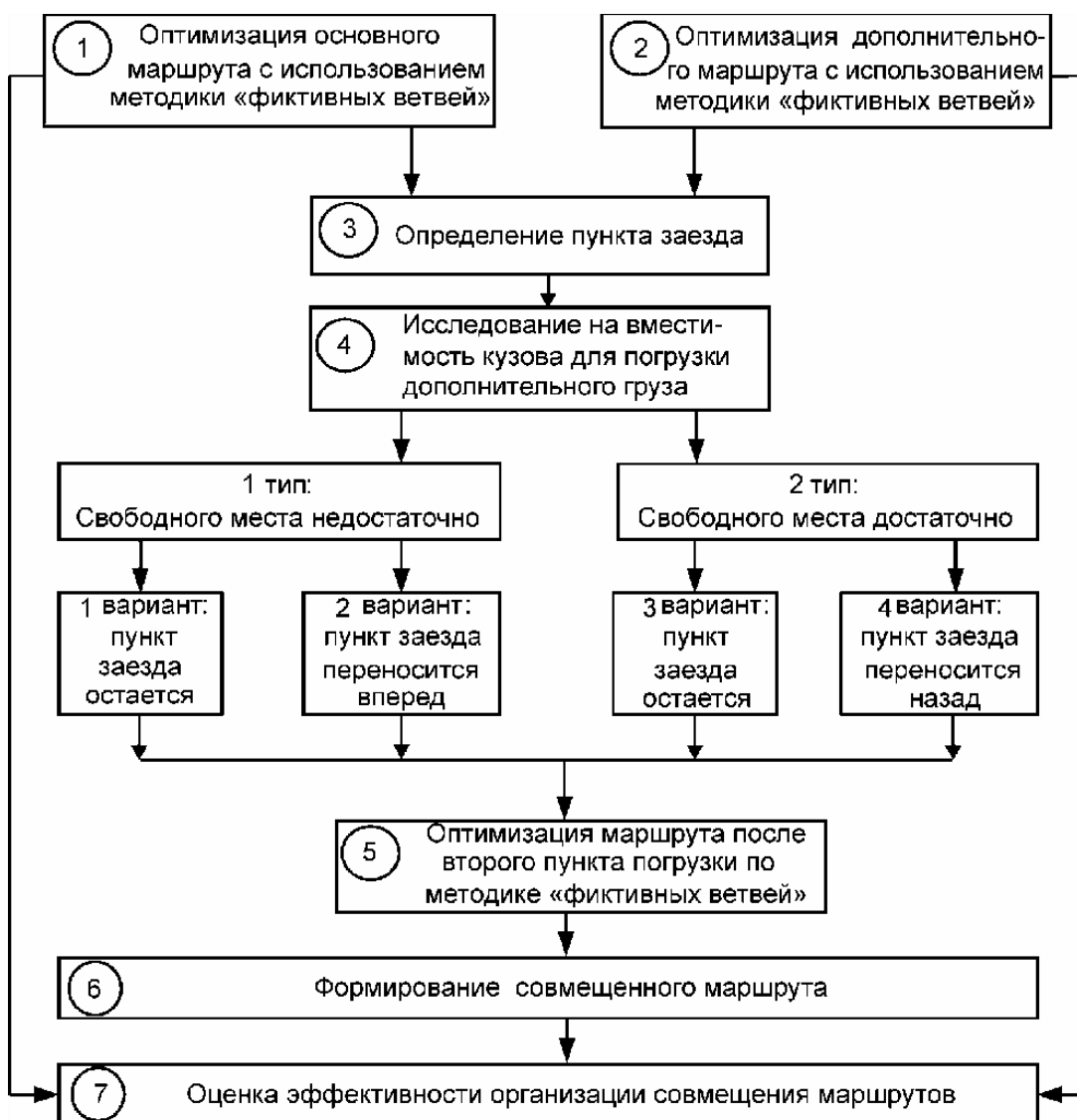


Рис. 5. Блок-схема формирования совмещенного маршрута

В общем случае совместный маршрут доставки мелкопартионных грузов можно разделить на три характерных этапа: первый – когда развозят только основной груз, второй – когда происходит совместная развозка и разгрузка двух грузов и третий – когда развозится только дополнительный груз.

Показатель целесообразности заезда за дополнительным грузом, определенный на основе уравнения (9), получен в виде:

$$[t_{mD}^{zc}] = \frac{t_{nA}^{oo} - t_{CA}^{oc} - (\Pi - 1)(t_{CB}^{xc} - t_{nB}^{xo})}{\Pi} + \sum_{i=1}^{\Pi} t_i^{zp} - t_{Dn}^{\Gamma c} - t_{DF}^{\Gamma c} + t_{FC}^{\Gamma c} + t_{mn}^{\Gamma o} - t_{nD}^{xc} \quad (10)$$

где Π – количество циклов доставки.

Из анализа выражения (10) следует, что максимально допустимое время заезда зависит от времени, затрачиваемого на грузовые, холостые и нулевые пробеги, а также от времени заезда в пункты разгрузки и количества циклов доставки.

В работе рассмотрены различные схемы совмещения маршрутов, которые являются частными случаями представленной обобщенной схемы.

На рис. 5 показана блок-схема формирования совмещенного маршрута из двух кольцевых маршрутов.

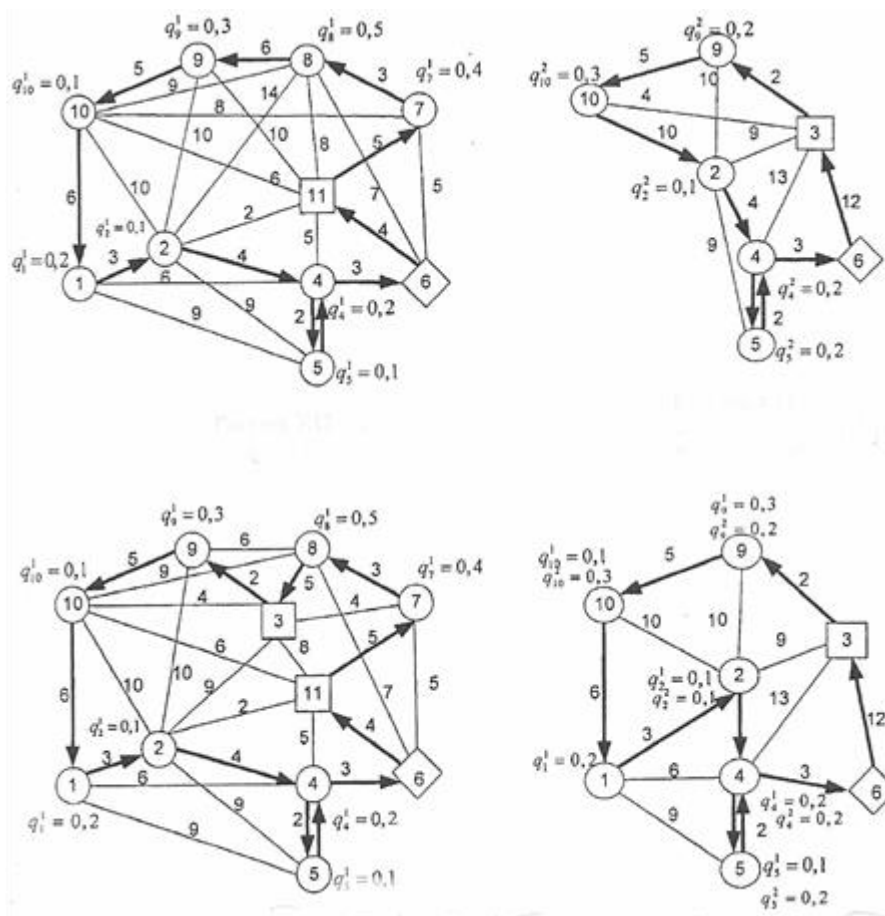


Рис. 6–9

На рис. 6–9 представлены результаты решения задач маршрутизации по предложенной блок-схеме на примере, когда у основного и дополнительного маршрутов имеется одно начало – АТП, расположенное в вершине 6. Грузоподъемность транспортного средства принята 1,9 т. В вершинах 11 и 3 находятся пункты погрузки основного и дополнительного грузов, соответственно.

На рис. 6 и 7 приведены результаты расчетов по первому и второму этапам, соответственно. На третьем этапе решения задачи в схему основного маршрута

включается вершина 3 (см. рис. 8).

Исследование на вместимость (четвертый этап) показало, что места в кузове автомобиля для погрузки дополнительного груза достаточно. Таким образом, вершина 8 принята в качестве пункта заезда. На пятом этапе из схемы, представленной на рис. 8, исключаются пункты погрузки и разгрузки основного груза до вершины 3 (см. рис. 9). Совмещенный маршрут длиной 44 км получается путем сложения длины маршрута доставки основного груза до пункта 3 (см. рис. 8) и длины маршрута после него (см рис. 9): 6–11–7–8–3–9–10–1–2–4–5–4–6.

Для размещения на кузове дополнительного груза создана конструкция кузова с меняющейся объемом (рис.10), которая защищена патентом.

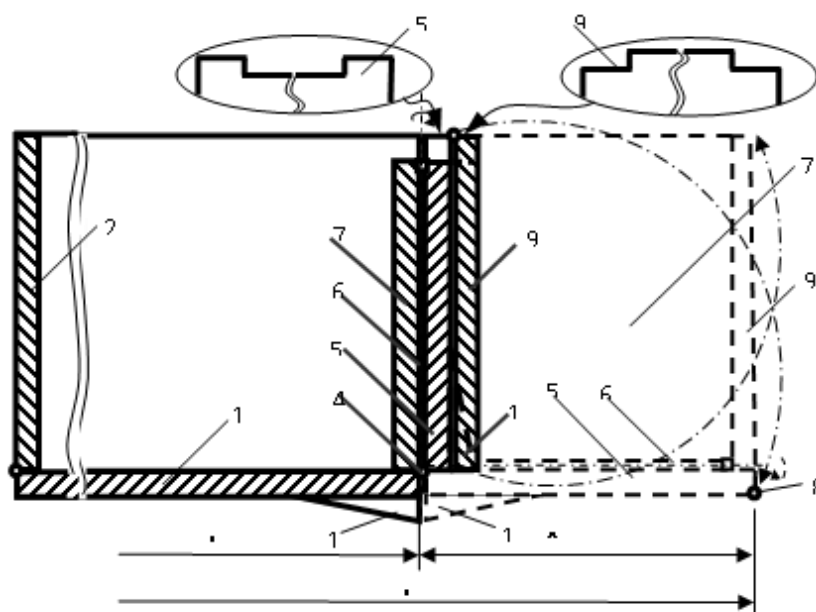


Рис.10 конструкция кузова с меняющейся объемом

Особенностью доставки мелкопартионных грузов являются значительные затраты времени на простой автомобиля. Для оценки затрат на пробег автомобиля (седьмой этап) используется километровая оценка, а затрат на простой – почасовая. Следовательно, транспортные затраты на i -м маршруте складываются из:

$$Z_i = Z_i^d + Z_i^s + Z_i^o + Z_i^f, \quad (11)$$

где Z_i^d – затраты на движение автомобиля (лари);

Z_i^s – затраты на простой автомобиля под погрузкой и разгрузкой (лари);

Z_i^o – затраты, связанные с организационным простоем(лари);

Z_i^f – затраты на заработную плату водителя (лари);.

После преобразования выражение (11) принимает вид:

$$Z_i = c_i^l L + c_i^q \sum_{i=1}^P q_{ij} \ell_{ij} + c_i^{hty} + c_i^{htk} + c_i^B t, \quad (12)$$

где L – длина ездки, км;

q_{ij} – масса разгружаемого груза в каждом пункте, т;

ℓ_{ij} – грузовое плечо от пункта погрузки груза до пункта его разгрузки, км;

P – количество пунктов разгрузки, шт;

t_i^y – время операций, связанных с погрузочно-разгрузочными работами, ч;

t_i^k – время заезда в пункт разгрузки, ч;

c_i^l (лари/км), c_i^q (лари/т.км), c_i^h (лари/ч), c_i^b (лари/ч) – стоимостные показатели.

Для рассматриваемого примера, согласно расчету по предложенной методике, затраты времени и транспортные затраты при совмещении маршрутов сократились на 25%.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена проверке на адекватность разработанной методики. Для этого были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых были выявлены технико-эксплуатационные показатели и выполнена их статистическая обработка; проведено моделирование совмещенного маршрута доставки грузов от двух производителей и сопоставлены технико-экономические показатели предложенного объединённого и существующих маршрутов.

В качестве объекта исследований было выбрано два хлебозавода г. Батуми. В результате статистической обработки полученных данных установлено, что коэффициент использования пробега β составил 0,62, время погрузки – 1,76 ч, скорость движения – 36 км/ч, время заезда в пункт разгрузки – 3 мин (рис. 11).

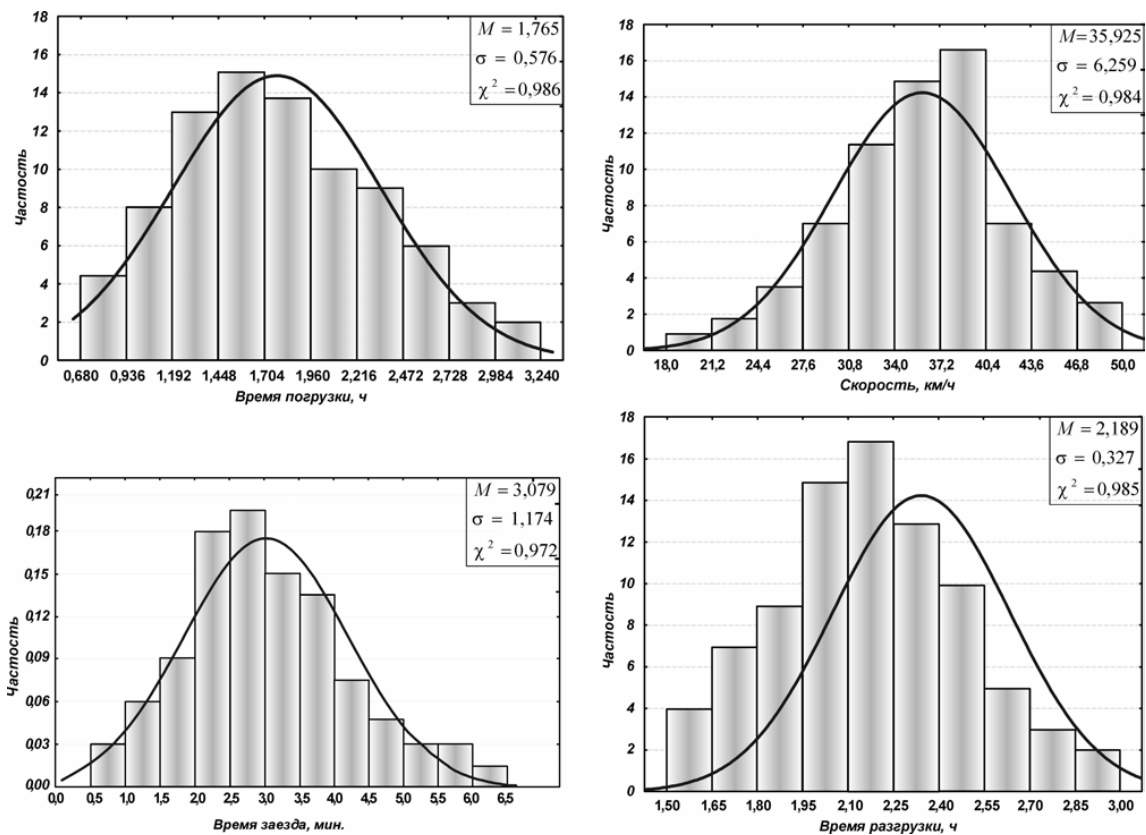


Рис. 11. Графики распределения исследуемых величин

Для оценки эффективности объединения маршрутов в таблице 1. представлены технико-экономические показатели совмещения маршрутов.

таблица 1

Маршруты	t, ч	W, т/ч	W _P , т.км/ч	L ^x , км	β	З, лари	K ^W , ч ⁻¹
До совмещения	15,00	0,158	1,778	33,845	0,61	3067,5	0,007
После совмещения	13,35	0,206	1,843	7,823	0,83	2733,8	0,011

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработан инструментарий, позволяющий формировать наиболее рациональные маршруты доставки мелкопартионных грузов и за счет этого повышать эффективность перевозок.

2. Модернизирован метод «ветвей и границ», используемый для решения задач маршрутизации грузовых перевозок, суть которого заключается в совершенствовании классического алгоритма расчета путем введения фиктивных узлов и связей в граф транспортной сети.

3. Разработана математическая модель планирования совмещения кольцевых маршрутов, содержащая ряд новых элементов. В частности, предложены и научно обоснованы показатель оценки эффективности организации перевозочного процесса при совмещении маршрутов, а также порядок определения пункта заезда за дополнительным грузом при решении задачи маршрутизации с использованием усовершенствованного алгоритма маршрутизации.

4. Разработанные модели, методика и программное обеспечение позволили провести анализ показателя целесообразности совмещения. Установлено, что эффективность совмещения кольцевых маршрутов тем выше, чем больше величина встречных холостых и нулевых пробегов. Кроме того, она возрастает при совпадении пунктов доставки основного и дополнительного грузов, а также при увеличении их количества.

5. Полученные модели и методика позволили разработать рациональные маршруты движения автомобилей при доставке хлебобулочной продукции от двух хлебозаводов г. Батуми. Установлено, что в результате совмещения маршрутов в среднем повышаются: коэффициент использования пробега – на 30–36 %, производительность в т/ч – на 5–30 %, производительность в т·км/ч – на 4–5 %, коэффициент относительной производительности – на 33–57 %. При этом сокращаются: величина холостых пробегов автомобилей – на 57–76 %, время работы автомобиля на маршруте и затраты в рублях – на 5–11 %.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. მ. ბარამიძე; ი. შარაბიძე საზღვაო ტრანსპორტის განვითარების პერსპექტივები აჭარის რეგიონში: საერთაშორისო კონფერენციის „საზღვაო ინდუსტრიის ინოვაციური გამოწვევები“. შრომების კრებული.- ბათუმი, 2015 წ.-გვ.16-22./Перспективы развития морского транспорта в регионе Аджарий. (на грузинском языке)

2. M. Baramidze, P. Gogiashvili, R. Mamuladze International transport projects and ecosystem of black sea. International journal MACHINES TECHNOLOGIES MATERIALS. Issue 11/2015.-p.39-41.

3. მ.ბარამიძე, ი. შარაბიძე, ნ. დოლიძე საზღვაო ტრანსპორტის ეფექტური ფუნქციონირება და საქართველოში არსებული პრობლემების კვლევა ლოჯისტიკურ სისტემებში. -II საერთაშორისო კონფერენცია „საზღვაო ინდუსტრიის ინოვაციური გამოწვევები: საზღვაო ტრანსპორტი, საინჟინრო ტექნოლოგიები, ლოჯისტიკა, ტურიზმი“. შრომების კრებული.- ბათუმი, 2016 წ.-გვ.12-15. /Исследование эффективного функционирования и проблем логистических систем морского транспорта в Грузии (на грузинском языке).

4. M. Baramidze, T. Dzneladze Role of Georgian ports as logistic hab in transnational projects .-19th International Conference Maritime Transport and Indrastructure. -LATVIAN MARITIME ACADEMY.- Riga, 2017.-p.8

5. М. Барамидзе, Г. Леквешвили, П. Гогиашвили Методы оценки эффективности функционирования транспортных компаний с использованием принципов логистики.- XXIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE Trans & MOTAUTO'16. – Varna, 2016.- с.56-59.

6. M. Baramidze, P. Gogiashvili, G. Lekveishvili Improving the efficiency of road freight transport. International scientific journal Trans & MOTAUTO WORLD. –sofia, 2017.-p.150-152.

7. მ. ბარამიძე, ფ. გოგიაშვილი, გ. ლეკვეიშვილი ცვალებადი მოცულობის ძარა. სასარგებლო მოდელის პატენტი განაცხადზე №14242/02 საქპატენტი. ბრძ. №384/02/Кузов меняющейся объемом. (на грузинском языке).

Akaki Tsereteli State University

With the right of manuscripts

MAMUKA BARAMIDZE

**TROUBLESHOOTING PROBLEMS OF TRANSPORT EFFICIENT FUNCTIONING
IN LOGISTIC SYSTEMS**

Abstract

of presented Dissertation to obtain academic quality
of Engineering Doctor in Transport (04.07)

Kutaisi, 2019

Scientific leader: Prof. Pridon Gogiashvili
Scientific co-lead: Assoc. Professor Gocha Lekveishvili

Reviewers: Professor Akaki Girgvliani
Emeret Rani Chabukiani
Assoc. Professor Malkhaz Meburishvili

The defense of the thesis takes place on 08.11.2019 at 14:00
at Dissertation Commission Session organized by Engineering - Technical Faculty
Dissertation Board. Address: 4600. Kutaisi. Tamar Mepe #59, Campus I, room №1114.

With the dissertation can be acquainted at Akaki Tsereteli State
University library: 4600. Kutaisi. Tamar Mepe str. #59.

The abstract has been sent to "03" 10. 2019

Dissertation Board Secretary _____ / N. Chanberidze /

Description

-The actuality of the research. The modern process of automotive system growth significantly contributes to satisfying the public demand, but at the same time threatens the environment and human viability, so any further development should be accompanied by the planning process that will keep the traffic safe for the environment.

The development of market economic relations reduces the size of the supply cargo, which is conditioned by the development of small and medium size entrepreneurs on the market. Consequently, in transportation services the demand for transportation within the city cargo routes increases dramatically; there is also an increase in trade points and strict requirements for supplying products "exactly in time" are set. It is also important to mention that the trade points in the settlements have requirements not only in terms of delivery but also for the range of products. Consequently, this issue can be positively solved in collaboration with various manufacturers.

-The goal of the dissertation work- researching existing organizational systems for small cargo shipment by motor transport and perfection of the existing efficiency enhancing methods.

In order to achieve these goals, the following tasks were resolved:

- The "branches and boundaries" method is reworked and computer software for its practical implementation is created;
- The mixed route model is designed for transportation of cargo from two different manufacturers;
- Feasibility indicator of vehicle's additional loading is developed;
- Methods are developed, which determine the point on the route for additional loading of vehicles.
- Experimental studies have been conducted and the effectiveness of the obtained results is evaluated.

The research object is the process of transportation of goods in small quantities from several suppliers.

The scientific novelty is:

- Modified method of "branches and boundaries" to solve the problem of routing during shipments in small quantities of goods;
- Mathematical model, methodology and software, that allows making a rational route for transportation of the goods from the two suppliers;
- Introduction of the efficiency assessment coefficient during the merger of routes for shipments in small quantities.

-Publication. Around this dissertation 7 printed articles are published, including 3 in international referencing journals and one positive decision on granting a patent.

-Structure and volume. The thesis consists of the introduction, four chapters, main results, conclusions and appendix. It contains 115 pages, 43 tables, 39 drawings and 144 items for the literature used.

Content

In the introduction the actuality of the issue, goals and objectives of research, scientific innovation and practical value of the results obtained are described.

In the first chapter of the work, the analysis of research carried out in the direction of cargo transportation routes is provided; modern states of theoretical and practical studies, also a brief overview of the conducted work are discussed.

In the market economy, where the structure of the transport industry has been rapidly modified, there is no consistently established theory that would allow us to study the characteristics of cargo transportation in small quantities on circular routes. The shipment process should be completed by minimizing the unnecessary flow of the vehicles, because through this the vehicle's overall mileage is directly affected. Efficient transportation of cargo on routes in modern conditions is possible by shipping cargo from several manufacturers using interconnected routes.

Analysis of common methods of cargo transportation practice is made. It has been established that approximation methods have found extensive use, which in some cases are close to the optimal solution of the problem. Therefore, usage of accurate methods in the process of studying the routing tasks does not have any alternative. One of these approaches represents the method of branches and boundaries. It should be noted that this method does not take into account the arrival at the same point several times, which occurs in real life transportation scheme.

The second chapter deals with the essence of the processed method in the routing process, which is the full representation of "boundaries and branches" classical method. The main strength of this approach is the existence of additional nodes and connections between the transport network points, in cases when such conditions are required.

The fictional node (point) is called an additional node that was not present in the initial transport network (Fig. 1). The fictional connection is called the arc between the fictional and the real node or the two fictional nodes. The fictional node and connection creates a fictional branch. Consequently the matrix received from such branches and nodes is fictional.

The third chapter deals with mathematical modeling and justifies the merger of circular routes. The location of the additional cargo loading is determined.

The task of combining routes is less researched in the theory of transportation processes. However, cargo handling and shipping from several manufacturers can be a very difficult task, as transportation process is accompanied by some restrictions. Therefore, the task is given in which the cargo is shipped from two suppliers. The following two issues were discussed:

-What should be the maximum possible loading time at the loading location in order to make the merger of routes feasible?

- From which point of transport network should this process be carried out?

The fourth chapter presents the results of the experimental research, in particular how the methods worked out in real life conditions. Experimental surveys are conducted to evaluate the adequacy of the processed methodology, during which technical and economic indicators are observed and statistical processing is performed; the combined route of the cargo shipment is used by two manufacturers and technical and economic indicators of the existing and combined routes are compared.

Key conclusions

1. The tools are offered, that allow forming a rational route when shipping cargo in small quantities, resulting in increased shipping efficiency.

2. The classic method" branches and boundaries "has been modernized, which introduces new fictional nodes and connections in the transport network.

3. A mathematical model of circular route merger is developed, which contains a number of new elements. Specifically, the coefficient to assess the efficiency of the shipping process is proposed, as well as the sequence of movement for shipping additional cargo is determined by perfecting the routing algorithm.

4. Developed models, methodology and software provided enabled us to take advantage of the merger of routes.

5. The reworked models and methods allowed us to conduct research on transportation routes in case of shipping bread products. It is established that during the route merger: the value of the covered mileage coefficient is increased by 15-30%, the performance (ton/hour) is increased by 5-20%, the productivity (ton.km / h) is increased by 4-5%, also unproductive movement of the vehicle is reduced by 50-55%, driving time on.