

სტუხ  
სატრანსპორტო და  
მანქანათმშენებლოების ფაკულტეტი



ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (46) 2019

ტრანსპორტი და  
მანქანათმშენებლობა  
TRANSPORT AND  
MACHINEBUILDING

ISSN 1512-3537

N3 (46) 2019

სუბენერულ და პესაფუთ  
მასალეზე ბეფდვა

საბაოოსხელოო სარეო  
და ნიზის ხელოვნება

ტანსაცხლის ტანოლოზი  
და მოდელოკება

საბაოოსხელოო ტანოლოზი  
და მელისისტანეზი

ამზადებს ბეზდვითი მელისა და სამკვერვალო  
ნაწარმის ტექნოლოგიების  
მალაკგვალისიციურ სპეციალისტიებს

კვალისიციკაცია და სწავლეების ხანბრკლივობა:

- ბაკალავრი - 4 ველი.
- მაგისტრი - 2 ველი.
- დოქტორი - 3 ველი

სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი

თბილისი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სატრანსპორტი და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№3 (46) 2019

სასწავლო – მეთოდური და  
სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2019

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა**  
**ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ**  
**TRANSPORT AND MACHINEBUILDING**

**სარედაქციო კოლეგია**

პროფ. იოსებ ბაციკაძე; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. ნათია ბუთხუზი; პროფ. ალექსი ბურდულაძე; პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. მერაბ გოცაძე; პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. სერგო კარიბიძისი; პროფ. ვასილ კოპალეიშვილი; პროფ. თამაზ მეგრელიძე; პროფ. მანანა მოისწრაფიშვილი; პროფ. ენვერ მოისწრაფიშვილი; პროფ. თამაზ მორჩაძე; პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. ნია ნათბილაძე; პროფ. გოდერძი ტყეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ უფლისაშვილი (დამფუძნებელი და გამომცემელი); პროფ. არჩილ შრანგიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ავთანდილ შარვაშიძე; პროფ. მერაბ შვანგირაძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. დავით ძოცენიძე.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

проф. Иосеб Басикадзе; проф. Зураб Богвелишвили; проф. Натиа Бутхузи; проф. Алексей Бурдуладзе; проф. ОТАР ГЕЛАШВИЛИ (главный редактор); проф. Мераб Гоцадзе; проф. Давит Тавхелидзе; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Серго Карипидис; проф. Василий Копалеишвили; проф. Тамаз Мегрелидзе; проф. Манана Моисцрапишвили; проф. Енвер Моисцрапишвили; проф. Тамаз Морчадзе; проф. Тамаз Мchedlishvili; проф. Ниа Натбиладзе; проф. Годердзи Ткешелашвили; проф. ДЖУМБЕР УПЛИСАШВИЛИ (основатель и издатель); проф. АРЧИЛ ПРАНГИШВИЛИ (зам. главного редактора); проф. Автандил Шарвашидзе; проф. Мераб Швангирадзе; проф. Заур Читидзе; проф. Давид Дзоценидзе.

**EDITORIAL BOARD**

Prof. Ioseb Bacikadze; Prof. Zurab Bogvelishvili; Prof. Natia Butkhuzi; Prof. Alexy Burduladze; Prof. OTAR GELASHVILI (editor-in-chief); Prof. Merab Gotsadze; Prof. Davit Tavkheldize; Prof. Jumber Iosebidze; Prof. Sergo Karibidisi; Prof. Vasil Kopaleishvili; Prof. Tamaz Megrelidze; Prof. Manana Moistsrapishvili; Prof. Enver Moistsrapishvili; Prof. Tamaz Morchadze; Prof. Tamaz Mchedlishvili; Prof. Nia Natbiladze; Prof. Goderdzy Tkeshelashvili; Prof. JUMBER UPLISASHVILI (Constituent and editor); Prof. ARCHIL PRANGISHVILI (deputy editor-in-chief); Prof. Avtandil Sharvashidze; Prof. Merab Shvangiradze; Prof. Zaur Chitidze; Prof. David Dzotsenidze.

რედაქტორი: პროფ. თეა ბარამაშვილი  
редактор: проф. ТЕА БАРАМАШВИЛИ  
editor: Prof. TEA BARAMASHVILI

რედაქციის მისამართი: თბილისი, მ. კოსტავას ქ. №71, I კორპუსი, ოთახი №710  
Адрес редакции: Тбилиси, М. Костава ул. №71, I корпус, комната №710  
Address of the editorial office: Tbilisi, M. Kostava Str. №71, I corpus, room №710  
Tel: +995 551 611 611

ქურნალი ატვირთულია შემდეგ მისამართებზე:

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - ცენტრალური ბიბლიოთეკა  
[http://gtu.ge/Library/transp\\_jur/](http://gtu.ge/Library/transp_jur/)
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი  
[http://gtu.ge/Stmm/Faculties/jurnali\\_transporti\\_manganatmshenebloba.php](http://gtu.ge/Stmm/Faculties/jurnali_transporti_manganatmshenebloba.php)
- ციფრული ბიბლიოთეკა "ივერიელი" (საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა)  
<http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/248720>

შინაარსი

1. სამრეწველო ავტომატიზირებული მექანიზმი ჯუმბერ უფლისაშვილი, ნია ნათბილაძე, ალექსანდრე ყაველაშვილი, მურმან ხაჩიძე .....	5
2. ფურცლოვანი მასალების საკეცი მოწყობილობა ჯუმბერ უფლისაშვილი, ნია ნათბილაძე, მურმან ხაჩიძე, ალექსანდრე ყაველაშვილი .....	12
3. ავტომობილების სავალდებულო პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ელექტრონული პროგრამა და კორუფციის რისკები საქართველოს მაგალითზე დავით მესხიშვილი .....	19
4. ექსპლუატაციის პირობები და ავტომობილის ეფექტურობა დავით ფრიდონაშვილი, ნუგზარ დიასამიძე, ვაჟა დარაშვილი .....	36
5. К ВОПРОСУ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА Мchedlishvili Тамаз, Читаишвили Валериан, Беставашвили Давид, Зукакишвили Рамин, Тавадзе Александр .....	42
6. К ИССЛЕДОВАНИЮ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УЧЕТОМ УПРУГОСТЕЙ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ Мchedlishvili Тамаз, Капанадзе Торнике, Талакვაдзе Манана, Читаишвили Валериан .....	51
7. К СИНТЕЗУ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ Мchedlishvili Тамаз, Сурмава Заза, Кобахидзе Лერი, Парунашвили Георгий .....	57
8. I კლასის III რიგის მექანიზმის დაგეგმარება პროგრამა “Excel”-ის გამოყენებით თენგიზ კახეთელიძე, კობა ილურიძე .....	65
9. ვიბრაციის დონეთა შედარებითი ანალიზი ჩქაროსნული სარკინიგზო მაგისტრალისათვის და მათი რეგისტრაციისათვის ბოჭკოვან-ოპტიკური ქსელის აგების შესაძლებლობები მერაბ გოცაძე, ნიკოლოზ მღებრიშვილი, თენგიზ ტაბიძე, ლაშა ფხაკაძე .....	71
10. მდინარის ნაპირების წარცხვის ან მიწის კაშხალზე გადადინებით გამოწვეული რღვევის საფრთხის შეფასების მეთოდოლოგია ერთგანზომილებიანი (1D) არათანაბარი ნაკადის მდგომარეობის განტოლებების მიხედვით ხვიჩა ირემაშვილი, გიორგი ბერძენაშვილი .....	79
11. Методические указания для русскоязычных студентов к выполнению лабораторных и практических задач по предмету “Компьютерные технологии” (Часть первая) Дареджан Мампория .....	84

12.	საბავირო მორსატრევი დანადგარის სატვირთო ბავირზე ჯამური ფევის კალის განსაზღვრა განივბადასათან მზიდ ბავირზე დაკიდებულ მდგომარეობაში მორსატრევის ღროს მალბაზ ახვლედიანი, ზაურ ბალამწარაშვილი, თინათინ გოგიშვილი, დავით მოსულიშვილი, რამაზი ტყემალაძე .....	89
13.	ლოკომოტივის მწარმოებლობის ამალღება საქართველოს რკინიგზის მთავარ მაგისტრალზე ვაგონნაკადების შემჭიდროებული გატარებით პეტრე ქენქაძე, გრიგოლ თელია, დავით მაზანაშვილი, ალექსი ნიკოლაიშვილი .....	98
14.	რკინიგზის ტექნიკური სადგურების მუშაობის ინტენსიფიკაცია ოლეგ ბიჭიაშვილი .....	103
15.	საქართველოს მრეწველობის მდგომარეობა და განვითარების შესაძლო მიმართულებები მეგი იაკობაშვილი, ლაშა როხვაძე .....	109
16.	საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამალღების მართვისა და ორგანიზაციის მიმართულებები მაყვალა სვანიძე, სალომე დავითულიანი .....	118
17.	კორპორაციული მენეჯმენტის განვითარების სრულყოფა საქართველოს მანქანათმშენებლობაში ვაჟა ზეიკიძე, გიორგი მაისურაძე, თამარი რუხაძე, თამარ ქამბაძე .....	125
18.	ლოგისტიკის ეფექტიანობა და საქართველო მზია მოისწრაფიშვილი, თეა არჩვაძე .....	131
19.	მენეჯმენტის როლი საწარმოს პროდუქტიულობის ამალღებაში ნუნუ აჩუაშვილი, ია გოდერძიშვილი .....	136
20.	მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების აუტოსორსინგი მრეწველობაში მადონა კუხალეიშვილი, ნატო კიბაბიძე .....	144
21.	<b>EFFICIENCY OF USING VARIOUS SOLAR DRYING UNITS FOR DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS</b> Ketevan Archvadze, Ilia Chachava .....	154
22.	ავტორთა საყურადღებოდ .....	161

უაკ 514.513

## სამრეწველო ავტომატიზირებული მექანიზმი

ჯუმბერ უფლისაშვილი, ნია ნათბილაძე, ალექსანდრე ყაველაშვილი,

მურმან ხაჩიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ., N77, 0175,

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** *სტატიაში განხილულია რობოტიზებული კომპლექსი, რომელიც განეკუთვნება რობოტოტექნიკურ დარგს და შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული მანქანათმშენებლობასა და მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. მისი გამოყენება იძლევა საწარმოო ფართის შემცირების შესაძლებლობას, მალღდება ავტომატიზაციის ხარისხი, იზრდება გამოშვებული პროდუქციის წარმადობა, რადგანაც კომპლექსის ყველა დეტალი მუშაობს თანმიმდევრობით ერთიანი მართვის სისტემით, რითაც შემცირებულია მუშაობის რეჟიმის დარღვევის ალბათობა, იზრდება გამოშვებული პროდუქციის ხარისხი და მცირდება თვითღირებულება. გარდა აღნიშნულისა მნიშვნელოვნად იოღდება კომპლექსში შემავალი დეტალების შეკეთება და გაწყობის შესაძლებლობა.*

**საკვანძო სიტყვები:** მანქანა, კონსტრუირება, მანიპულატორი, პროცესი, კვანძები.

## შესავალი

ტექნიკის ყველა სფეროს განვითარების საფუძველს მანქანა-დანადგარები წარმოადგენს, ამდენად მანქანათმშენებლობის როლი დიდია ცივილიზებული საზოგადოების ჩამოყალიბებისათვის, რაც თავის მხრივ კარნახობს მანქანის ცალკეული დეტალების შესწავლა-გაანგარიშების აუცილებლობაზე.

ყველა სახის არსებული მანქანა, დაწყებული მარტივიდან დამთავრებული ურთულესით, შედგება რამდენიმე დეტალისა და კვანძისაგან, რომელთა

კონსტრუირება–გაანგარიშება ტექნიკური მექანიკის დამაგვირგვინებელი პროცესია. გაანგარიშების შემდგომი ეტაპი კი კომპიუტერული უზრუნველყოფაა.

ამდენად, მანქანა წარმოადგენს კვანძების ერთობლიობას, რომელიც ასრულებს რაიმე სახის ენერჯის გარდაქმნას ან ასრულებს სასარგებლო მუშაობას. ძირითადად ნებისმიერი მანქანა შედგება: ამძრავის, გადამცემი მექანიზმების და სამუშაოს შემსრულებელი მექანიზმებისაგან.

როგორც ცნობილია, ინჟინერიაში აპარატებს ძირითადად უწოდებენ ხელოვნურ აგებულებას, რომლებშიც მიმდინარეობს სხვადასხვა ქიმიური, თბური, ელექტრული და სხვა პროცესები. ეს პროცესები საჭიროა ნაკეთობათა დამზადებისა და დამუშავებისათვის.

### ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე ტექნიკაში ფართოდ გამოიყენებიან სივრცითი მანიპულატორები, რომელთა კვლევის ამოცანები უზრუნველყოფენ სივრცითი მექანიკური სისტემების შემადგენელი ღია კინემატიკური ჯაჭვების მოძრაობის კანონების დადგენას. კინემატიკურ ჯაჭვთა სისტემა მრავალფეროვანია და როგორც წესი სივრცით ღია კინემატიკურ სახსროვან სისტემებს წარმოადგენენ, რომელსაც მოძრაობის რამოდენიმე თავისუფლების ხარისხი გააჩნია. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა რთული მათემატიკური სისტემები ჩამოვაცალიბოთ, ბრტყელი მანიპულატორებისათვის და იგი სივრცით სისტემას მოვარგოთ.

აღნიშნული ამოცანის გადასაჭრელად განხორციელებულია როგორც თეორიული, ასევე ექსპერიმენტალური კვლევები, სიზუსტისა და უნივერსალური სამრეწველო რობოტის მექანიზმების ცდომილებათა დასადგენად.

ცნობილია მანიპულატორების პირველი კონსტრუქციები, რომლებიც როგორც დანიშნულებით, ისე გარეგანი სახით წააგავდნენ ადამიანის ხელს. მანიპულატორის მექანიზმი წარმოქმნილია სივრცითი ღია კინემატიკური

ჯაჭვისაგან, შედგება დგარისა, სამი მოძრავი რგოლისა, ორი სფერული და ერთი ბრუნვითი კინემატიკური წყვილებისაგან და აქვს შვიდი თავისუფლების ხარისხი. მანიპულატორის სატაცს შეუძლია სივრცეში დაიკავოს ნებისმიერი მდებარეობა, რომელიც განსაზღვრულია რგოლების კონსტრუქციული ზომებით. აღნიშნული მანიპულატორების მიერ მოცემული მოძრაობის კანონის შესრულება ხორციელდება სატაცის პოზიციონირების ცდომილებით, რაც უარყოფითად მოქმედებს ტექნოლოგიურ პროცესზე.

ასევე, ცნობილია მანიპულატორი, რომელიც წარმოადგენს ღია კინემატიკურ ჯაჭვს და, რომელიც შედგენილია დგარისა, 6 მოძრავი რგოლისა და 6 ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის საშუალებით და მას აქვს 6 თავისუფლების ხარისხი. მანიპულატორის სატაცს სივრცეში შეუძლია დაიკავოს ნებისმიერი მდებარეობა. აღნიშნული მანიპულატორი ვერ უზრუნველყოფს მოცემული ტექნოლოგიური პროცესის ზუსტად შესრულებას, რაც იწვევს რობოტის სატაცის პოზიციონირების ცდომილებას.

ასევე, ცნობილია მანიპულატორები ღია კინემატიკური ჯაჭვით, რომლებიც შედგენილია სამი მოძრავი რგოლითა და სამი კინემატიკური წყვილით. მათი თავისუფლების ხარისხი სამის ტოლია. ამ მანიპულატორების გამომავალ რგოლს (სატაცს) შეუძლია შეასრულოს მოცულობითი მოძრაობა, რომელიც ხასიათდება ცდომილებით.

შემოთავაზებული სამრეწველო ავტომატიზირებული მექანიზმი, განეკუთვნება მანქანათმშენებლობას, კერძოდ, წარმოებას დეტალების დამუშავებისათვის.

ცნობილია სამრეწველო რობოტიზირებული კომპლექსების უარყოფით მხარეები, რომელთგან მნიშვნელოვანია: დაბალი წარმადობა, რაც გამოწვეულია ნამზადების დასამუშავებელი დროის შეთანწყობით, რადგანაც სხვადასხვა პოზიციაზე ციკლური დრო სხვადასხვაა. გარდა ამისა, დიდი კაპიტალური დაბანდების დანახარჯები, რაც იწვევს გამოშვებული პროდუქციის თვითღირებულების გაზრდას და ართულებს კომპლექსის გაწყობა-გამართვას.



აღნიშნული რობოტიზებული კომპლექსი განეკუთვნება რობოტოტექნიკურ დარგს და იგი შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული მანქანათმშენებლობასა და მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. მისი გამოყენება იძლევა საწარმოო ფართის შემცირების შესაძლებლობას, მაღლდება ავტომატიზაციის ხარისხი, იზრდება გამოშვებული პროდუქციის წარმადობა, რადგანაც კომპლექსის ყველა დეტალი მუშაობს თანმიმდევრობით ერთიანი მართვის სისტემით, რითაც შემცირებულია მუშაობის რეჟიმის დარღვევის ალბათობა, იზრდება გამოშვებული პროდუქციის ხარისხი და მცირდება თვითღირებულება. გარდა აღნიშნულისა მნიშვნელოვნად იოლდება კომპლექსში შემავალი დეტალების შეკეთება და გაწყობის შესაძლებლობა.

ნახაზ 1-ზე წარმოდგენილია მრავალრგოლიანი სამრეწველო რობოტი, რომლის წერტილთა მოძრაობის ტრაექტორიებს საფუძვლად უდევს გეომეტრიული გარდაქმნა-ინვერსიის თვისებებზე კონსტრუირებული მექანიზმი. სამრეწველო რობოტი შედგება: ამძრავი რგოლისაგან  $O_1$ , რომლსაც წრიულ მოძრაობაში მოჰყავს  $O_1M'$  რგოლი. ზემოთ აღწერილი მოძრაობის ტრაექტორიას, უზრუნველყოფს  $SO_1 M'$  ინვერსორი. აღნიშნული ინვერსორის  $SM'$  გრძივი პარამეტრები, როგორც ნახაზიდან ჩანს მოძრაობის ერთი ციკლის მანძილზე იცვლება. ამ ცვალებადობას კი  $N$  ცილინდრული და  $C$  ტელესკოპური ელემენტები უზრუნველყოფენ.

აღწერილი მექანიზმის  $M'$  წერტილი, როგორც ავღნიშნეთ,  $O_1$  ცენტრის გარშემო მოძრაობს, რომელზედაც მიერთებულია  $M'K$  და  $M'L$  მოძრავი რგოლები. ეს რგოლები  $K$  და  $L$  წერტილების სწორხაზოვან გადაადგილებას განაპირობებენ.  $K$  და  $L$  წერტილებში ხისტადაა ჩამაგრებული თათები, რომელთა მეშვეობითაც ხდება დეტალების ტრაექტორიის აღწერა.

აქვე აღსანიშნავია, რომ  $O_1LM'K$  მექანიზმი ინვერსიის თვისებებს შეიცავს, რომლის  $M'$  კინემატიკური წყვილი  $A$  წერტილთან  $M'A$  რგოლს ქმნის, რომელიც შესაბამისად უზრუნველყოფს  $T$  რგოლის მოძრაობას. ეს რგოლი



მოწყობილობა განეკუთვნება მოძრაობის გარდამქმნელებს და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ყველგან, სადაც, მექანიზმის მოძრაობის პრინციპი, გეომეტრიული გარდაქმნა ინვერსიის ყველა თვისებას მოიცავს. ცნობილია, რომ სივრცითი ინვერსია სფეროს სიბრტყედ გარდაქმნის და ამ სფეროზე განლაგებული ნებისმიერი ფიგურა ბრტყელ ფიგურებად გარდაიქმნება. აგრეთვე, უნდა აღინიშნოს ინვერსიის ის თვისება, რომელიც სფეროზე მდებარე წრეწირს ამ სფეროს შესაბამის სიბრტყეზე მდებარე წრეწირად გარდაქმნის.

აღნიშნული მექანიზმის უპირატესობაა გეომეტრიული გარდაქმნა ინვერსიის საფუძველზე კონსტრუირებული მექანიზმის სწორი მუშაობით, ვუზრუნველყოთ ერთ ამძრავთნ დაკავშირებული ავტომატიზირებული სისტემის მოძრაობის შეთხმებული მუშაობა, ისე რომ მაღალი სიზუსტის მისაღწევად თათების მუშაობის რეჟიმი იყოს მდორე, ხოლო დეტალი სწრაფად და შეუფერხებლად მიეწოდოს დასამუშავებელ არეს.

ამრიგად, შემოთვაზებულია ალგორითმი, გეომეტრიული გარდაქმნის სახით, რომელიც უზრუნველყოფს მანიპულატორის ოპტიმალური მოდელის შექმნას, ენერგეტიკული საშუალებების მცირე დანახარჯებითა და სასურველი შედეგის მიღწევით.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. „ბეჭდვითი მედიის ტექნიკური მოწყობილობები“ - საგამომცემლო სახლი - „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; 2013წ.; ISBN 978-9941-20-368-8;
2. Е.А. Федосов - Машиностроение; Энциклопедия; Т.1-4.; Автоматическое управление (2000);
3. Заславский А. А. - „Геометрические преобразования“; М. МЦНМО, 2004; Москва.

## **Промышленный автоматизированный механизм**

**Джумбер Уплисашвили, Ниа Натбиладзе, Александре Кавелашвили,**

**Мурман Хачидзе**

### **Резюме**

В статье рассматривается робототехнический комплекс, который относится к области робототехники и может найти широкое применение в различных областях машиностроения и промышленности. Его использование уменьшает производственные площади, повышает качество автоматизации, повышает производительность, поскольку все детали комплекса работают в единой системе управления, снижая вероятность сбоев, повышая качество продукции и снижая затраты. Кроме того, очень легко отремонтировать и укомплектовать детали комплекса.

## **Industrial automated mechanism**

**Jumber Uplisashvili, Nia Natbiladze, Aleksandre Kavelashvili,**

**Murman Khachidze**

### **Abstract**

The article discusses the robotic complex, which relates to the field of robotics and can be widely used in various fields of engineering and industry. Its use reduces production areas, improves the quality of automation, and improves productivity, since all parts of the complex work in a single control system, reducing the likelihood of failures, improving product quality and reducing costs. In addition, it is very easy to repair and equip the details of the complex.

უკ 514.513

## ფურცლოვანი მასალების საკეცი მოწყობილობა

ჯუმბერ უფლისაშვილი, ნია ნათბილაძე, მურმან ხაჩიძე,

ალექსანდრე ყაველაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ., N77, 0175,

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მოწყობილობა, რომელიც ზოგადად უზრუნველყოფს წამყვანი და ამჟამინდელი რგოლების სინქრონულ ბრუნვით მოძრაობას და ასრულებს ფურცლის კეცვის ოპერაციას მაღალი ხარისხის სიზუსტის დაცვით, რაც გამორიცხავს ფურცლის ჩაჭედვის და დაზიანების შემთხვევებს, რომელიც თანამედროვე მანქანებში მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს. სტატიაში განხილული გეომეტრიულ გარდაქმნებზე კონსტრუირებული მექანიზმი, განეკუთვნება მრეწველობის დარგს და შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვადასხვა ფურცლოვანი მასალების დასტების დასაკეცად. აღნიშნული მექანიზმი, რომელიც მეშვეობითაც გამარტივებულია ავტომატიზირებული მანქანების მუშა მექანიზმების სირთულე, სასურველ დარგში შეუფერხებელად ასრულებს ოპერაციებს.

**საკვანძო სიტყვები:** მანქანა-დანადგარები, კონსტრუირება, სისტემა, დეტალები.

### შესავალი

ტექნიკის ყველა სფეროს განვითარების საფუძველს მანქანა-დანადგარები წარმოადგენს, ამდენად მანქანათმშენებლობის როლი დიდია ცივილიზებული საზოგადოების ჩამოყალიბებისათვის, რაც თავის მხრივ კარნახობს მანქანის ცალკეული დეტალების შესწავლა-გაანგარიშების აუცილებლობაზე.

ყველა სახის არსებული მანქანა, დაწყებული მარტივიდან დამთავრებული ურთულესით, შედგება რამდენიმე დეტალისა და კვანძისაგან, რომელთა

კონსტრუირება–გაანგარიშება ტექნიკური მექანიკის დამაგვირგვინებელი პროცესია. გაანგარიშების შემდგომი ეტაპი, კომპიუტერული უზრუნველყოფაა.

ამდენად, მანქანა წარმოადგენს კვანძების ერთობლიობას, რომელიც ასრულებს რაიმე სახის ენერჯის გარდაქმნას ან ასრულებს სასარგბლო მუშაობას. ძირითადად ნებისმიერი მანქანა შედგება: ამძრავის, გადამცემი მექანიზმების და სამუშაოს შემსრულებელი მექანიზმებისაგან.

ტექნიკაში მექანიზმები ასრულებენ ტექნოლოგიურ, ანუ შემსრულებელ მანქანაზე მოძრაობის გადაცემას საჭირო სიჩქარის, ძალის და მაბრუნებელი მომენტის სახით. შემსრულებელი მანქანა კი უშუალოდ ზემოქმედებას ახდენს დასამუშავებელ ობიექტზე. მანქანათმშენებლობის განვითარების ძირითადი მიმართულებები: გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის ამაღლება, შრომის ნაყოფიერების ზრდა, თავის მხრივ ამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას, რომელთა მახასიათებლები დამოკიდებულია:

ა) მანქანა-დანადგარის მუშაობის სიჩქარის ანუ ბრუნთა რიცხვის გაზრდაზე, შედეგად მცირდება მანქანაში შემავალი დეტალის ზომები, მასალის ხარჯი და მისი თვითღირებულება;

ბ) მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტის გაზრდაზე, რითაც იზრდება მანქანის ეკონომიურობა და მცირდება დანაკარგები გადაცემებში;

გ) სიმძლავრის გაზრდაზე - რაც მოგვცემს საშუალებას მანქანის დამზადების ღირებულების და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას, თუნდაც იგივე რამდენიმე მანქანის ჯამურ სიმძლავრესთან შედარებისას.

### ძირითადი ნაწილი

მანქანათმშენებლობის დარგში ყოველი მანქანა ასრულებს მისთვის განკუთვნილ სამუშაო პროცესს, მასზე კონსტრუირებული სხვადასხვა მექანიზმების მეშვეობით. სწორედ მექანიზმი, ეს მყარი სხეულთა სისტემა არის ის ძირითადი რგოლი, რომელიც მექანიკური მოძრაობის მეშვეობით უზრუნველყოფს

მანქანის სრულყოფილ ტექნოლოგიურ პროცესს. ამგვარად, მექანიზმის ძირითადი ფუნქცია მყარ სხეულთა მექანიკური მოძრაობათა გარდაქმნაა.

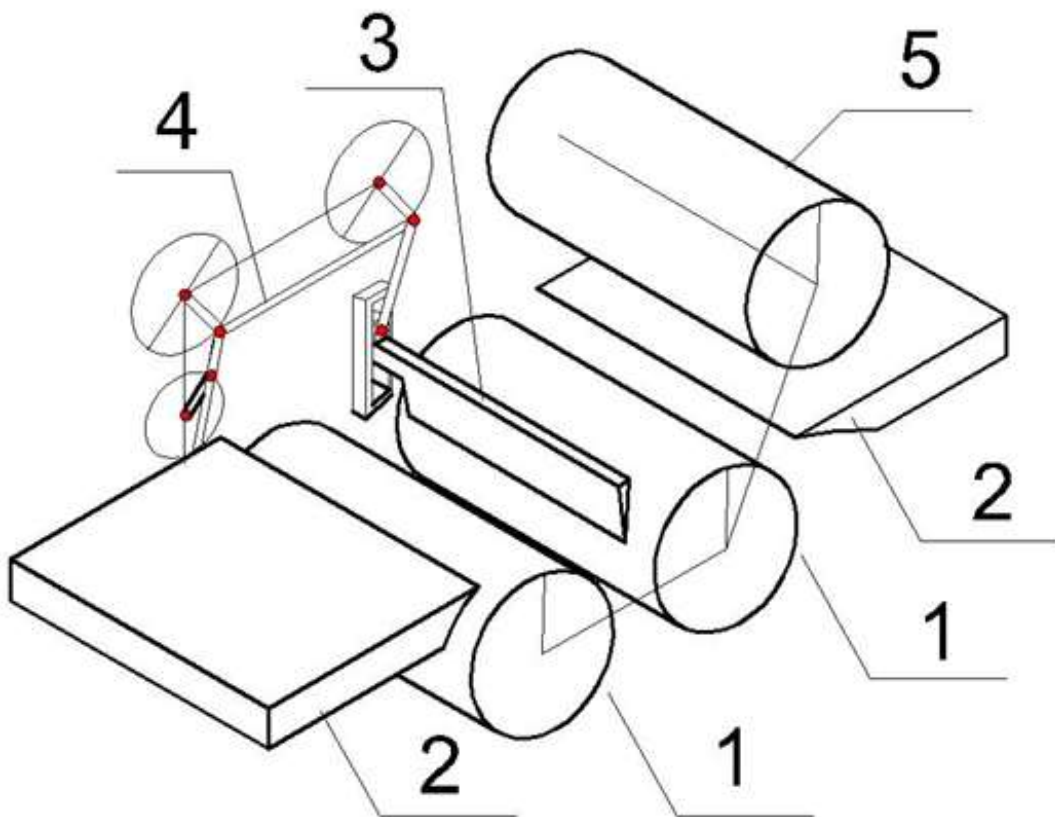
მრეწველობის დარგში, ცნობილია ფურცლების მიმწოდებელი მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება საბეჭდი ან სხვა ფურცელდამამუშავებელი მანქანებისთვის დამწყობებში. აღნიშნული მოწყობილობა შეიცავს ორმხრეულიან ორ ოთხრგოლა მექანიზმს, ფურცლების გადაადგილების მიმართულებით პირველი მხრეულები დამონტაჟებულია ბერკეტული საყრდენების მეშვეობით. მატრანსპორტირებელი მინაწოვები დაყენებულია ოთხრგოლე-ბის ბარბაცებზე. აღნიშნული მოწყობილობა აღჭურვილია აგრეთვე ორი დამატებითი მხრეულათი და მასთან დაკავშირებული ორი დამატებითი ბარბაცათი, რომლებიც ასევე სახსრულადაა მიერთებული უკანა მხრეულებ-თან და შეერთებულია ერთმანეთთან მოქნილი შტანგით. აღნიშნულ შტანგაზე დამაგრებულია დამჭერი მინაწოვი. გარდა ამისა, მოწყობილობა აღჭურვილია ბერკეტული საყრდენების მდებარეობების რეგულატორით, რომელსაც, თავის მხრივ, გააჩნია ოთხრგოლა მექანიზმების უკანა მხრეულების ღერძის გარშემო რხევის შესაძლებლობა.

აღნიშნული მოწყობილობა კონსტრუქციულად რთულია, ამასთან მისი გამოყენება შეუძლებელია ისეთ მანქანებსა თუ აპარატებში, სადაც ფურცლების მიწოდება ხორციელდება მბრუნავი დოლების (ცილინდრების) მეშვეობით და სადაც საჭიროა ამ ელემენტების სინქრონული ბრუნვა.

კონსტრუირების ამოცანას წარმოადგენს ისეთი მოწყობილობის შექმნა, რომელიც ზოგადად უზრუნველყოფს წამყვანი და ამყოლი რგოლების სინქრონულ ბრუნვით მოძრაობას და ასრულებს ფურცლის კეცვის ოპრეაციას მაღალი ხარისხის სიზუსტის დაცვით, რაც გამორიცხავს ფურცლის ჩაჭედვის და დაზიანების შემთხვევებს, რომელიც თანამედროვე მანქანებში მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს.

ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მექანიზმი, განეკუთვნება მრეწველობის დარგს და შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვადასხვა ფურცლოვანი მასალების დასატების დასაკეცად.

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია ფურცლოვანი მასალების საკეცი მოწყობილობის თვალსაჩინო მოდელი. იგი შედგება დგარისაგან (2) და დამკეცი ლილვებისაგან (1), რომლებიც თვისმხრივ მარაგდებიან მიმწოდი ლილვით (5). დასაკეცი ფურცელი დამკეც ლილვებს მიეწოდება მიმწოდი ლილვით, რომელიც ფურცელს მოათავსებს საკეცი დანის (3) მოძრაობის ტრაექტორიაზე. საკეცი დანა, მდორედ და ვერტიკალურად დაემშვება დამკეცი ლილვების მოძრაობის ზონაში.



ნახაზი 1. საკეცი მოწყობილობის თვალსაჩინო მოდელი

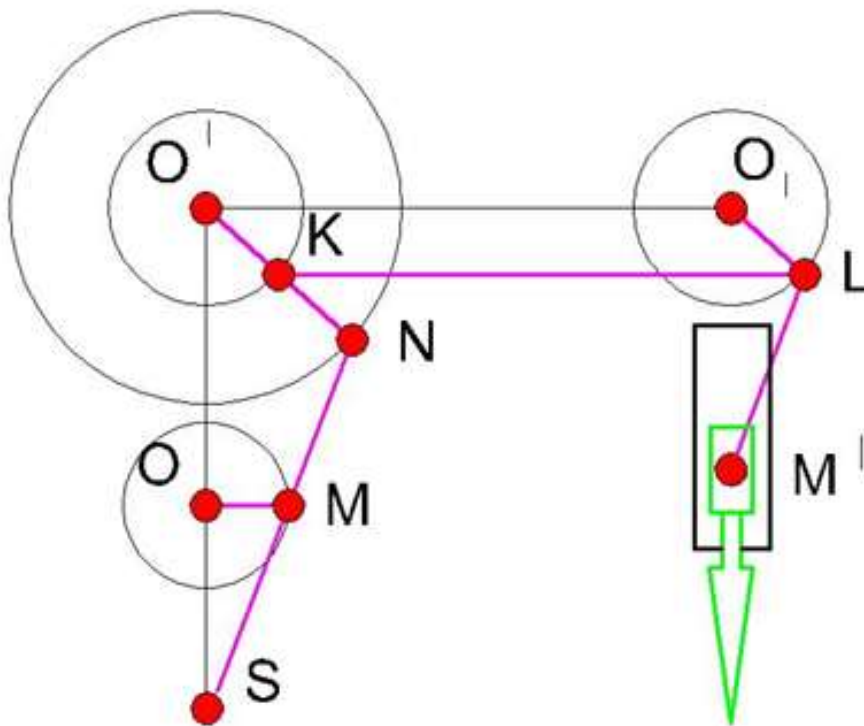
ეს სტრუქტურული სქემა უზრუნველყოფს დანის სწრაფ გადაადგილებას ფურცელის ზედაპირის შეხებამდე, ამის შემდეგ იგი ასრულებს მდორე მოძრაობას და ფურცელს ათავსებს დამკეცი ლილვების ზონაში. შემდგომ დამკეცი ლილვები გადაკეცილ ფურცელს გამოტანენ სამუშაო ზონიდან.



ამ ოპერაციის შესრულებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საკეცი დანის ერთი ციკლის დასრულებისას მის სწრაფ და მდორე გადაადგილების ტრაექტორიას, რასაც უზრუნველყოფს ჩვენს მიერ კონსტრუირებული შეწყვილებული მექანიკური სისტემა.

მოცემული შეწყვილებული მექანიკური სისტემა შედგება:  $SMN O'$  და  $O' KLO_1$  მექანიზმებისაგან. 1 მექანიზმის  $M$  წერტილის თანაბარი მოძრაობა განაპირობებს  $N$  წერტილის არათანაბარ მოძრაობას. ეს უკანასკნელი შეწყვილებულია  $O' KLO_1$  მექანიზმთან, რომელიც უზრუნველყოფს საკეცი დანის სწრაფ და მდორე გადაადგილებას. მდორე გადაადგილება კეცვის პროცესია და სწრაფი კი მექანიზმის საწყის მდგომარეობაში დამბრუნებელი.

ნახაზ 2-ზე ნაჩვენებია ზემოთ აღწერილი სტრუქტურული სქემით მომუშავე ფურცლოვანი მასალების საკეცი მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა.



ნახაზი 2. საკეცი მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა

ზემოთ აღნიშნული მექანიზმის სტრუქტურული სქემა დაფუძნებულია გეომეტრიულ გარდაქმნაზე - ინვერსია, რომლის ძირითადი თვისებები ჩვენს მიერ განივთვებულია მოძრავ მექანიკურ სისტემებში.

ამრიგად, ჩვენს მიერ გეომეტრიულ გარდაქმნაზე შექმნილია მექანიზმი, რომელიც მეშვეობითაც გამარტივებულია ავტომატიზირებული მანქანების მუშა მექანიზმების სირთულე. აღნიშნული მექანიზმი ჩვენთვის სასურველ დარგში შეუფერხებელად ასრულებს ოპერაციებს და აკმაყოფილებს შემდეგ მოთხოვნებს:

1) მექანიზმის სტრუქტურა უნდა უზრუნველყოფდეს მექანიზმის მუშა ორგანოს მოთხოვნილ გადაადგილებას და ამ გადაადგილების პერიოდულად გამეორებას.

2) ეს გადაადგილებები უნდა სრულდებოდეს წინასწარ განსაზღვრული წესებით.

### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. ჯ. უფლისაშვილი, ნ. ნათბილაძე - „მოძრავი სივრცითი სისტემების გეომეტრიული საფუძვლები“ – 2009წ.; ტექნიკური უნივერსიტეტი; ISBN 9789941145285;
2. И. М. Яглом - Геометрические преобразования; 2005 Москва.

## **Устройство фальцовки листового материала**

**Джумбер Уплисашвили, Ниа Натбиладзе, Мурман Хачидзе,**

**Александре Кавелашвили**

### **Резюме**

В статье рассматривается устройство, которое обычно обеспечивает синхронное вращательное движения ведущих и ведомых звеньев и выполняет операцию сгибания листа с высокой степенью точности, устраняя остановку и повреждение листа, что

является основной проблемой в современных механизмах машин. Механизм геометрических преобразований, обсуждаемый в этой статье, относится к отрасли и может быть использован для складывания различных листов. Упомянутый механизм, который упрощает сложность рабочих механизмов автоматов, плавно выполняет операции в нужной области.

## **Sheet materials Folding device**

**Jumber Uplisashvili, Nia Natbiladze, Murman Khachidze,**

**Aleqsandre Kavelashvili**

### **Abstract**

The article discusses a device that generally provides synchronous rotational motion of leading and throttle rings and performs shear bending operation with a high degree of precision, eliminating the possibility of sheet stoppage and damage, which is a major problem in modern cars. The mechanism of geometrical transformations discussed in this article belongs to the industry and can be used for folding various sheets. The said mechanism, which simplifies the complexity of the working mechanisms of automated machines, performs operations in the desired field smoothly.

უაკ 656(075.8)

**ავტომობილების სავალდებულო პერიოდული  
ტექნიკური ინსპექტირების ელექტრონული პროგრამა  
და კორუფციის რისკები საქართველოს მაგალითზე  
დავით მესხიშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სავალდებულო პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების (პტი) რეფორმის პირველი ეტაპი ძალაში 2018 წლის 1 იანვარს შევიდა და მის ძირითად მიზნებს ტექნიკური გაუმართაობით გამოწვეული საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების რაოდენობისა და გამონაბოლქვის შემცირება წარმოადგენდა. სავალდებულო პტი ყველა კატეგორიის ავტოსატრანსპორტო საშუალებებისთვის ამოქმედდა 2019 წლის 1 იანვრიდან. გარდა აღნიშნულისა, რეფორმის საფუძველი გახდა: ევროპარლამენტისა და საბჭოს 2009 წლის 6 მაისის დირექტივა 2009/40/EC, ევროპარლამენტისა და საბჭოს 2014 წლის 3 აპრილის დირექტივა 2014/45/EU და საქართველოსა და ევროკავშირს შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმება. 2020 წლის 1 იანვრიდან, ტექნიკური რეგლამენტის (საქართველოს მთავრობის დადგენილება N510) მიხედვით ძალაში შედის ავტოსატრანსპორტო საშუალებების (ასს) მიმართ გამკაცრებული მოთხოვნები, როგორებიცაა: ასს-ის კატალიზური გარდამქმნელით აღჭურვა, გამონაბოლქვის დაბინძურების ლამბდა კოეფიციენტით კონტროლი, მარჯვენა საჭიანი ავტომობილების ფარების დახრის კუთხის სტიკერის მეშვეობით რეგულირების აკრძალვა და სხვა. ამ ფონზე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უკვე არსებული პრობლემების განხილვა და მათი გადაჭრის გზების ძიება. სტატიაში განხილულია საქართველოში ასს-ის სავალდებულო პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროცესი. განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილებულია დღეს მოქმედი ელექტრონული პროგრამის ეფექტიანობის შეფასებაზე, მოცემულია პროგრამასთან დაკავშირებული პრობლემების ანალიზი.

განხილულია, ინსპექტირებისას არაერთგვაროვანი მიდგომები და შეფასებულია კორუფციული რისკები. სტატიაში მოცემულია პრობლემის გადაწყვეტის გზა, რომელიც ძირითადად ეყრდნობა ელექტრონული პროგრამის გამართვასა და სათანადო მონიტორინგის სისტემის შექმნას.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტოსტრანსპორტო საშუალება; პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირება; ელექტრონული პროგრამა; რისკები; სისტემა.

### შესავალი

საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტროს (შსს) ინფორმაციით, 2019 წლის პირველი კვარტლის მონაცემების მიხედვით რეგისტრირებული ავტოსატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობამ 1 333 499 შეადგინა. პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების შეუფერხებლად განხორციელებისთვის მოქმედებს ინსპექტირების 73 ცენტრი და ინსპექტირების 143 ხაზი, რომლებიც წარმოდგენილია 43 კომპანიის მიერ. ტესტირების ცენტრები მოეწყო ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს მიერ შერჩეული საკონსულტაციო კომპანია SGS-ის რეკომენდაციების შესაბამისად.

პტი-ის სისტემის თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისად გამართვისთვის, აუცილებელი გახდა ელექტრონული პროგრამის შექმნა. თავდაპირველად, სახელმწიფო სტრუქტურების გეგმით, ელექტრონული პროგრამა ერთი უნდა ყოფილიყო ყველასთვის, რომელიც ჩართავდა მოქმედ ცენტრებს პროგრამაში, დააკავშირებდა მათ აღმასრულებელ სტრუქტურებთან და საბოლოოდ შეიქმნებოდა ერთიანი ინფორმაციული სისტემა. ასეთი იყო საკონსულტაციო კომპანია SGS-ის რეკომენდაციაც და ასეა გამართული ინსპექტირების სისტემა ევროკავშირის ქვეყნებშიც.

ელექტრონული პროგრამის შექმნა განაპირობა შემდეგმა გარემოებებმა:

1. ინსპექტირების შედეგების შეყვანა ონლაინ რეჟიმში, ინსპექტირების მხრიდან მანიპულაციების თავიდან არიდების მიზნით და კორუფციის რისკის შესამცირებლად;

2. ერთიანი ელექტრონული ბაზის შექმნა სტატისტიკის წარმოებისათვის და ანალიზისათვის;

3. ბაზაზე წვდომის უზრუნველყოფა კანონის აღმასრულებელი და ზედამხედველი სამსახურებისთვის ადმინისტრირების მიზნით (შსს-საპატრულო პოლიცია, შსს-მომსახურების სააგენტო, აკრედიტაციის ცენტრი, სახმელეთო ტრანსპორტის სააგენტო);

4. საერთაშორისო წარმატებული პრაქტიკის გათვალისწინება.

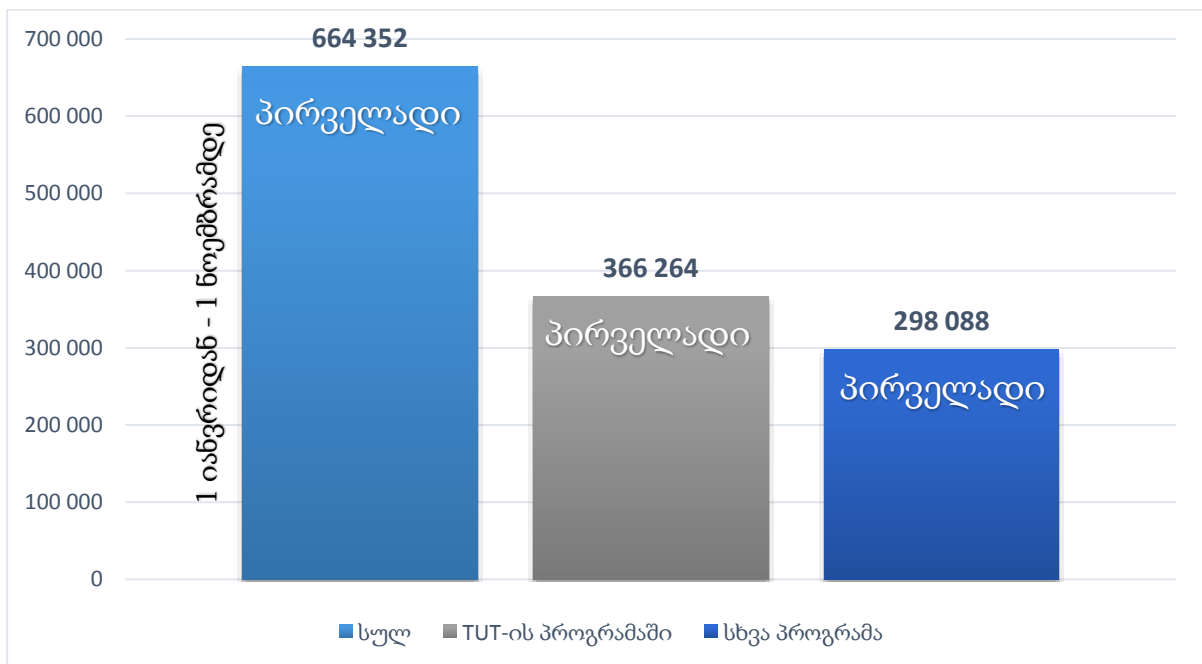
დღეისათვის, ნაცვლად ერთი ელექტრონული პროგრამისა, მოქმედებს 5 ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი პროგრამა („TUT“, „გრინვეი საქართველო“, „ქვიქ ტესტი“, „ვის“, „ტესტერი“). მათგან სამი ყველაზე მოცულობითია, სადაც გაერთიანებულია ცენტრების უმრავლესობა, ესენია: შპს. „TUT“ (საქართველოს ავტომობილების ინსპექტირების ცენტრების ასოციაცია), შპს. „გრინვეი საქართველო“ და შპს „ქვიქ ტესტი“.

ამ პროგრამებს შორის ყველაზე ადრე შპს. „TUT“-ის პროგრამა შეიქმნა, რომელმაც ძირითადად, 2018 წლამდე მოქმედი 39 ტესტ-ცენტრი გააერთიანა. პროგრამას ჰქონდა ახალი ცენტრების მოცვის ტექნიკური შესაძლებლობა, თუმცა როგორც მოგვიანებით ირკვევა, ახალმა კომპანიებმა (შპს. „გრინვეი საქართველო“ და შპს. „ქვიქ ტესტი“) არ ისურვეს არსებულ ელექტრონულ პროგრამაში შესვლა და მათ საკუთარი შექმნეს, რომლებიც დამოუკიდებლად დაუკავშირეს შესაბამის სახელმწიფო აღმასრულებელ სტრუქტურებს.

ამ შემთხვევაში, ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრომ გაითვალისწინა ბიზნეს-ორგანიზაციების მოთხოვნები და არა საკონსულტაციო კომპანიისა და არასამთავრობო სექტორის რეკომენდაციები. შედეგად წარმოიქმნა შემდეგი სახის პრობლემები:

1. ელექტრონული პროგრამები ერთმანეთს „ვერ ხედავს“. შეუძლებელია ავტომობილის ინსპექტირების ისტორიის გარკვევა ინსპექტირების ცენტრებისთვის, თუ ისინი ჩართულები არიან სხვადასხვა ელექტრონულ პროგრამაში;

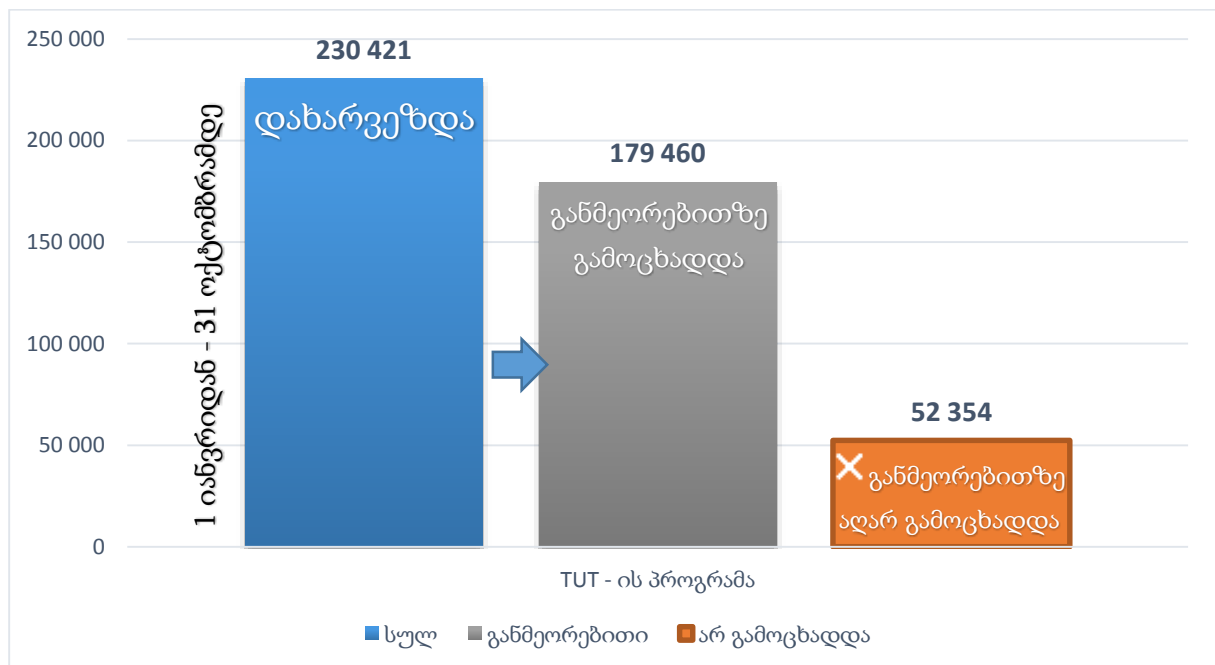
2. არაერთგვაროვანი მიდგომები ინსპექტირების პროცესში;
3. ვერ ხდება ზუსტი სტატისტიკური მონაცემების დამუშავება, ანალიზი;
4. გაზრდილია კორუფციული რისკები მართალია ზუსტი სტატისტიკის წარმოება ვერ ხერხდება, მაგრამ მაინც მნიშვნელოვანია;
5. ელექტრონული პროგრამის გაერთიანებული მონაცემების გაცნობა: 2019 წლის 1 იანვრიდან 1 ნოემბრამდე პერიოდში ინსპექტირებაზე გამოცხადდა (პირველადი) 664 352 სატრანსპორტო საშუალება. აქედან TUT-ის პროგრამაში ფიქსირდება 366 264 ასს, ხოლო სხვა პროგრამებში 298 088. თუმცა, აქ ერთი ფაქტი უნდა გავითვალისწინოთ, თუ ერთ ცენტრში დახარვეზებული ასს მიმართავს სხვა ცენტრს, მაშინ ის კვლავ პირველად ვიზიტად ფიქსირდება პროგრამაში. როდესაც ვამბობთ 664 352 პირველად ინსპექტირებას, არ ვგულისხმობთ ავტომობილების რაოდენობას.



ნახ. 1. პირველად ინსპექტირებაზე გამოცხადებული სატრანსპორტო საშუალებების გრაფიკული გამოსახულება

TUT-ის პროგრამა: დახარვეზდა 230 421 ასს, განმეორებით ინსპექტირებისთვის ცენტრებს მიმართა 179 460 ასს-მ. ამ ციფრებში ჩანს, რომ

განმეორებით უფასო ინსპექტირებაზე აღარ გამოცხადდა და სავარაუდოდ სხვა პროგრამაში გაიარა ინსპექტირება (თანხის თავიდან გადახდით) 52 354 ასს-მ. უნდა დავუშვათ ისიც, რომ 52 354 ასს-დან მომხმარებლის გარკვეულმა ნაწილმა, დახარვეზების შემდეგ, საერთოდ აღარ მიმართა ინსპექტირების ცენტრებს. ყოველ შემთხვევაში, პროგრამა TUT-ში პირველადი ვიზიტის შემდეგ აღნიშნული ავტოსატრანსპორტო საშუალებები აღარ მიბრუნებულან. დაახლოებით იგივე სურათს ვხედავთ გრინვეი-ქვიქ-ტესტის პროგრამის სტატისტიკურ მონაცემებში, სადაც განმეორებითი, უფასო ინსპექტირებისთვის აღარ მიუმართავს 44 261 ასს-ს.



**ნახ. 2. დახარვეზებული და განმეორებით ინსპექტირებაზე გამოცხადებული სატრანსპორტო საშუალებების გრაფიკული გამოსახულება**

თუ სამივე პროგრამის მონაცემებს შევაჯამებთ გამოდის რომ ჯამში 96 615 დახარვეზებული ავტომობილი განმეორებით ინსპექტირებაზე არ გამოცხადდა იმავე ცენტრში უფასო ინსპექტირებისთვის და მათ მიმართეს სხვა ცენტრს. TUT-ის პროგრამაში დარჩა, მაგრამ განმეორებითი ინსპექტირებისთვის ცენტრის მისამართი მაინც შეიცვალა 10 000-ზე მეტმა მომხმარებელმა.

ამ ფაქტების გაანალიზებისას ჩნდება რამდენიმე კითხვა:



1. რატომ არჩიეს ავტომფლობელებმა განმეორებითი ინსპექტირების გავლის ნაცვლად მიემართათ სხვა ცენტრებისთვის, როდესაც იგივე სერვისი სრულიად უფასოდ შეეძლოთ მიეღოთ იმავე ცენტრში, სადაც დახარვეზდა მათი სატრანსპორტო საშუალება?
2. განმეორებითი ვიზიტის ნაცვლად, თუ მომხმარებლებმა მიმართეს ახალ ცენტრს, აღმოფხვრეს თუ არა ის ხარვეზი, რომელიც დაუდგინდათ პირველადი ინსპექტირების დროს?
3. იმ შემთხვევაში თუ ავტომფლობელმა არ გამოასწორა დადგენილი უწყესივრობა, როგორ გაიარა წარმატებით ინსპექტირება სხვა ცენტრში?
4. არის თუ არა ავტომობილის შეფასების პროცესი ერთგვაროვანი?
5. რამდენად შეესაბამება მოთხოვნებს ინსპექტორების კვალიფიკაცია? გამართულია თუ არა შიდა ტრენინგის სისტემა?
6. რამდენად სრულყოფილია სახელმწიფო სტრუქტურების მხრიდან მონიტორინგის სისტემა ინსპექტირების პროცესზე?

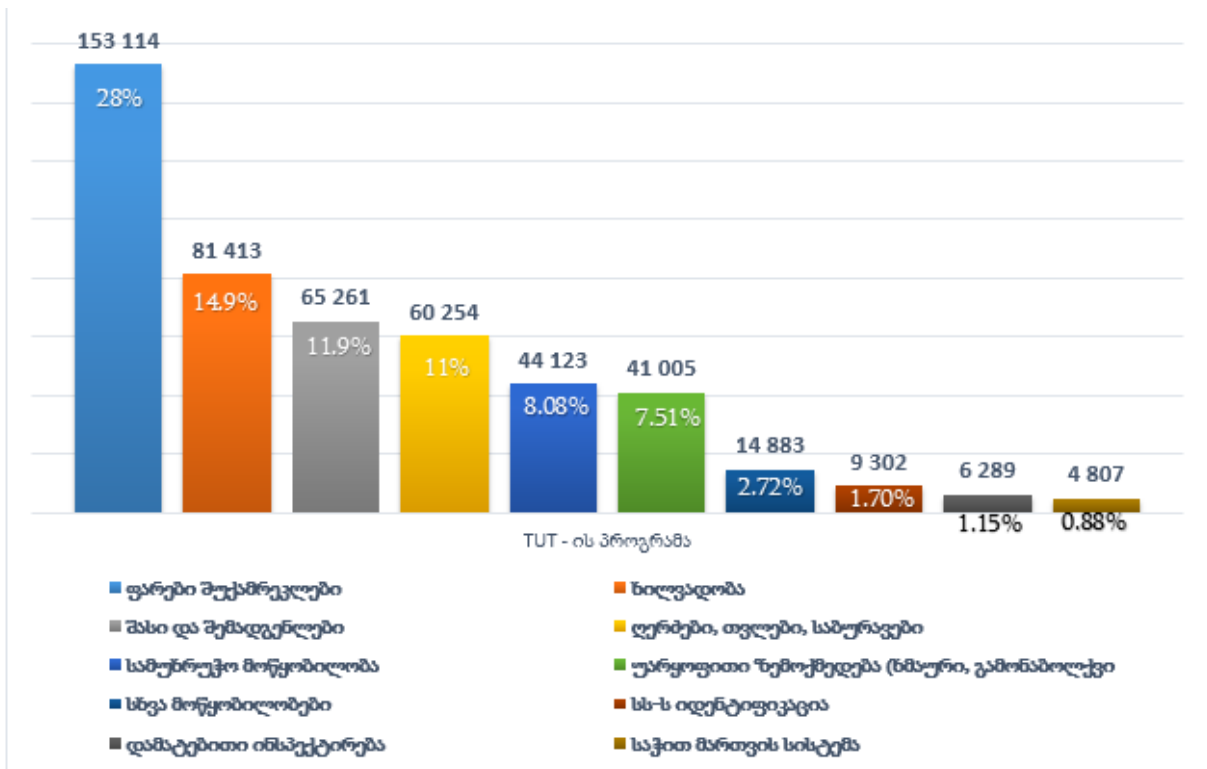
### ძირითადი ნაწილი

პრობლემის კიდევ უფრო საფუძვლიანად გაანალიზებისთვის, გავეცნოთ დახარვეზების სტატისტიკას TUT-ის პროგრამის მონაცემებზე დაყრდნობით, სულ 545 737 ავტოსატრანსპორტო საშუალებას ჩაუტარდა ინსპექტირება, ეს ციფრი მოიცავს ერთი და იმავე ავტომობილის მიერ განხორციელებულ პირველ, მეორე და შესაძლოა მეტ ვიზიტსაც.

ინსპექტირების შედეგად სულ დახარვეზდა 230 421 სატრანსპორტო საშუალება, რაც ინსპექტირების საერთო რაოდენობის 42,2% პროცენტია. დახარვეზების მიზეზი ერთ ავტომობილზე შეიძლება იყოს რამდენიმე, ამიტომაც ხარვეზების რაოდენობა არ არის პირდაპირპროპორციული ასს-ის რაოდენობასთან და ის ორჯერ აღემატება მას. ინსპექტორების მიერ დაფიქსირებული უწყესივრობების საერთო რაოდენობამ შეადგინა 480 451, საშუალოდ 2 ხარვეზი-ერთ ავტომობილზე.

დახარვეზების მიზეზები რაოდენობრივად და პროცენტულად:

- 28% (153 114)-ფარები შუქამრეკლები;
- 14,9 % (81 413)-ხილვადობა;
- 11,9% (65 261)-შასი და შემადგენლები;
- 11,0% (60 254)-ღერძები, თვლები, საბურავები;
- 8,08% (44 123)-სამუხრუჭო მოწყობილობა;
- 7,51% (41 005)-უარყოფითი ზემოქმედება (ხმაური, გამონაბოლქვი);
- 2,72% (14 883)-სხვა მოწყობილობები;
- 1,70% (9302)-ასს-ს იდენტიფიკაცია;
- 1,15% (6289)-დამატებითი ინსპექტირება;
- 0,88% (4 807)-საჭით მართვის სისტემა.



ნახ. 3. დახარვეზების მიზეზების რაოდენობრივი და პროცენტული გრაფიკული გამოსახულება

ინფორმაციის მოკვლევისას აღმოვაჩინეთ, რომ ინსპექტირების ცენტრების მიდგომები ავტომობილების შეფასებისას ხშირად ინდივიდუალურია. გაცილებით ერთგვაროვანია ინსპექტირება იმ ნაწილში, სადაც პროცესში საჭიროა გამზომი

მოწყობილობების ჩართვა (გამონაბოლქვი, სამუხრუჭო სისტემა). ყველა სხვა შემთხვევაში ტესტირება ითვალისწინებს ინსპექტორების მიერ სატრანსპორტო საშუალების ორგანოლეპტიკურ შემოწმებას, სადაც ინსპექტორები ხელმძღვანელობენ N510 ტექნიკური რეგლამენტით. მიუხედავად იმისა, რომ თითქოს რეგლამენტში ყველაფერია გაწერილი, არაერთგვაროვან მიდგომებს მაინც მასშტაბური ხასიათი აქვს. ამ ფაქტს ადასტურებს ჩემს მიერ მოყვანილი ავტომობილების „მიგრაციის“ სტატისტიკაც, როდესაც განმეორებითი უფასო ინსპექტირების ნაცვლად, დაახლოებით 90 000-ზე მეტმა მომხმარებელმა ინსპექტირებისთვის სხვა ცენტრს მიმართა. მრავლადაა ისეთი შემთხვევები, როდესაც დახარვეზებული სატრანსპორტო საშუალების მფლობელი, იმავე დღესვე, პრაქტიკულად რამდენიმე საათში მიმართავს სხვა ცენტრს და წარმატებით გადის ინსპექტირებას. პროგრამულად ვხედავთ სტატუსს: გამართულია.

კითხვა ჩნდება განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ავტომობილის დადგენილი უწყესივრობა იმდენად სერიოზულია, რომ მისი გამოსწორება ერთ ან რამდენიმე საათში შეუძლებელია, მაგალითად: გამონაბოლქვი, საქარე მინა და სხვ. ამგვარი უწყესივრობების აღმოფხვრა დროს მოითხოვს, მაშინ როგორ გადიან ხელახალ ინსპექტირებას წარმატებით ავტომობილები დახარვეზებიდან რამდენიმე საათში?! ფიქსირდება ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც ასს დახარვეზდა ერთ ცენტრში, შემდეგ მომხმარებელმა მიმართა მეორე ცენტრს და იქ, ინსპექტორებმა პირველ ცენტრში დაფიქსირებული უწყესივრობა ვერ აღმოაჩინეს, თუმცა სხვა მიზეზით დაახარვეზეს, შესაბამისად ეს „სხვა მიზეზი“ ვერ აღმოაჩინეს პირველ ცენტრში.

არაერთგვაროვანი მიდგომების პრობლემა იმდენად მწვავეა, რომ საქართველოს ავტომობილების ინსპექტირების ცენტრების ასოციაციამ 2019 წლის 29 ნოემბერს ტექნიკური კომიტეტის სხდომა მოიწვია. კომიტეტზე, ექსპერტების მიერ გამოიკვეთა შემდეგი შინაარსის პრობლემები: ავტოსატრანსპორტო საშუალების ინსპექტირების ისტორიის ვერდანახვა პროგრამულად, არასათანადო მონიტორინგი სახელმწიფო სტრუქტურების მხრიდან, უზუსტობები ან/და ბუნდოვანებები ტექნიკურ რეგლამენტში. სხდომაზე აღინიშნა, რომ ერთ ცენტრში

დახარვეზებული ავტომობილი, ხარვეზის გამოსწორების გარეშე ახერხებს სხვა ცენტრში ინსპექტირების გავლას (ხშირად იმავე დღეს) და სამწუხაროდ ეს უკვე კანონზომიერად ითვლება.

ტექნიკური კომიტეტის სხდომისა და არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული კვლევების, მიმდინარე წლის 10 თვის სტატისტიკური მონაცემების შეჯამების შედეგად გამოიკვეთა ინსპექტირების პროცესისთვის დამაზიანებელი გარემოებები: ინსპექტორთა არადამაკმაყოფილებელი კვალიფიკაცია, არაერთგვაროვანი მიდგომები ავტომობილის შეფასებისას, არასრულყოფილი ტექნიკური რეგლამენტი, არასათანადო მონიტორინგის სისტემა, 5 ელექტრონული პროგრამა-ნაცვლად ერთისა.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩამონათვალში ყველა საკითხი მნიშვნელოვანია, სტატიაში ძირითადად ყურადღებას გავამახვილებ არასათანადო მონიტორინგის სიტემაზე და ელექტრონულ პროგრამაზე. ეს ორი თემა ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული და მათი გაუმართაობა იწვევს სამართლიანი ინსპექტირების პრინციპის მოშლას. არაერთგვაროვანი მიდგომები ზრდის კორუფციის რისკებს. ასეთი ფაქტების სიმრავლის მიზეზი რამდენიმეა: ტექნიკური რეგლამენტის ბუნდოვანება, ინსპექტორთა კვალიფიკაციის ნაკლებობა, ელექტრონული პროგრამის მრავალგვარობა, შესაძლო კორუფცია და სხვა.

იკვეთება, რომ რეგლამენტის ერთერთი მთავარი მიზანი „ინსპექტირების ცენტრების მიმართ ერთგვაროვანი მოთხოვნების ჩამოყალიბება“, მეტნაკლებად დაცულია, მაგრამ დარღვეულია თავად ინსპექტირების ცენტრების მიერ ავტომობილების შეფასების პროცესში ერთგვაროვანი მიდგომები. არასრულყოფილი მონიტორინგის პირობებში შეუძლებელია რეგლამენტის მთავარი პრინციპის დაცვა: „ინსპექტირების ცენტრების მომსახურების ხარისხის და ობიექტურობის უზრუნველყოფა“. ფაქტია, რომ ინდივიდუალურია მიდგომა თითოეული ცენტრის მიერ ავტომობილის შეფასებისას და ხშირად, სხვადასხვა ცენტრში დასაქმებული ინსპექტორების გადაწყვეტილება განსხვავებულია, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა ხარვეზი იდენტურია.

გარდა აკრედიტაციის ცენტრის პტი ცენტრებში გეგმიური თუ არაგეგმიური ვიზიტებისა, დღეს მოქმედი მონიტორინგის მექანიზმის მთავარი შემადგენელი კომპონენტია ვიდეომეთვალყურეობა.

საქართველოს მთავრობის N511-ე დადგენილების მიხედვით, ინსპექტირების ცენტრი აღჭურვილი უნდა იყოს ვიდეომეთვალყურეობის სისტემით. ვიდეო-კამერები (მინიმუმი რაოდენობა-2) ისე უნდა იყოს დამონტაჟებული, რომ მოიცავდეს ტესტირების სივრცეს და შეფასების პროცესი იყოს კარგად ხილული პირდაპირი ტრანსლირების დროს. ცენტრმა უნდა უზრუნველყოს შესაბამისი ჩანაწერის არანაკლებ 14 თვის ვადით შენახვა. ცენტრის ხელმძღვანელობა ვალდებულია, ოფიციალური მოთხოვნის შემთხვევაში, ჩანაწერები წარუდგინოს აკრედიტაციის ცენტრს, სახმელეთო ტრანსპორტის სააგენტოს და შსს-ს.

დღეს მოქმედი მონიტორინგის სისტემა არასრულყოფილია და არ შეესაბამება საერთაშორისო წარმატებულ პრაქტიკას. გაუგებარია, როგორ ხერხდება 73 ინსპექტირების ცენტრის ვიდეო-კამერების გზით მონიტორინგი, როცა სახელმწიფო სტრუქტურებს არ აქვთ ფიზიკური რესურსი უწყვეტ რეჟიმში ვიდეომეთვალყურეობის გზით დააკვირდნენ ტესტირების პროცესს. გაურკვეველია, მაკონტროლებლის მიერ რა პრინციპით ხდება „საექვო ცენტრის“ დადგენა და შესაბამისად ვიდეო-ჩანაწერების გამოთხოვა. შევქმნათ ვიდეომეთვალყურეობის იმიტირებული მოდელი. დავუშვათ, რომ თითოეულ ცენტრზე მიმაგრებულია აკრედიტაციის ცენტრის მინიმუმ ერთი თანამშრომელი, რომელიც უწყვეტად ახორციელებს ვიდეომეთვალყურეობას. ჩამოვთვალოთ რისი დაფიქსირება შეუძლია მაკონტროლებელს ვიდეოკამერების დახმარებით: უცხო პირის შესვლა ტესტირების სივრცეში, ინსპექტორის ქცევა/მოქმედება (ამოწმებს თუ არა რეგლამენტით გათვალისწინებულ ყველა კომპონენტს), ავტომობილის ვიზუალი (გარეგანი დაზიანება, შეფერილი კვამლიანობა, ნაწილობრივ-ფარები, შუქამრეკლები).

ვიდეომეთვალყურეობის გზით შეუძლებელია დავადგინოთ, აკმაყოფილებს თუ არა სატრანსპორტო საშუალება მოძრაობის უსაფრთხოების ძირითადი

ელემენტების ტექნიკური მდგომარეობის მოთხოვნებს. ამ მეთოდით, ვერც იმას ვარკვევთ, რამდენად სამართლიანად და რეგლამენტის შესაბამისად ჩაატარა ტესტირება ინსპექტორმა შემდეგ კომპონენტებზე: სამუხრუჭო აღჭურვილობა, საჭის მართვის სისტემა, ხილვადობა (ნაწილობრივ ჩანს ვიდეო-კამერით), ღერძები, თვლები, საბურავები, დაკიდება, შასი და მისი შემადგენლები, სხვა მოწყობილობები, უარყოფითი ზემოქმედება (გამონაკლისია შეფერილი კვამლიანობა), დამატებითი ინსპექტირება (მოთხოვნები მგზავრთა გადამყვან M2 და M3 კატეგორიის სატრანსპორტო საშუალებებისთვის).

ვიდეომეთვალყურეობას თან ერთვის ტექნიკური ხასიათის სირთულეებიც. ვიდეოგამოსახულების კადრში შესაძლოა ვერ მოხვდეს თითოეული სატრანსპორტო საშუალების ინსპექტირების სრული ციკლი, ვიდეოკამერების შეუსაბამოდ განთავსების გამო. დაფიქსირებულა ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც ვიდეომეთვალყურეობის სისტემა გამოდის მწყობრიდან. ასეთ დროს, რეგლამენტის მოთხოვნით, ხარვეზის აღმოფხვრამდე უნდა შეჩერდეს ინსპექტირების პროცესი.

ვიდეოკამერის მთავარი დანიშნულებაა ინსპექტირების პროცესზე ელემენტარული კონტროლის დაწესება. მაგალითად ის, რომ ავტომობილი დაფიქსირდეს ტესტირების სივრცეში, რათა თავიდან ავირიდოთ 90-იანი წლების გამოცდილება „ტექ-დათვალიერება ავტომობილის გარეშე“. სხვა შემთხვევაში ვიდეომეთვალყურეობა უბრალოდ ზედაპირულია და არ შეიძლება განვიხილოთ როგორც მონიტორინგის სრულფასოვანი მოდელი. თუ პროცენტულად განვსაზღვრავთ, თანამედროვე მონიტორინგის მხოლოდ 10%-ს შეიძლება შეადგენდეს ვიდეომეთვალყურეობის სისტემა. ასეთ ვითარებაში, ინსპექტორის მიერ დაშვებული შეცდომისა თუ მნიშვნელოვანი გადაცდომის აღმოჩენა თითქმის შეუძლებელია.

რეფორმის დასაწყისში, გადაწყვეტილების მიმღები სამსახურები ფიქრობდნენ, რომ 24 საათის განმავლობაში პირდაპირი ტრანსლირების რეჟიმში ჩართული ვიდეოკამერების დახმარებით, პრაქტიკულად გამორიცხავდნენ ინსპექტირების მიერ მნიშვნელოვანი სახის დარღვევას და შესაბამისად

შეამცირებდნენ კორუფციის რისკებს. მონიტორინგის დღეს მოქმედი მოდელით, შეუძლებელია მაკონტროლებელმა სახელმწიფო სამსახურებმა ზუსტად განსაზღვრონ კონკრეტულ შემთხვევაში რა გახდა ინსპექტირებისას არაერთგვაროვანი მიდგომის მიზეზი: ინსპექტორის მიერ ტექნიკური რეგლამენტის ინტერპრეტირება, უნებლიე შეცდომა, კვალიფიკაციის ნაკლებობა თუ განზრახ „დაშვებული შეცდომები“. ზუსტად ასეთ დროს იზრდება კორუფციის რისკები.

აკრედიტაციის ცენტრი 5 ელექტრონული პროგრამიდან მიღებულ მონაცემებს პერიოდულად აჯამებს და აწვდის დაინტერესებულ პირებს. ელექტრონულ პროგრამებზე დაყრდნობით შსს ატარებს ადმინისტრაციულ სანქციებს იმ ავტომფლობელებზე, რომელთაც კანონით დადგენილ ვადაში არ გაიარეს სავალდებულო პტი. აკრედიტაციის ცენტრის მიერ წარმოებული სტატისტიკა ზედაპირულია და ძირითადად ასახავს ინსპექტირების შემთხვევების რაოდენობას, დროის იმ კონკრეტულ მომენტში, რომლისთვისაც მოხდა ინფორმაციის გამოთხოვა. ზოგადი ხასიათის ციფრებშიც შეიძლება იყოს უზუსტობები, ვინაიდან მათი შეკრება/შედგენა ხდება მექანიკურად. იმის გამო, რომ ავტომატურად ვერ ხერხდება ყოველდღიური ან ყოველთვიური მონაცემების ასახვა საერთო ბაზაში, შეუძლებელია ინსპექტირების დინამიკის დანახვა. 5 ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი ელექტრონული პროგრამის შედეგია ისიც, რომ პრაქტიკულად გაუგებარია ინსპექტირება პირველადია თუ განმეორებითი, თუ უფრო მეტი ვიზიტი განხორციელდა ცენტრებში. არაერთგვაროვანი მიდგომებიც, 5 ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ელექტრონული პროგრამის არსებობისა და არასრულფასოვანი საინფორმაციო სისტემის შედეგია. სახელმწიფო სტრუქტურების მიერ არ არის ათვისებული ელექტრონული პროგრამის შესაძლებლობები სრულად, მაგალითად: საერთოდ არ არის დანერგილი ინსპექტირების მონიტორინგი, მანიპულაციების პრევენციის კომპონენტი და სხვა. ანალიზის შედეგად ვადგენთ, რომ შესაბამისი სახელმწიფო სტრუქტურები არ ფლობენ ინფორმაციას ელექტრონული პროგრამის შესაძლებლობების შესახებ,

ამიტომაც დღეს არსებული პროგრამების ფუნქციები მწირია, მაშინ როდესაც ევროკავშირის ქვეყნების გამოცდილების გათვალისწინებით, ის მთავარი იარაღია კორუფციასთან საბრძოლველად.

ასევე, ასს-ების სარეგისტრაციო ნომრების გამოთხოვის გარეშე შეუძლებელია ინსპექტირებული უნიკალური რაოდენობის დადგენა და შესაბამისად, ავტოპარკში ინსპექტირებული სატრანსპორტო საშუალებების წილის დათვლა. ამასთან, სავალდებულო არ არის დახარვეზებული მაჩვენებლების შესახებ სტატისტიკური ინფორმაციის წარმოება, რაც შეუძლებელს ხდის შეფასდეს საქართველოს ავტოპარკის ტექნიკური მდგომარეობა. ვერ ხერხდება ინფორმაციის შეგროვება, შესაბამისი დასკვნების გამოტანა, რეკომენდაციების შემუშავება და პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა.

### დასკვნა

მოცემულია იმ აუცილებელ ღონისძიებათა ჩამონათვალი, რომელთა გატარების შემთხვევაშიც პტი-ის სფეროში შემცირდება კორუფციის რისკები და ინსპექტირების პროცესი გახდება გამჭვირვალე და სამართლიანი. საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით, პრობლემური საკითხები გადაიჭრება ეფექტიანი ელექტრონული პროგრამის დანერგვით. კერძოდ:

- მნიშვნელოვანია პტი-ის სექტორის სტრუქტურულად გამართვა. ადმინისტრირებაზე, ზედამხედველობაზე, მონიტორინგსა და პრევენციულ ღონისძიებებზე პასუხისმგებელი სახელმწიფო უწყების განსაზღვრა, რომელიც ამავდროულად იქნება ელექტრონული პროგრამის მართვაზე, მიღებული ინფორმაციის დამუშავებაზე და სამომავლო სამოქმედო გეგმის გატარებაზე პასუხისმგებელი. დღეს მსგავსი, მაგრამ არასრულფასოვანი ფუნქციის მატარებელია აკრედიტაციის ცენტრი და სახმელეთო ტრანსპორტის სააგენტო, რომლებიც საჭიროებენ სათანადო რესურსით



(მატერიალურ-ტექნიკური, ფიზიკური) უზრუნველყოფას. საჭიროა, შესაბამისი სამსახურების ფუნქციების გაწერა გამოწვევების შესაბამისად;

- რეგისტრირებული ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პტი-ის შედეგები უნდა ინტეგრირდეს მონაცემთა ცენტრალიზებულ ბაზაში. ერთიან საინფორმაციო სისტემაში დეტალურად უნდა გაიმალოს ასს-ის დახარვეზების მიზეზი, შესაძლებელი უნდა გახდეს ინსპექტირებული უნიკალური ასს-ების რაოდენობის დადგენა. აცილებელია ავტომობილის ინსპექტირების ისტორიის შექმნა, რომელზე წვდომაც ექნება ნებისმიერ აკრედიტირებულ ცენტრს, რაც გახდება არაერთგვაროვანი მიდგომების რაოდენობას შემცირების საფუძველი;
- სტატისტიკური მონაცემების დამუშავება მუდმივ რეჟიმში, ელექტრონული პროგრამით მიღებული ინფორმაციის ანალიზის შედეგად სამოქმედო გეგმისა და პრევენციული ღონისძიებების განსაზღვრა;
- ელექტრონული პროგრამის ფუნქციურად სრულად დატვირთვა. მათ შორის უმთავრესია ინსპექტორების ინდივიდუალური მონიტორინგის მექანიზმის შექმნა, რაც გულისხმობს პროგრამაში ინსპექტორთა პირადი მონაცემების განთავსებას და სარეიტინგო სისტემას. ასეთ შემთხვევაში, ელექტრონულ პროგრამაში დგინდება ინსპექტირების დახარვეზების საშუალო მაჩვენებელი (პროცენტულად) და მისი ხშირი დარღვევის შემთხვევაში ინსპექტორი ექცევა განსაკუთრებული მონიტორინგის ქვეშ. გამოვლენილი გადაცდომების შინაარსის შესაბამისად უნდა დაიგეგმოს ინსპექტორთა ტრენინგის;
- საერთაშორისო პრაქტიკის გათვალისწინებით, იმ შემთხვევაში თუ ინსპექტორი მიმართავს მანიპულაციებს და ცდილობს ინსპექტირების შედეგების შეცვლას/გაყალბებას, ავტომატურად აქტიურდება ელექტრონული პროგრამის „ანტითაღლითური“ ფუნქცია, ირთვება „განგაშის სიგნალი“, ხდება პროგრამის პარალიზება და ინსპექტორს აღარ

ემლევა პროცედურის გაგრძელების საშუალება. ეს, ელექტრონული პროგრამის ერთერთი ყველაზე ეფექტიანი ანტიკორუფციული ფუნქციაა;

- ინსპექტირების დროს ასს-ის მახასიათებლები უნდა შედარდეს მწარმოებლის მიერ დამტკიცებულ ნორმებს. ევროკავშირის ქვეყნების მსგავსად, ინსპექტორებისთვის უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ასს-ების ქარხანა-დამამზადებლების საინფორმაციო ბაზებზე ხელმისაწვდომობა. ელექტრონული პროგრამის აღნიშნული ფუნქციით დატვირთვა, ერთის მხრივ შეამცირებს მანიპულაციებისა და გადაცდომების რაოდენობას, ხოლო მეორეს მხრივ, ინსპექტორისთვის, ის იქნება დაცვის მექანიზმი სადავო საკითხებში.

#### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს ავტომობილების ინსპექტირების ცენტრების ასოციაციის ტექნიკური კომიტეტის სხდომის ოქმი N1, რეგიონული ტექნიკური სხდომის ოქმი N1. 2019 წ.;
2. კომპანია “Opus”-ის (აშშ) რეკომენდაციები ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთვის, 2019 წ.;
3. კომპანია SGS-ის „პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროგრამის იმპლემენტაცია“ რეკომენდაცია ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთვის, 2017 წ.;
4. პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების რეფორმის მონიტორინგი და შეფასება „ჯეოველ რისერჩი“, 2019 წ.

**Обязательный периодический автоматизированный  
технический осмотр транспортных средств  
и коррупционные риски в Грузии**

**Давид Месхишвили**

**Резюме**

Первый этап реформы обязательного периодического технического осмотра (ПТО) вступил в силу 1 января 2018 года, и его основной целью было сокращение количества вызванных неисправностями дорожно-транспортных происшествий и выбросов в атмосферу. Обязательный ПТО для всех категорий транспортных средств действует с 1 января 2019 года. Кроме вышеотмеченного основой для реформы стали: директива 2009/40 / EU Европейского парламента и Совета от 6 мая 2009 года, директива Европейского парламента и Совета от 3 апреля 2014 года о Соглашении об ассоциации между Грузией и Европейским союзом 2014/45 / EU.. С 1 января 2020 г. согласно технического регламента (Постановления Правительства N510) входит в силу ужесточённый в отношении автотранспортных средств (АТС) требований, таких как: оборудование автотранспортных средств катализаторами, контроль выхлопных газов регулированием лямбда коэффициента, запрещение регулировки автомобилей с правым рулём угла наклона фары стикерами и т.д.. На этом фоне особенно важно обсудить существующие проблемы и найти пути их решения. В статье рассматривается обязательный периодический технический осмотр автотранспортных средств в Грузии. Особое внимание уделяется оценке эффективности текущей электронной программы и анализа проблем, связанных с программой. Рассматриваются различные подходы к проверке и оцениваются коррупционные риски. В статье дается решение проблемы, в основе которой лежит разработка электронной программы и создание надлежащей системы мониторинга.

## **SOFTWARE OF MANDATORY PERIODIC TECHNICAL INSPECTION OF VEHICLES AND CORRUPTION RISKS IN GEORGIA**

**David Meskhishvili**

### **Abstract**

The first stage of the reform of the mandatory periodic technical inspection came into force on January 1, 2018, and its main goal was to reduce the number of road traffic crashes caused by malfunctions and exhaust gases emissions. The mandatory periodic technical inspection for all categories of vehicles is valid from January 1, 2019. In addition to the above, the basis for reform were: Directive 2009/40 / EU of the European Parliament and of the Council of May 6, 2009, directive of the European Parliament and of the Council of April 3, 2014 on the Association Agreement between Georgia and the European Union 2014/45 / EU .. C On January 1, 2020, according to the technical regulation (Government Decision N510), the requirements toughened up in relation to motor vehicles (ATE) come into force, such as: equipment of vehicles with catalysts, control of exhaust gases by regulation of the lambda coefficient, prohibition of adjusting cars with right-hand drive headlights by stickers, etc. Against this background, it is especially important to discuss existing problems and find ways to solve them. The article discusses the mandatory periodic technical inspection of vehicles in Georgia. Particular attention is paid to assessing the effectiveness of the current electronic program and analysis of problems associated with the program. Various approaches to verification are examined and corruption risks are evaluated. The article provides a solution to the problem, which is based on the development of an electronic program and the creation of an appropriate monitoring system.

უაკ 629.113

## ექსპლუატაციის პირობები და ავტომობილის ეფექტურობა

დავით ფრიდონაშვილი, ნუგზარ დიასამიძე, ვაჟა დარაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ავტომობილის ეფექტურობა და მასზე მოქმედი მრავალრიცხოვანი ფაქტორები, რომელთაგან გამოყოფილია ექსპლუატაციის პირობები: საგზაო, სატრანსპორტო, ორგანიზაციულ-ტექნიკური. შემოთავაზებულია მეთოდოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს კონკრეტული დასახლებული პუნქტისათვის რეალური ექსპლუატაციის პირობების შესწავლისა და სტატისტიკური მასალის დამუშავების შედეგად ტიპური თეორიული მოდელის შექმნას. ამ უკანასკნელის მიხედვით ხდება ავტომობილების ეფექტურობის შეფასება და შედეგების მიხედვით მოცემული დასახლებული პუნქტისათვის მოძრავი შემადგენლობის შერჩევა. სტატიაში განხორციელებულია შემოთავაზებული მეთოდოლოგიის კონკრეტული რეალიზაცია ქ. თბილისის ავტობუსების სამარშრუტო ქსელის მაგალითზე. სტატისტიკური მასალის დამუშავების შემდეგ აგებულია გაჩერებებს შორის მანძილის განაწილების ჰისტოგრამა და წარმოდგენილია რეკომენდაციები ეფექტურობის გასაზრდელად.

**საკვანძო სიტყვები:** ეფექტურობა, ექსპლუატაციის პირობები, თეორიული მოდელი, სამარშრუტო ქსელი.

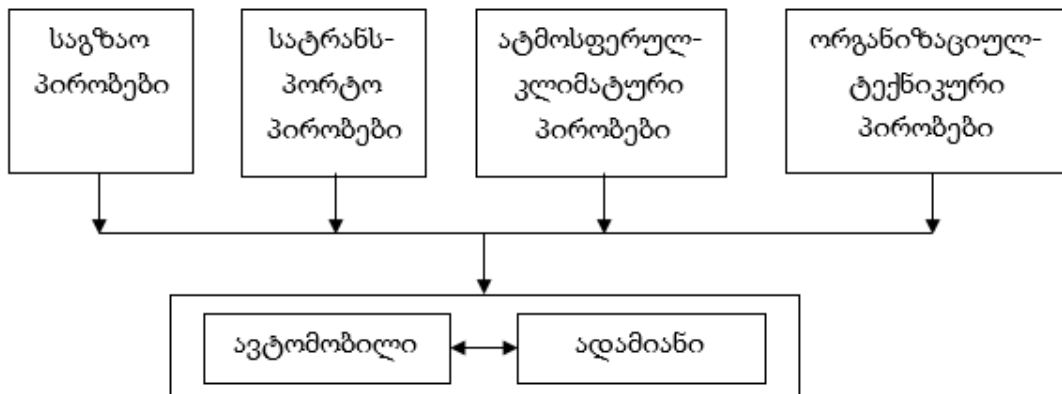
### შესავალი

ეფექტურობა არის ავტომობილის თვისება განახორციელოს გადაზიდვის პროცესი დროულად, მაღალხარისხიანად და უსაფრთხოდ, რაც შეიძლება მცირე მატერიალური და შრომითი დანახარჯებით. იგი წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალების შეფასების კომპლექსურ პარამეტრს, რომელიც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ერთის მხრივ, სატრანსპორტო საშუალების კონსტრუქციის

სრულყოფასა და მის შესაბამისობაზე ექსპლუატაციის პირობებთან, მეორე მხრივ - გადაზიდვების ორგანიზაციაზე. ზემოთ აღნიშნულთან ერთად გასათვალისწინებელია შემდეგიც: მსოფლიოს საავტომობილო პარკს ყოველწლიურად ემატება 90 მლნ ავტომობილი (განვითარებულ ქვეყნებში ხორციელდება მოძველებული ტექნიკის ექსპლუატაციიდან მოხსნა), ხოლო საგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარება შესაბამისი ტემპებით ვერ ხდება (აღნიშნული პროცესი განსაკუთრებით საგრძნობია საქართველოსა და სხვა განვითარებად ქვეყნებში). დასახელებული და მთელი რიგი სხვა მიზეზების გამო ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად შემცირდა ავტომობილის ეფექტურობის მთელი რიგი მაჩვენებლები. ამიტომ ყველა ნაშრომი, რომელიც ეძღვნება დასახელებულ პრობლემას, აუცილებელი და აქტუალურია.

### ძირითადი ნაწილი

როგორც აღვნიშნეთ, ავტომობილის ეფექტურობაზე მოქმედებს მრავალი ფაქტორი, რომელთა შორის საკმაოდ მნიშვნელოვანია ექსპლუატაციის პირობები. აღნიშნულს განაპირობებს ის, რომ ავტომობილი მუშაობს ადამიანის მუდმივი ზემოქმედებით, ხოლო ეს სისტემა „ადამიანი - ავტომობილი“ ფუნქციონირებს ცვლად გარემო პირობებში (იხ. ნახ. 1).



ნახ. 1. „ადამიანი - ავტომობილი“ სისტემისა და ექსპლუატაციის პირობების ელემენტების ურთიერთდამოკიდებულება

თითოეული წარმოდგენილი საექსპლუატაციო პირობა განპირობებულია მრავალი ფაქტორით:

- საგზაო: ადგილმდებარეობის რელიეფი, საგზაო საფარის ტიპი და

მდგომარეობა, მოძრაობის ორგანიზაცია;

- სატრანსპორტო: ტვირთის სახე, გადაზიდვის მანძილი და მოცულობა, ტვირთბრუნვის უთანაბრობა, დატვირთვა-განტვირთვის პროცესი;

- ატმოსფერულ-კლიმატური პირობები: ზომიერი, ცივი და ცხელი კლიმატის ზონები;

- ორგანიზაციულ-ტექნიკური პირობები: ექსპლუატაციის რეჟიმი (საშუალო წლიური და დღიური გარბენი), ტექნომსახურება, შენახვის პირობები.

თითოეული ზემოთ ჩამოთვლილი ექსპლუატაციის პირობა და მისი განმსაზღვრელი ფაქტორები ახდენენ გავლენას ავტომობილის სხვადასხვა საექსპლუატაციო თვისებებზე და, ცხადია, მოძრავი შემადგენლობის ეფექტურობაზე.

ასე რომ, ავტომობილის ეფექტურობა ძალიან ბევრ, დიდ საზღვრებში ცვალებად პარამეტრზეა დამოკიდებული. ამიტომ, ცხადია, რომ შეუძლებელია ყველა ზემოთ დასახელებული ფაქტორის გათვალისწინებით ავტომობილის დაპროექტება და შექმნა. ამავე დროს, გასათვალისწინებელია, რომ ძალიან ბევრი სიდიდე ავტომობილის ეფექტურობაზე ურთიერთსაწინააღმდეგო გავლენას ახდენს. ჩვენის აზრით, უფრო მიზანშეწონილია ეფექტურობის გაზრდის მიზნით მოვახდინოთ არსებული მრავალრიცხოვანი საავტომობილო-სატრანსპორტო საშუალებებიდან კონკრეტული ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით მოძრავი შემადგენლობების შეფასება და შერჩევა.

აქვე დავძენთ, რომ ნებისმიერი ქვეყანა (თუ მისი რომელიმე რაიონი) გამოირჩევა საექსპლუატაციო პირობების მრავალფეროვნებით. ამიტომ ამოცანის წარმოდგენილი წინადადებით გადაწყვეტისათვის აუცილებლად მიგვაჩნია ტიპური ექსპლუატაციის პირობების თეორიული მოდელის შექმნა, რომელშიც უნდა აისახოს საკვლევი რაიონის ზემოთ დასახელებული ექსპლუატაციის პირობები: საგზაო, სატრანსპორტო და ორგანიზაციულ-ტექნიკური. დასახელებულ მოდელში გამარტივების მიზნით ატმოსფერულ-კლიმატური პირობების შეყვანა არ მიგვაჩნია საჭიროდ, ვინაიდან საავტომობილო ტრანსპორტის დაპროექტება-

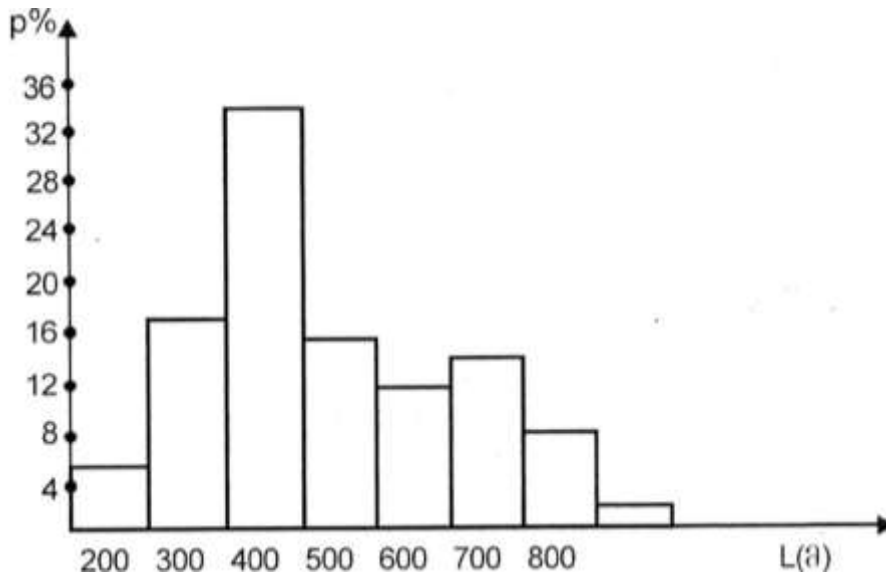
წარმოება ხორციელდება ძირითადად ზომიერი პირობების შესაბამისად და შემდგომში ხდება მოდიფიცირება მოთხოვნის გათვალისწინებით ცივი ან ცხელი კლიმატის ზონებისთვის.

ვინაიდან მათემატიკური თვალსაზრისით ამოცანა მაინც რჩება მრავალკრიტერიუმიაანი, მიზანშეწონილია ტიპური ექსპლუატაციის პირობების თეორიული მოდელის შექმნისას გამოვიყენოთ მათემატიკაში კარგად ცნობილი დომინირების პრინციპი. ამ უკანასკნელის არსი მდგომარეობს პროცესზე მოქმედი მრავალრიცხოვანი ფაქტორებიდან მთავარის, ე.ი. დომინირებელის ამორჩევაში. თავისთავად ცხადია, რომ მას უნდა ჰქონდეს სხვა მოქმედ ფაქტორებთან შედარებით უპირატესობა. კვლევის ამ მეთოდის გამოყენებისას სხვა კრიტერიუმების მიხედვით კი ხდება შეზღუდვების დაწესება.

მოვახდინოთ წარმოდგენილი მეთოდიკის კონკრეტიზაცია ქ. თბილისის ავტობუსების სამარშრუტო ქსელის მაგალითზე. მთელ მსოფლიოში (და რა თქმა უნდა, ჩვენს დედაქალაქშიც) ტექნიკის უმაღლესი თანამედროვე მიღწევებით აღჭურვილი დასახელებული სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე 15...20 კმ/სთ-ის დიაპაზონში (პიკის საათებში უფრო ნაკლებიც) იმყოფება. ამის შედეგად თავისთავად ცხადია, რომ შემცირებულია მათი ეფექტურობა. აღნიშნულ მოვლენაში უდავოდ ჩანს ექსპლუატაციის პირობების გავლენა, რომლის მრავალრიცხოვანი ფაქტორებიდან საქალაქო მარშრუტიზირებული ავტობუსებისათვის დომინირებულად შეიძლება ჩაითვალოს გაჩერებებს შორის მანძილი. სწორედ ეს უკანასკნელი ახდენს გავლენას განსახილველი მოძრავი შემადგენლობის მთელ რიგ მახასიათებელზე: მოძრაობის სიჩქარე, საწვავის ხარჯი, ძალოვანი აგრეგატების მუშაობის რეჟიმები, მძღოლის დატვირთვა და სხვა. დამუშავებული მეთოდიკის საშუალებით [2] ქ. თბილისში მგზავრთნაკადების შესწავლის შემდეგ გამოყოფილი იქნა უფრო მეტად დატვირთული მარშრუტები, რომელთა მონაცემების დამუშავების შემდეგ აგებული იქნა ავტობუსის გაჩერებებს შორის მანძილის განაწილების ჰისტოგრამა (ნახ. 2).



როგორც ვხედავთ, ქ. თბილისში უფრო მეტად გავრცელებული არის 250-450 მ-იანი მანძილით დაშორებული გაჩერებები, რაც, ცხადია, მნიშვნელოვნად ამცირებს საქალაქო ავტობუსების ეფექტურობას. აღნიშნული ნაკლოვანებების გამოსასწორებლად საჭიროა დედაქალაქის პარკის შევსების პროცესში უპირატესობა მიენიჭოს იმ ავტობუსებს,



ნახ. 2. ავტობუსების გაჩერებებს შორის მანძილის განაწილების ჰისტოგრამა

რომელთაც აქვთ მაღალი დინამიკურობა. ჩვენის აზრით, უფრო მიზანშეწონილი იქნება ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებით მოხდეს საავტობუსო მარშრუტებზე გაჩერებებს შორის მანძილის გაზრდა.

### დასკვნა

წარმოდგენილი მეთოდიკით ექსპლუატაციის პირობების გავლენის კვლევა ავტომობილების საექსპლუატაციო თვისებებზე და მიღებული შედეგების მიხედვით რეკომენდაციების გათვალისწინება მნიშვნელოვნად გაზრდის მოძრავი შემადგენლობის ეფექტურობას.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ხარიტონაშვილი ვ. საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტურობა. თბილისი, „მეცნიერება“, 2005, გვ. 210;
2. Придонашвили Д. - Методика создания характерного маршрута и ее

конкретная реализация на примере г. Тбилиси. Н/т журнал «Транспорт», №3-4, Тбилиси, 2008г., с. 21-22;

3. Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А. Автомобили. Москва, Академа, 2003, 805с.

## **УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ**

**Давид Придонашвили, Нугзар Диасамидзе, Важа Дарашвили**

### **Резюме**

В статье рассматриваются факторы эффективности автомобиля и действующих на него многочисленных факторов, от которых выделяются условия эксплуатации: дорожные, транспортные, организационно-технический. Предложена методика, которая обеспечивает для конкретной населённого пункта в результате обработки материалов изучения реальных эксплуатационных условий и статистического материала типичную теоретическую модель. Согласно последнего оценивается эффективность автомобилей и согласно результатов для данного населенного пункта выбор подвижного состава. В статье представлена конкретная реализация предлагаемой методики на примере сети автобусных маршрутов Тбилиси. После обработки статистического материала составляется гистограмма распределения расстояний между остановками и предоставляются рекомендации по повышению эффективности.

## **OPERATING CONDITIONS AND EFFICIENCY OF THE CAR**

**David Pridonashvili, Nugzar Diasamidze, Vazha Darashvili**

### **Abstract**

In the article are considered the factors of vehicles efficiency and the numerous factors acting on it, from that are outlined the following operating conditions: road, transport, organizational and technical. Is proposed the methodology that provides a typical theoretical model for a specific settlement as a result of processing materials from studying of real operating conditions and statistical material. According to the latter, the effectiveness of vehicles is evaluated and, according to the results for a given settlement is selected the rolling stock. The article presents the specific implementation of the proposed methodology as an example of a network of bus routes in Tbilisi city. After processing the statistical material, a histogram of the distribution of distances between stops is computed and recommendations for improving efficiency are provided.

УДК 621.9

## К ВОПРОСУ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА

Мchedlishvili Тамаз, Читаишвили Валериан, Беставашвили Давид,  
Зукакишвили Рамин, Тавадзе Александр  
(Грузинский технический университет, ул. Костава М. №77, 0175,  
Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** *Электропневмомеханические следящие приводы получили широкое распространение во многих областях техники, в частности в самолетостроении. Эти системы при адекватном моделировании требуют учета упругих свойств в передаточных механизмах силовых частей приводов, действие которых оказывают существенное влияние на динамических показателях рассматриваемых систем. В настоящей работе рассматривается задача углубленного моделирования динамики и формирования вопроса последующих исследований.*

**Ключевые слова:** электропневмомеханический привод, пневмоцилиндр, перепад давления, передаточные функции, механическая часть привода.

### ВВЕДЕНИЕ

В работах [1, 3] рассмотрены электропневмомеханические системы приводов без учета упругих свойств механической части привода. В настоящей работе рассматриваются задачи, связанные с динамическим моделированием и с последующими исследованиями, систем рулевых приводов летательных аппаратов с учетом упругих свойств рычагов управления летательной поверхностью.

Согласно работ [4, 5] с учетом упругостей силовой проводки от штока пневмоцилиндра к основанию летательного аппарата систему уравнений можно представить в виде:

$$m\ddot{y}_m = C_k(y_n - y_m) - b\dot{y}_m - c_s y_m; \quad (1)$$

$$m_n\ddot{y}_n = A_n p_g - c_k(y_n - y_m) - b_n(\dot{y}_n + \dot{y}_c); \quad (2)$$

$$m_c\ddot{y}_c = A_c p_g - c_{oc} y_c; \quad (3)$$

$$K_c \alpha - K_{cp} p_g = \frac{A_n p_0}{RT_0} (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + \frac{A_n l_0}{2RT_0} \frac{dP_g}{dt}. \quad (4)$$

Здесь:  $m$  – приведенное значение массы нагрузки;  $m_n$  – приведенное значение массы поршня пневмоцилиндра;  $m_c$  – масса пневмоцилиндра;  $c_{oc}$  – жесткость конструкции основания пневмоцилиндра;  $c_k$  – жесткость силовой проводки;  $b$  – коэффициент вязкого демпфирования рулей;  $b_n$  – коэффициент вязкого трения поршня и пневмоцилиндра;  $A_n$  и  $A_c$  – рабочие площади поршня и пневмоцилиндра;  $C_s$  – коэффициент позиционной (шарнирной) нагрузки;  $y_m$ ,  $y_n$ ,  $y_c$  – соответственно координаты перемещений нагрузки поршня и пневмоцилиндра;  $T_0$  – температура, установившаяся в полостях цилиндра при его нейтральном положении;  $p_0$  – постоянное давление воздуха в полостях пневмоцилиндра при  $\alpha = 0$ ;  $\alpha$  – угловое перемещение конца струйной трубки;  $p_0$  – перепад давления на поршне;  $R$  – газовая постоянная;  $K_G$  и  $K_{Gp}$  – аппроксимационные коэффициенты в линеаризованной нагрузочной характеристике пневмопривода;  $l_0$  – длина полостей пневмоцилиндра при его нейтральном положении.

Согласно зависимостей (1) – (3) записываем:

$$m\ddot{y}_m + b\dot{y}_m + c_k y_m + c_s y_m + c_k y_n; \quad (5)$$

$$m_n \ddot{y}_n + b_n (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + c_k y_n = A_n p_g + c_k y_m; \quad (6)$$

$$P_0 = \frac{1}{A_c} (m_c \ddot{y}_c + c_{oc} y_c). \quad (7)$$

С учетом последнего уравнения (1) – (4) преобразованием к виду:

$$m\ddot{y}_m + b\dot{y}_m + c_k y_m + c_s y_m = c_k y_n; \quad (8)$$

$$m_n \ddot{y}_n + b_n \dot{y}_n + c_k y_n = c_k y_m + \frac{A_n}{A_c} (m_c \ddot{y}_c + c_{oc} y_c); \quad (9)$$

$$K_G \alpha = \frac{A_n P_0}{RT_0} (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + \frac{K_{Gp}}{A_c} (m_c \ddot{y}_c + c_{oc} y_c) + \frac{A_n l_0}{2RT_0 A_c} (m_c \ddot{y}_c + c_{oc} \dot{y}_c), \quad (10)$$

согласно которой имеем дело с тремя уравнениями с 3-мя неизвестными

$$y_m, y_n \text{ и } y_c.$$

В преобразованной форме имеем:

$$m\ddot{y}_m + b\dot{y}_m + (c_k + c_s) y_m = c_k y_n; \quad (11)$$

$$m_n \ddot{y}_n + b_n (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + c_k y_n = c_k y_m + \frac{A_n}{A_c} m_c \ddot{y}_c + \frac{A_n b_n}{A_c} \dot{y}_c + \frac{A_n c_{oc}}{A_c} y_c; \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{A_n l_0 m_c}{2RT_0 A_c} \ddot{y}_x + \left( \frac{A_n l_0 b_n}{2RT_0 A_c} + \frac{K_G p m_c}{A_c} \right) \ddot{y}_c + \left( \frac{A_n l_0 c_{oc}}{2RT_0 A_c} + \frac{A_n p_0}{RT_0} \right) \dot{y}_c + \\ + \frac{A_n l_0 c_{oc}}{2RT_0 A_c} y_c = K_G \alpha - \frac{A_n p_0}{RT_0} \dot{y}_n. \end{aligned} \quad (13)$$

Переходя к укрупненному форме, можно записать:

$$m \ddot{y}_m + b \dot{y}_m + (c_k + c_s) y_m = c_k y_n; \quad (14)$$

$$m_n \ddot{y}_n + b_n \dot{y}_n + c_k y_n = c_k y_m + a_{2c} \ddot{y}_c + a_{1c} \dot{y}_c + a_{oc} y_c; \quad (15)$$

$$A_{c3} \ddot{y}_c + A_{c2} \dot{y}_c + A_{c1} y_c + A_{co} y_c = K_G \alpha - B_n \dot{y}_n, \quad (16)$$

где  $a_{2c} = \frac{A_n m_c}{A_c};$

$$a_{1c} = \frac{A_n b_n}{A_c};$$

$$a_{oc} = \frac{A_n c_{oc}}{A_c};$$

$$A_{c3} = \frac{A_n l_0 m_c}{2RT_0 A_c};$$

$$A_{c2} = \frac{A_n l_0 b_n}{2RT_0 A_c} + \frac{K_G p m_c}{A_0};$$

$$A_{c1} = \frac{A_n l_0 c_{oc}}{2RT_0 A_c} + \frac{A_n p_0}{RT_0};$$

$$A_{c0} = \frac{A_n l_0 c_{oc}}{2RT_0 A_2};$$

$$B_n = \frac{A_n p_0}{RT_0}.$$

Согласно второго подхода уравнения (1) – (4) записываем в виде:

$$m \ddot{y}_m + b \dot{y}_m + (c_k + c_s) y_m = c_k y_n; \quad (17)$$

$$P_0 = \frac{1}{A_n} [m \ddot{y}_n + b_n (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + c_k y_n] - \frac{C_k}{A_n} y_m; \quad (18)$$

$$m_c \ddot{y}_c + b_n \dot{y}_c + c_{oc} y_c = \frac{1}{A_n} (m \ddot{y}_n + b_k \dot{y}_n + c_k y_n) - \frac{C_k}{A_n} y_m; \quad (19)$$

$$K_{G\alpha} = \frac{K_{Gp}}{A_n} (m\ddot{y}_n + b_n\dot{y}_n + c_k y_n) - \frac{K_{Gp}c_k}{A_n} y_m + \frac{A_n l_0}{2RT_0 A_n} (m\ddot{y}_n + b_n\dot{y}_n + c_k y_n) - \frac{A_n l_0 c_k}{2RT_0 A_n} \dot{y}_m + \frac{A_n p_0}{RT_0} \dot{y}_n + \frac{A_n p_0}{RT_0} \dot{y}_c ; \quad (20)$$

$$m\ddot{y}_m + b\dot{y}_m + (c_k + c_s)y_m = c_k y_n ; \quad (21)$$

$$m_c \ddot{y}_c + b_n \dot{y}_c + c_{oc} y_c = a_{2p} \ddot{y}_n + a_{1p} \dot{y}_n + a_{op} y_n - a_{op} y_m ; \quad (22)$$

$$K_{G\alpha} - B_c \dot{y}_c + B_{mo} y_m + B_{m1} \dot{y}_n = A_{n3} \ddot{y}_n + A_{n2} \dot{y}_n + A_{p1} \dot{y}_n + A_{co} y_n , \quad (23)$$

где:  $a_{2p} = \frac{m}{A_c}$ ;

$$a_{1p} = \frac{b_n}{A_n} ;$$

$$a_{op} = \frac{c_k}{A_n} ;$$

$$A_{n3} = \frac{l_0 m}{2RT_0} ;$$

$$A_{n2} = \frac{l_0 b_n}{2RT_0} + \frac{K_{Gp} m}{A_n} ;$$

$$A_{n1} = \frac{l_0 c_k}{2RT_0} + \frac{A_n p_0}{RT_0} + \frac{K_{Gp} b_n}{A_n} ;$$

$$A_{n0} = \frac{A_{Gp} c_k}{A_n} ;$$

$$B_c = \frac{A_n p_0}{RT_0} ;$$

$$B_{mo} = \frac{K_{Gp} c_k}{A_n} ;$$

$$B_{m1} = \frac{l_0 c_k}{2RT_0} .$$

Во многих случаях пренебрегают значениями  $m_c$ ,  $m_n$  и  $b_n$  считая их малыми величинами.

В таком случае равенство (1) – (4) принимает вид:

$$c_k (y_n - y_m) = m\ddot{y}_m + b\dot{y}_m + c_s y_m ; \quad (24)$$

$$A_n p_\delta = c_k (y_n - y_m); \quad (25)$$

$$A_c P_\delta = c_{oc} y_c, \quad (26)$$

$$K_G \alpha = \frac{A_n P_0}{RT_0} (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + \frac{A_n P_0}{RT_0} \frac{dp}{dt} + K_{Gp} P_g. \quad (27)$$

При  $c_k \ll c_k$  согласно уравнения (24) [4] можем записать

$$y_n(s) = \left( \frac{m}{c_k} s^2 + \frac{b}{c_k} s + 1 \right) y_m(s). \quad (28)$$

В другом виде

$$y_n(s) = \left( \frac{m}{c_k} s^2 + \frac{b}{c_k} s + \frac{c_k + c_s}{c_k} \right) y_m(s).$$

В свою очередь пренебрегая массой пневмоцилиндра будем иметь:

$$y_c(s) = \frac{A_c}{C_{oc}} P_\delta(s). \quad (29)$$

Согласно уравнений (24) и (25) записываем:

$$A_n P_\delta = m \ddot{y}_m + b \dot{y}_m + c_s y_m,$$

откуда

$$P_\delta = \frac{1}{A_n} (m \ddot{y}_m + b \dot{y}_m + c_s y_m). \quad (30)$$

Далее с помощью равенств (29) и (24) имеем:

$$y_c = \frac{A_c}{c_{oc} A_n} (m \ddot{y}_m + b \dot{y}_m + c_s y_m); \quad (31)$$

$$Y_n = \frac{1}{c_k} [ms^2 + bs + (c_s + c_k)] y_m; \quad (32)$$

$$y_n(s) + y_c(s) = \left( \frac{m}{c_k} s^2 + \frac{b}{c_k} s + \frac{c_k + c_s}{c_k} \right) y_m + \frac{A_c}{C_{co} A_n} (ms^2 + bs + c_s) = \left( \frac{A_c}{C_{co} A_n} + \frac{1}{c_k} \right) (ms^2 + bs + c_s) y_m + y_m. \quad (33)$$

Пренебрегая величиной  $c_s$  будем иметь:

$$y_n(s) + y_c(s) = D_{nc} (ms^2 + bs) y_m + y_m. \quad (34)$$

В свою очередь

$$\dot{y}_n + \dot{y}_c = D_{nc} (ms^3 + bs^2 + c_s s) y_m + y_m s. \quad (35)$$

Далее переходим к уравнению (4):

$$K_G \alpha = \frac{A_n P_0}{RT_0} (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + K_{Gp} p_\delta + \frac{A_n l_0}{2RT_0} \frac{dp_\delta}{dt}. \quad (36)$$

Или вводя обозначения:

$$\frac{A_n P_0}{RT_0} = a_y ;$$

$$\frac{A_n P_0}{2RT_0} = a_p$$

получаем

$$K_G \alpha = a_y (\dot{y}_n + \dot{y}_c) + K_{Gp} p_\delta + a_p \frac{dp_\delta}{dt}. \quad (37)$$

В свою очередь

$$\frac{d}{dt} P_\delta(s) = \frac{1}{A_n} (ms^3 + bs^2 + c_s) y_m(s). \quad (38)$$

С учетом последнего правая часть уравнения (36) запишется так:

$$K_G \alpha = (A_{m3}s^3 + A_{m2}s^2 + A_{m1}s + A_{m0}) y_m(s), \quad (39)$$

где  $A_{m3} = D_{nc} a_y m + \frac{a_p}{A_n}$  ;

$$A_{m2} = D_{nc} a_y b + \frac{K_{Gp} m}{A_n} + \frac{a_p}{A_n} b ;$$

$$A_{m1} = D_{nc} a_y (c_s + 1) + \frac{K_{Gp} b}{A_n} + \frac{a_p}{A_n} C_s ;$$

$$A_{m0} = \frac{K_{Gp} C_s}{A_n}.$$

В таком случае укрупнено будем иметь:

$$K_G \alpha = (A_{m3}s^3 + A_{m2}s^2 + A_{m1}s + A_{m0}) y_m(s). \quad (40)$$

Далее рассматриваем обратные связи по давлению  $p_\delta$ , по скорости и по положению.

В рассматриваемых системах обратная связь осуществляются потенциометром. Так как щетка потенциометра закреплена непосредственно на штоке пневмоцилиндра, каркас с обмоткой потенциометра закреплены на пневмоцилиндре, то на выходе потенциометра имеем напряжение



$$U_{oc} = K_{oc}(y_n + y_{co}), \quad (41)$$

где  $K_{noc}$  – коэффициент передачи потенциометра.

Укрупнено зависимость (34) записываем в виде

$$y_n(s) + y_c(s) = (a_{oc2}s^2 + a_{oc1} + 1)y_m(s), \quad (42)$$

где:  $a_{oc2} = \frac{D_{nc}m}{c_k};$

$$a_{oc1} = \frac{D_{nc}b}{c_k}.$$

При учете обратной связи по скорости от  $y_n(s) + y_c(s)$ , полная обратная связь, связанная с положением и скоростью запишется так:

$$U_{ocn} = (K_{oc}s + K_{noc})(a_{oc2}s^2 + a_{oc1} + 1)y_m. \quad (43)$$

Окончательно структурную схему рассматриваемой системы представляет в виде, приведенном на рис. 1 [3]

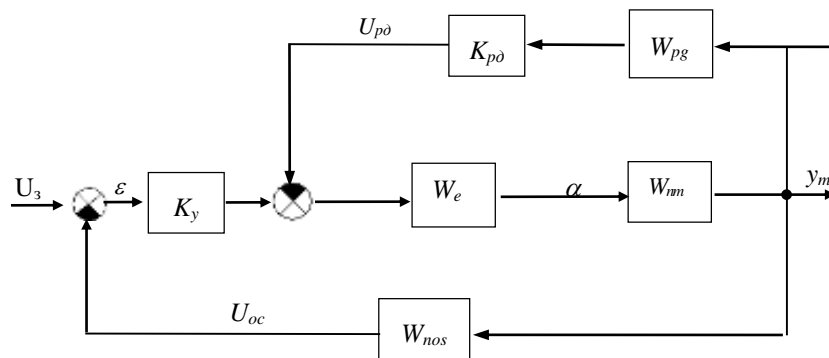


Рис. 1. Структурная схема системы

На рис. 1

$$W_e(s) = \frac{K_e}{T_e^2 s^2 + 2\varepsilon_e T_e s + 1};$$

$$W_{mn}(s) = \frac{K_G}{A_{m3}s^3 + A_{m2}s^2 + A_{m1}s + A_{m0}};$$

$$W_{p0}(s) = \frac{K_g}{T_\theta^2 s^2 + 2\varepsilon_\theta T_\theta + 1};$$

$$K_g = \frac{C_s}{A_c};$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{m}{C_s}};$$

$$\varepsilon = \frac{b}{2A_b \sqrt{\frac{m}{C_s}}}.$$

$$W_{noc}(s) = (a_{oc2}s^2 + a_{oc1}s + 1)(K_{oc}s + K_{noc}).$$

Здесь  $W_e(s)$  – передаточная функция электромеханического преобразователя, заимствованная из работы [3]:

$$K_y = \frac{i_y}{\varepsilon} - \text{коэффициент усиления электронного усилителя.}$$

Анализ полученных моделей, а также построенной многоконтурной структурной схемы (рис. 1) указывают на целесообразность построения последующих исследований на основе разработки методологии структурно-параметрического синтеза на основе использования известной теории синтеза по заданным переходным процессам [6].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе рассмотренных основных закономерностей, взаимосвязывающих отдельные координаты исследуемых систем, построены математические модели динамики с учетом упругих свойств механической части привода и в общей сформулировано направление последующих исследований.

### Литература:

1. Мchedlishvili T.F., Chitashvili V.A., Tavadze A.T., Zukaishvili R.I. К вопросу динамики электропневматического привода // Транспорт и машиностроение. Тбилиси, 2019. с.;
2. Ахромеев Ж.П., Дмитриева И.Д., Лохин В.М. и др. Приводы работотехнических систем. М.: Высшая школа, 1986. 175 с.;
3. Крымов Б.Г., Рабинович Л.В., Стеблецов В.Г. Исполнительные устройства систем управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1987. 264 с.;
4. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. М.: Машиностроение, 1987. 464 с.;

5. Проектирование следящих гидравлических приводов летательных аппаратов / А.И. Баженов, Н.С. Гамынин, В.И. Карев и др.; Под ред. Н.С. Гамынина. М.: Машиностроение, 1981. 312 с.;
6. Мchedlishvili T.F. Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси, «Технический университет», 2008. 273 с.

## **ელექტროპნევმომექანიკური მოთვალთვალე**

### **ამძრავის დინამიკის საკითხის შესახებ**

**თამაზ მჭედლიშვილი, ვალერიან ჩიტაიშვილი, დავით ბესტავაშვილი,**

**რამინ ზუკაკიშვილი, ალექსანდრე თავაძე**

#### **რეზიუმე**

ელექტროპნევმომექანიკურმა მოთვალთვალე ამძრავებმა ჰპოვეს ფართო გავრცელება ტექნიკის მრავალ სფეროში, კერძოდ, თვითმფრინავმშენებლობაში. ეს სისტემები ადეკვატური მოდელირებისას მოითხოვენ დრეკადი თვისებების გათვალისწინებას ამძრავთა ძალოვანი ნაწილების გადამცემ მექანიზმებში, რომელთა მოქმედება ახორციელებს მნიშვნელოვან ზემოქმედებას განსახილველი სისტემების დინამიკურ მაჩვენებლებზე. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება დინამიკის გაღრმავებული მოდელირების ამოცანა და შემდგომი კვლევების მიმართულების საკითხი.

## **ON ISSUE OF DYNAMICS OF ELECTRIC PNEUMATIC MECHANICAL FOLLOW-UP DRIVE**

**Tamaz Mchedlishvili, Valerian Chitaishvili, David Bestavashvili,**

**Ramin Zukakishvili, Aleksandre Tavadze**

#### **Abstract**

Electric pneumatic mechanical drive motors are widespread in many areas of technology, particularly in the field of aircraft engineering. These systems, when adequately modeled, require the consideration of elastic properties in the drive mechanisms of the actuator that have a significant impact on the dynamic performance of the systems under consideration. In the present paper is considered the problem of enhanced modeling of dynamics and the issue of further research directions.

УДК 621.9

## К ИССЛЕДОВАНИЮ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УЧЕТОМ УПРУГОСТЕЙ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Мchedlishvili Тамаз, Капанадзе Торнике, Талаквадзе Манана,

Читаишвили Валериан

(Грузинский технический университет, ул. Костава М. №77, 0175,

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** *Динамические исследования электромеханических следящих приводов сопряжены с учетом упругих свойств механических передаточных элементов, что, в свою очередь, требует дальнейшего совершенствования методов и методик их динамических исследований. В настоящей работе рассматриваются методологические подходы и исходные математические зависимости, направленные на дальнейшее совершенствование методов динамических исследований систем приводов с упругими связями в механической части.*

**Ключевые слова:** электромеханическая система, привод, передаточная функция, характеристическое уравнение, момент инерции.

### ВВЕДЕНИЕ

В предшествующих работах [1, 2] рассмотрены вопросы динамических исследований систем регулирования с абсолютно жесткими и упругими связями в механической части.

В настоящей работе для исследования систем с упругой механической частью предлагается оригинальная методология целесообразного сочетания известной теории подчиненного регулирования, используемой в приложении к системам с абсолютно жесткой механической передачей, к системам с упругой механической частью с последующим анализом колебательной составляющей в переходном процессе исследуемой системы.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 1 представлена структурная схема следящего электромеханического привода, характеризующая тем, что в структуре системы присутствуют два замкнутых



$$W_{\omega\Delta\varphi} = k_{on} + W_{\varphi i} \frac{1}{CW_{km}W_{pc}W_{pn}}, \quad (3)$$

где:

$$W_{\varphi i} = I_2 s^2 + (b_1 + b_2)s;$$

$$W_{pc} = K_{pc} \frac{1 + T_{pc}s}{T_{pc}s};$$

$$W_n = K_n; W_l = \frac{1}{I_\Sigma s^2 + b_\Sigma s};$$

$K_{pc}$  и  $T_{pc}$  – параметры ПИ – регуляторы скорости,  $W_{km}$  – передаточная функция замкнутого контура тока;  $I_\Sigma = I_1 + I_2$ ;  $b_\Sigma = b_1 + b_2$ ;  $s$  – оператор преобразований Лапласа.

Анализ показывает, что внутренний контур системы в целом представляет собой схему системы с абсолютно жестким механизмом, к которой можем применить методологии подбора параметров замкнутых контуров тока и скорости согласно известной методологии подчиненного регулирования [1, 2]. Согласно указанного передаточную функцию замкнутого контура тока представляем в виде

$$W_{kmn} \approx \frac{1}{K_m} \frac{1}{1 + 2\tau s}, \quad (4)$$

где:  $\tau$  – постоянна времени тиристорного преобразователя.

Аналогично, пренебрегая членом  $b_\Sigma s$  в передаточной функции  $W_l$  согласно теории синтеза контура скорости на симметричный оптимум, передаточную функцию замкнутого контура скорости можем рассматривать в виде

$$W_{kc}(s) = \frac{\dot{\varphi}}{U_n} = \frac{1}{K_c} \frac{1}{16\tau^2 s^2 + 4\tau s + 1}. \quad (5)$$

В таком случае передаточная функция внутреннего контура по структурной схеме (рис. 2) выразится так:

$$W_{Bk} = \frac{K_n}{a_{B3}s^3 + a_{B2}s^2 + a_{B1}s + k_{on}K_n}, \quad (6)$$

где:  $a_{B3} = 16 \frac{\tau^2}{K_c}$ ;

$$a_{B2} = 4 \frac{\tau^2}{K_c}$$

$$a_{B1} = \frac{1}{K_c}.$$

Переходим к передаточной функции всей системы

$$W_0(s) = \frac{W_{Bk} W_{\Delta\varphi} W_{I\varphi}}{1 - W_{Bk} W_{\Delta\varphi} W_{on}} = \frac{M_{o\Delta\varphi}}{N_{o\Delta\varphi}}, \quad (7)$$

где:  $W_{on}$  – передаточная функция контура обратной связи в системе, приведенной на рис.

2 и она выражается зависимостью:

$$W_{on}(s) = k_{on} + \frac{K_m(2\tau s + 1)(I_\Sigma s^2 + b_2 s)T_{pc} s}{cK_c(T_{kc} s + K_{kc})}, \quad (8)$$

в которой:

$$W_{nuc} = \frac{T_{kc} s + K_{pc}}{T_{pc} s}$$

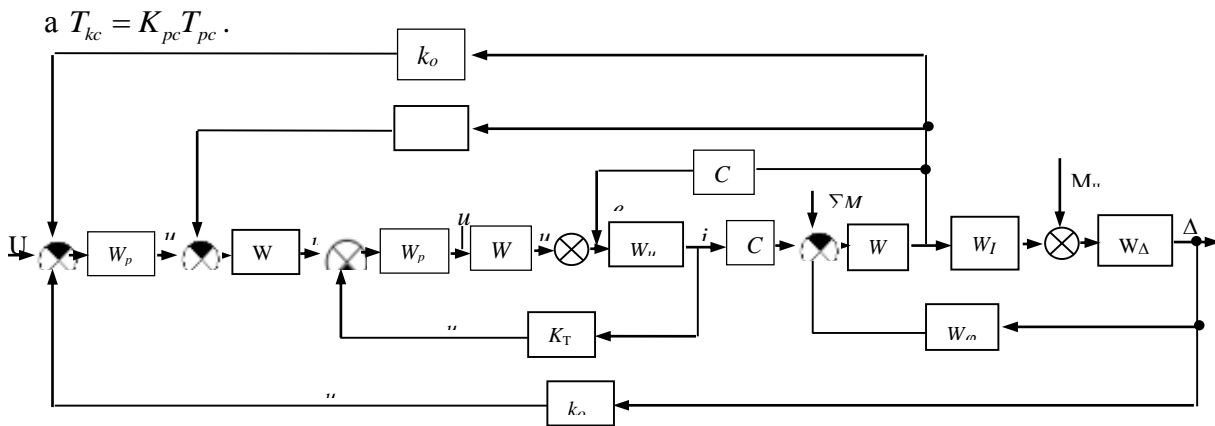


Рис. 2. Преобразованная структурная схема

После проведения определенных преобразований выражение характеристического уравнения

$$N_{o\Delta\varphi} = A_{x6} s^6 + A_{x5} s^5 + A_{x4} s^4 + A_{x3} s^3 + A_{x1} s + A_{x0}, \quad (9)$$

где коэффициенты  $A_{xi}$  являются конкретными функциями параметров исследуемой системы.

Отметим, что коэффициент усиления  $\Pi$  – регулятора положения  $K_n$  присутствует в выражениях  $A_{x0}$ ,  $A_{x1}$ ,  $A_{x2}$  и  $A_{x3}$  с помощью следующих зависимостей

$$\begin{aligned} A_{x0} &= B_{x0} K_n; \\ A_{x1} &= B_{x1} K_n - C_{x1}; \\ A_{x2} &= B_{x2} K_n + C_{x2}; \\ A_{x3} &= C_{x3} - B_{x3} K_n; \end{aligned}$$

где:  $B_{x0} = k_{on} K_{pc} c_{12}$ ;

$$B_x = k_{on} T_{kc} c_{12} + k_{on} b_{2\Sigma} K_{pc} - k_{on} b_2 K_{pc};$$

$$B_{x2} = k_{on} b_{2\Sigma} + k_{on} I_2 - b_2 T_{kc} k_{on} - I_2 K_{pc} k_{on};$$

$$C_{x2} = a_{B1} c_{12} T_{pc} + a_{b1} b_2 K_{pc} + a_{B0} c_{12} K_{pc};$$

$$C_{x3} = a_{B1} b T_{kc} + a_{B0} c_{12} T_{kc} - \frac{K_m}{c} d'_3;$$

$$B_{x3} = k_{on} I_2 T_{kc}.$$

Последующая задача – частотное исследование полученного характеристического уравнения. Для этой цели в равенстве (9) осуществляем подстановку  $s = \varepsilon + j\omega$ , где  $\varepsilon$  и  $\omega$  соответственно коэффициент затухания и частота возникающих в системе колебаний. Полученное частотное уравнений разлагаем на действительную  $U(\varepsilon, \omega)$  и мнимую  $V(\varepsilon, \omega)$ . Получаем два уравнения с искомыми  $\varepsilon$  и  $\omega$  [5].

Анализ всего вышеизложенного позволяет к вопросу исследования рассматриваемой системы осуществить следующие методологические подходы, согласно которых анализ корней характеристического уравнения внутреннего контура и соответствующих им значений  $\varepsilon$  и  $\omega$  можно судить о качественных показателях переходного процесса при определенных значениях  $K_n$  [6], а с помощью вариации  $K_n$  осуществима задача синтеза системы из условий приближения к желаемым показателям. При этом в обоих рассмотренных случаях параметры ПИ регуляторов контур тока и скорости считаем подобранными согласно известной теории подчиненного регулирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены необходимые математические зависимости, предложены оригинальные динамические модели и методологические подходы для динамического исследования рассматриваемой системы регулирования.

## Литература:

1. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1990, 304 с.
2. Михайлов О.П. М.: Динамика электромеханического привода металлорежущих станков. Машиностроение, 1969, 224 с.
3. Демиллов С.В., Авдушев С.А., Дубников А.М. и др. Электромеханические системы управления тяжелыми металлорежущими станками. М.: Машиностроение, 1986, 236 с.



4. Мchedlishvili Т.Ф., Кирия В.И., Романадзе И.Р., Голетиани Г.С. К вопросу динамика электромеханической системы привода с упругими звеньями в механической части //Сборник научных трудов международной конференции «Инновационные технологии и материалы». Тбилиси, 24-27 октября 2011. с. 80-86.
5. Хлыпало Е.И. Нелинейные системы автоматического регулирования (расчет и проектирование). Под ред. Е.П. Попова. Л.: Энергия, 1967, 450 с.
6. Mchedlishvili T., Surmava Z., Chitaishvili V., Iobadze V., Kapanadze T., Nikvashvili N. To modeling of dynamics of Electromechanical Follow-UP Systems. // Problems of Mechanics, N1(74), Tbilisi, 2019, pp. 37-42.

## ელექტრომექანიკური ამძრავის დინამიკის კვლევა დრეკადობის გათვალისწინებით მექანიკურ ნაწილში

თამაზ მჭედლიშვილი, თორნიკე კაპანაძე, მანანა თალაკვაძე

ვალერიან ჩიტაიშვილი

რეზიუმე

ელექტრომექანიკური მოთვალთვალე ამძრავთა დინამიკური კვლევები დაკავშირებულნი არიან დრეკადობის გათვალისწინებასთან სისტემის მექანიკურ გადამცემ ელემენტებში, რაც თავის მხრივ მოითხოვს დინამიკური კვლევების მეთოდების და მეთოდიკების შემდგომ სრულყოფას. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილებიან მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები, მიმართულნი მექანიკურ დრეკადკავშირებიანი ამძრავთა სისტემების შემდგომ სრულყოფისაკენ.

### RESEARCH OF DYNAMICS OF ELECTROMECHANICAL DRIVE CONSIDERING THE ELASTICITY IN THE MECHANICAL PART

Tamaz Mchedlishvili, Tornike Kapanadze, Manana Talakvadze

Valerian Chitaishvili

#### Abstract

Dynamic studies of electromechanical follow-up drives are related to the consideration of elasticity in the mechanical transmission elements of the system that in turn requires further refinement of the dynamic research methods and methodologies. In the presented paper are considered methodological approaches and initial mathematical dependencies related to the further improvement of the elastic-link drive systems.

УДК 621.9

## К СИНТЕЗУ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Мchedlishvili Тамаз, Сурмава Заза, Кобахидзе Лери,

Парунашвили Георгий

(Грузинский технический университет, ул. Костава М. №77, 0175,

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** *Динамические исследования современных быстродействующих электромеханических следящих приводов сопряжены с учетом упругих свойств механических передаточных элементов, что, в свою очередь, требует дальнейшего совершенствования методов и методик, связанных с оптимизационным параметрическим и структурным синтезом исследуемых систем. В настоящей работе рассматриваются методологические подходы и исходные математические зависимости, направленные на дальнейшее совершенствование методов динамического синтеза систем приводов с упругими связями в механической части.*

**Ключевые слова:** система регулирования, параметрический синтез, корректирующие звенья, характеристическое уравнение, желаемый процесс.

### ВВЕДЕНИЕ

В предшествующих работах [1-5] рассмотрены вопросы динамического синтеза систем приводов с упругими звеньями, Основанного на интегральном приближении регулируемых процессов к наперед заданным желаемым из условия равенства характеристических уравнений желаемых и реализуемых в системе переходных процессов.

При этом в развитии исследований, приведенных в работе [5], в настоящей работе рассматривается задача дальнейшего улучшения качественных показателей переходных процессов на основе построения процесса структурно-параметрического синтеза с использованием как параллельных, как это рассмотрено в работе [5], так и последовательных корректирующих связей.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 1 приведена одна из возможных структурных схем системы с упругими связями в механической части привода, характеризующая тем, что в структуре системы



$$W_{km}(s) = \frac{K_{\tau m}}{2\tau s + 1} = \frac{i(s)}{U_{pr}(s)},$$

где:  $K_{\tau} = \frac{1}{K_T}$ ,  $\tau$  – постоянна времени тиристорного преобразователя.

С учетом последнего и пренебрежением индукционной обратной связи передаточная функция между входной координатой контура тока  $U_{pr}(t)$  и выходной координатой при условии  $M_H = 0$  может быть записано так:

$$W_{np1}(s) = \frac{\varphi(s)}{U_{pr}(s)} = W_{KT}(s)CW_M(s), \quad (1)$$

где:

$$W_n(s) = \frac{K_n(1 + T_{pn}s)}{T_{pn}s}, \quad (2)$$

$$W_M(s) = \frac{W_{M_1}(s)W_{M_2}(s)}{1 - W_{M_1}(s)W_{M_2}(s)W_{12}(s)}, \quad (3)$$

$$W_{M_1}(s) = \frac{1}{I_1s^2 + b_{12}s + c_{12}}, \quad (4)$$

$$W_{M_2}(s) = \frac{b_{12}s + c_{12}}{I_1s^2 + b_{12}s + c_{12}}, \quad (5)$$

$$W_{21}(s) = b_{12}s + c_{12}. \quad (6)$$

Отметим, что в зависимостях [2-6]:  $I_1$  и  $I_2$  – моменты инерции,  $b_{12}$  и  $c_{12}$  – соответственно коэффициент диссипаций и жесткости, а  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – угловые координаты в двухмассовой динамической модели механической части привода;  $K_n$  и  $T_n$  – соответственно коэффициент усиления и постоянная времени ПИ-регулятора положения;  $s$  – оператор преобразований Лапласа.

С учетом вышеизложенных зависимостей имеем:

$$W_M(s) = \frac{b_{12}s + c_{12}}{a_4s^4 + a_3s^3 + a_2s^2}, \quad (7)$$

$$W_{np1}(s) = \frac{K_{\tau}C(b_{12}s + c_{12})}{A_5s^5 + A_4s^4 + A_3s^3 + A_2s^2}, \quad (8)$$

где:  $a_4 = I_1I_2$ ;

$$a_3 = b_{12}(I_1 + I_2);$$

$$a_2 = c_{12}(I_1 + I_2);$$

$$A_5 = 2\tau a_4;$$

$$A_4 = 2\pi a_3 + a_4;$$

$$A_3 = 2\pi a_2 + a_3;$$

$$A_2 = 2a_2.$$

Для решения задачи синтеза по заданным переходным процессам задаем выражение желаемого процесса  $\varphi_2(t)$ , и на его основе рассчитываем выражения желаемых координат  $i_*(t)$ ,  $\Delta\varphi_*(t)$ ,  $\dot{\varphi}_{1*}(t)$ , и с помощью последних реализуем параллельные корректирующие обратные связи.

Можем записать:

$$i_*(s) = \frac{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*}(s); \quad (9)$$

$$\Delta\varphi_*(s) = \frac{I_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*}(s), \quad (10)$$

$$\dot{\varphi}_{1*}(s) = \frac{I_2 s^2 + b_{12} s + c_{12}}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*}(s). \quad (11)$$

С использованием зависимостей (9)-(11) дополнительное корректирующее воздействие  $q(s)$ , [1], посылаемое на вход заменутой контура тока выразится зависимостью

$$g(s) = q_1(s) + q_2(s), \quad (12)$$

где:

$$g_1(s) = \left[ K_i \frac{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} + K_{\Delta\varphi} \frac{I_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} + K_{\dot{\varphi}_1} \frac{I_2 s^2 + b_{12} s + c_{12}}{b_{12} s + c_{12}} \right] \varphi_{2*}, \quad (13)$$

$$g_2(s) = K_{\dot{\varphi}_2} s \varphi_{2*}, \quad (14)$$

а  $K_i$ ,  $K_{\dot{\varphi}_1}$ ,  $K_{\Delta\varphi}$  и  $K_{\dot{\varphi}_2}$  – искомые коэффициенты параллельным корректирующих звеньев.

Запишем:

$$W_I(s) = \frac{W_{npl}}{1 + W_{n1} q_1(s)} = \frac{K_{\tau T} C(b_{12} s + c_{12})}{D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_3 s^3 + D_2 s^2 + D_1 s}; \quad (15)$$

$$\begin{aligned} W_{II}(s) &= \frac{W_I}{1 + W_I K_{\dot{\varphi}_2} s} = \frac{K_{\tau T} C(b_{12} s + c_{12})}{N_1(s)} = \\ &= \frac{K_{\tau T} C(b_{12} s + c_{12})}{(D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_3 s^3 + D_2 s^2 + D_1 s) + K_{\tau T} K_{\dot{\varphi}_2} C(b_{12} s + c_{12}) s} = \\ &= \frac{K_{\tau T}^* (b_{23} s + c_{12})}{(D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_2 s^2 + D_1 s) + K_{\tau T}^* K_{\dot{\varphi}_2} (b_{12} s + c_{12}) s}, \end{aligned} \quad (16)$$

где:  $D_5 = A_5$ ;

$$D_4 = A_4 + K_i K_{\tau T} a_4;$$

$$D_3 = A_3 + K_{\tau} (K_i a_3 + K_{\phi_1} I_2);$$

$$D_2 = A_2 + K_{\tau} (K_i a_a + K_{\Delta\phi} I_2 + K_{\phi_1} b_{12});$$

$$D_1 = K_{\tau} K_{\phi_2} C_{12};$$

Или:

$$W_{II}(s) = \frac{K_{\tau}^* (b_{23}s + c_{12})}{D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_3 s^3 + D_2^* s^2 + D_1^* s}, \quad (17)$$

где:

$$D_2^* = A_2 + K_{\tau}^* (K_i a_2 + K_{\Delta\phi} I_2 + K_{\phi_1} b_{12}) + K_{\tau}^* K_{\phi_2} b_{12}; \quad (18)$$

$$D_1 = K_{\phi_1} K_{\tau}^* c_{12} + K_{\phi_2} K_{\tau} c_{12}; \quad (19)$$

$$K_{\tau}^* = K_{\tau} C. \quad (20)$$

Теперь перейдем к передаточной функции всей системы:

$$W_0(s) = \frac{W_{II} W_{pn}}{1 + k_{oc} W_{II} W_{pn}} = \frac{M_0}{N_0}, \quad (21)$$

в которой

$$W_{II}(s)W_{pn}(s) = \frac{K_n(1+T_{pn}s)}{T_{pn}s} \cdot \frac{K_{\tau}^*(b_{12}s + c_{12})}{D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_2^* s^2 + D_1^* s} =$$

$$= \frac{K_n K_{\tau}^* (b_{12}s + c_{12})(1+T_{pn}s)}{D_{n6} s^6 + D_{n5} s^5 + D_{n4} s^4 + D_{n3} s^3 + D_{n2} s^2}. \quad (22)$$

С учетом изложенного окончательно получим

$$M_0 = K_{\tau}^* (b_{12}s + c_{12})(T_{pn} + 1) = K_{\tau}^* (b_{n2} s^2 + b_{n1} s + c_{12}); \quad (23)$$

$$N_0(s) = D_{n6} s^6 + D_{n5} s^5 + D_{n4} s^4 + D_{n3} s^3 + D_{n2} s^2 +$$

$$+ k_{oc} K_n K_{\tau}^* (b_{n2} s^2 + b_{n1} s + c_{12}) =$$

$$= D_{n6} s^6 + D_{n5} s^5 + D_{n4} s^4 + D_{n3} s^3 + D_{n2}^* s^2 + D_{n1}^* + D_{n0}^*, \quad (24)$$

где:  $D_{n6} = A_5 T_{pn}$ ;

$$D_{n5} = A_4 T_{pn} + K_c T_{pn} K_{\tau}^* a_4;$$

$$D_{n4} = A_3 T_{pn} + K_{\tau}^* T_{pn} (K_i a_3 + K_{\phi_1} I_2);$$

$$D_{n3} = A_2 T_{pn} + K_{\tau}^* T_{pn} (K_i a_2 + K_{\Delta\phi} I_2 + K_{\phi_1} I_{12}) + K_{\tau}^* T_{pn} K_{\phi_2} I_{12};$$

$$D_{n2}^* = K_{\tau}^* T_{pn} c_{12} K_{\phi_1} + k_{oc} K_n K_{\tau}^* b_{n2} + K_{\phi_2} K_{\tau}^* T_{pn};$$

$$D_{n1}^* = k_{oc} K_n K_{\tau}^* b_{n1};$$

$$D_{n0}^* = k_{oc} K_n K_{\tau}^* c_{12};$$

$$b_{n2} = b_{12} T_{pn};$$

$$b_{n1} = c_{12} T_{pn} + b_{12}.$$

Для решения задачи подбора искоемых параметров  $K_n$ ,  $T_{pn}$ ,  $K_i$ ,  $K_{\phi_1}$ ,  $K_{\Delta\phi}$  и  $K_{\psi_2}$  выбираем типовое характеристическое уравнение 6-ой степени, приведенное в работе [6]. К примеру выбираем характеристическое уравнение 6-ой степени, в которой все корни вещественные, нормированная длительность переходного процесса  $t_{H2} = 10$ ,  $A'_5 = 6,00$ ,  $A'_4 = 15,00$ ,  $A'_3 = 20,00$ ,  $A'_2 = 15,00$ ,  $A'_1 = 6,00$ .

Наше характеристическое уравнение приводим к нормированному виду:

$$N_*(s) = s^6 + A_{5*}s^5 + A_{4*}s^4 + A_{3*}s^3 + A_{2*}s^2 + A_{1*}s + A_{0*}, \quad (25)$$

где:

$$A_{5*} = [A_4 + K_i K_{\tau T}^* a_4] / A_5, \quad (26)$$

$$A_{4*} = [A_3 + K_{\tau T}^* (K_i a_3 + K_{\phi_1} I_2)] / A_5, \quad (27)$$

$$A_{3*} = [A_2 + K_{\tau T}^* (K_i a_2 + K_{\Delta\phi} I_2 + K_{\phi_1} b_{12}) + K_{\tau T}^* b_{12} K_{\psi_2}] A_5, \quad (28)$$

$$A_{2*} = \left[ K_{\tau T}^* c_{12} K_{\phi_1} + k_{\psi_2} K_{\tau T} c_{12} + k_{oc} T_{\tau T} K_n \frac{1}{T_{pn}} \right] / A_5, \quad (29)$$

$$A_{1*} = k_{oc} K_n K_{\tau T}^* b_{n1} / A_5 T_{pn}; \quad (30)$$

$$A_{0*} = k_{oc} K_n K_{\tau T}^* c_{12} / A_5 T_{pn}. \quad (31)$$

Исходя из желаемой длительности  $t_{H1}$  переходного процесса вычисляем коэффициент нормирования  $K_B$  согласно равенства

$$K_B = \frac{t_{H2}}{t_2}. \quad (32)$$

С использованием последнего значения коэффициентов в желаемом характеристическом уравнении выразятся так:

$$A_{5,жс} = K_B A'_5$$

$$A_{4,жс} = K_B^2 A'_4,$$

$$A_{3,жс} = K_B^3 A'_3,$$

$$A_{2,жс} = K_B^2 A'_2,$$

$$A_{1,жс} = K_B A'_1,$$

$$A_{0,жс} = K_B^6.$$

Искомые величины параметров обратных связей и ПИ-регулятора положения  $K_n$  и  $T_n$  определяем из равенств

$$A_4 + K_i K_{\tau T}^* a_4 = A_{5*} A_5, \quad (33)$$

$$A_3 + K_{\tau T}^* (K_i a_3 + K_{\dot{\varphi}_1} I_2) = A_{4*} A_5, \quad (34)$$

$$A_2 + K_{\tau T}^* (K_i a_3 + K_{\Delta\varphi} I_2 + K_{\dot{\varphi}_1} b_{12}) + K_{\tau T}^* b_{12} K_{\dot{\varphi}_2} = A_{3*} A_5, \quad (35)$$

$$K_{\tau T}^* c_{12} K_{\dot{\varphi}_1} + k_{\dot{\varphi}_2} K_{\tau T} c_{12} + k_{oc} K_n K_{\tau T}^* \frac{1}{T_{pn}} = A_{2*} A_5, \quad (36)$$

$$k_{oc} K_n K_{\tau T}^* b_{n1} = A_{1*} A_5 T_{pn}, \quad (37)$$

$$k_{oc} K_n K_{\tau T}^* c_{12} = A_{0*} A_5 T_{pn}. \quad (38)$$

Полученную систему равенств решаем в следующей последовательности: из равенств (37) и (38) определяем  $K_n$  и  $T_{pn}$  далее из (36)  $K_{\dot{\varphi}_2}$ , из (35) –  $K_{\Delta\varphi}$ , из (33) –  $K_i$  и из (34) –  $K_{\dot{\varphi}_1}$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены математические зависимости, с помощью которых можно осуществлять поиск синтезируемых процессов по заданному характеристическому уравнению желаемого процесса.

### Литература:

1. Мchedlishvili Т.Ф., Мchedlishvili Н.П. К вопросу оптимизационного синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам // Транспорт и машиностроение, № 1(23), Тбилиси, 2012, с. 22-28.
2. Мchedlishvili Т.Ф., Романадзе И.Р., Диасамидзе Т.А., Чхолария Н.Н. К вопросу оптимизационного синтеза электромеханических следящих приводов по заданным переходным процессам // The international scientific conference dedicated to th 90<sup>th</sup> anniversary of Georgian technical university, Tbilisi, 2012, pp. 199-204.
3. Mchedlishvili T., Diasamidze R., Iobadze V., Nakashidze N. On issue of Optimization synthesis of electromechanical Follow – up Driven with elastic Couples in mechanical Part // Problems of Mechanics, Tbilisi, N 55, 2014, pp. 101-116.
4. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1990, 304 с.
5. Mchedlishvili T., Kashibadze M., Kapanadze T., Marsagishvili L., Amkoladze Kh. To optimization synthesis of Follow – UP Drive with elastic in mechanical Part. // Proceeding Mechanics 2016, International scientific conference, pp. 105-110.
6. Яворский В.Е., Макшанов В.И., Ермолин В.П. Проектирование нелинейных следящих систем. Л.: Энергия, 1978. 208 с.



მექანიკურ ნაწილში დრეკადრგოლებიანი  
ელექტრომექანიკური ამძრავის სინთეზის საკითხები  
თამაზ მჭედლიშვილი, ზაზა სურმავა, ლერი კობახიძე,  
გიორგი პარუნაშვილი  
რეზიუმე

თანამედროვე სწრაფმოქმედი მოთვალთვალე ელექტრომექანიკური ამძრავის დინამიკური კვლევები მრავალწილად დაკავშირებულნი არიან მექანიკური გადამცემი ელემენტების დრეკადი თვისებების გათვალისწინებასთან, რაც თავის მხრივ მოითხოვს საკვლევი სისტემების პარამეტრულ და სტრუქტურულ სინთეზთან დაკავშირებული მეთოდების და მეთოდიკების შემდგომ სრულყოფას. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილებიან მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები მიმართულნი მექანიკურ ნაწილში დრეკადკავშირიანი ამძრავთა სისტემების დინამიკური სინთეზის მეთოდების შემდგომ სრულყოფასთან.

**ISSUES OF SYNTHESIS OF HAVING ELASTIC LINKS IN MECHANICAL PART  
ELECTROMECHANICAL DRIVE**

**Tamaz Mchedlishvili, Zaza Surmava, Leri Kobakhidze,  
Giorgi Parunashvili**

**Abstract**

Dynamic studies of modern high-speed electromechanical follow-up drives are largely concerned with considering the elastic properties of mechanical transmitters that in turn require further refinement of the methods and methodologies involved in the parametric and structural synthesis of systems under study. In the presented paper are considered methodological approaches and initial mathematical dependencies related to the further refinement of dynamically synthesized drive systems with elastic links in the mechanical part.

უკ 531.8

## I კლასის III რიგის მექანიზმის დაგეგმარება პროგრამა “Excel”-ის გამოყენებით

თენგიზ კახეთელიძე, კობა ილურიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ., N77, 0175,

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** განხილულია I კლასის III რიგის (ასურის მიხედვით) მექანიზმის მრუდმხარის და ბარბაცის სიგრძეებისა და მდებარეობის განსაზღვრა. ნაჩვენებია რომ ამოცანა მსგავსია ისეთი მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის დაგეგმარებისა, რომლის ცოციაც მოძრაობს გარკვეულ მრუდზე. პროგრამა “Excel”-ის გამოყენებით აგებულია მექანიზმის სხვადასხვა წერტილების ტრაექტორიები და სტილიზებული მექანიზმის სქემა.

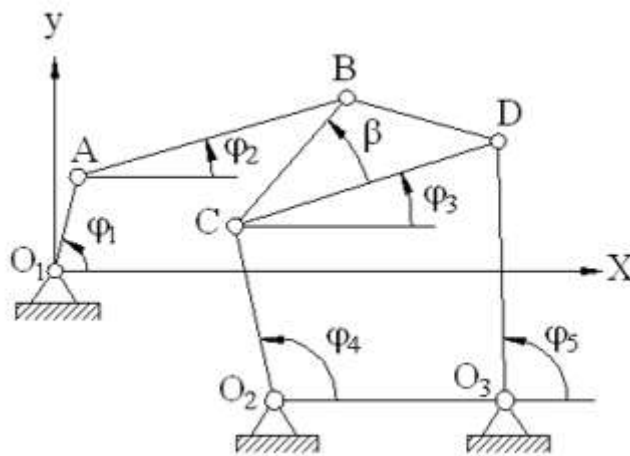
**საკვანძო სიტყვები:** ბერკეტული მექანიზმი, სამსადავიანი ჯგუფი, პროგრამა “Excel”, მრუდმხარა, ბარბაცა, მექანიზმის სტილიზებული მოდელი.

### შესავალი

I კლასის III რიგის (ასურის კლასიფიკაციის მიხედვით) ბერკეტული მექანიზმის კვლევისთვის გამოიყენება მექანიზმის რიგის დადაბლების მეთოდი, რაც მდგომარეობს წამყვანი რგოლის შეცვლაში სამსადავიანი ჯგუფის ერთ-ერთი სადავით. ამ შემთხვევაში მექანიზმის რგოლების მდებარეობათა დადგენა ხდება მეორე რიგის მექანიზმის ანალოგიურად, რაც უფრო მარტივია. ბარბაცის ბოლო წერტილის მდებარეობის მოძებნა ხდება მრუდისა და რკალის გადაკვეთის მეთოდით. კომპიუტერული პროგრამის გამოყენება საშუალებას იძლევა განხილული იქნას მექანიზმის თანმიმდევრული მრავალი მდებარეობა და გარკვეული სიზუსტით შეიძლება ამ გადაკვეთის წერტილის მოძებნა. ღაც გამოიყენება კიდევ ქვემოთ მოყვანილ ნაშრომში.

ძირითადი ნაწილი

I კლასის III რიგის (ასურის კლასიფიკაციის მიხედვით) ბერკეტული მექანიზმი წარმოდგენილია სურ.1-ზე. ასეთი მექანიზმის რგოლების მდებარეობათა განსასაზღვრავად წამყვან რგოლად მიიჩნევა არა  $O_1A$ , არამედ სხვა, მაგალითად  $O_2C$  რგოლი. წარმოვიდგინოთ, რომ  $O_1AB$  ნაწილი განვაცალკევეთ დანარჩენი მექანიზმისგან, ანუ გადავხსენით B სახსარი. ახლა უნდა მივანიჭოთ მოძრაობა ან  $O_2C$ , ან  $O_3D$  რგოლს და ავავოთ B წერტილის ტრაექტორია [1]. შემდეგ, A წერტილის გარკვეული მდებარეობის დროს B წერტილის ახალი მდებარეობის მოსაძებნად A წერტილიდან AB რადიუსით უნდა მოვკვეთოთ B წერტილის ტრაექტორია. გადაკვეთის წერტილი მოგვცემს B-ს.



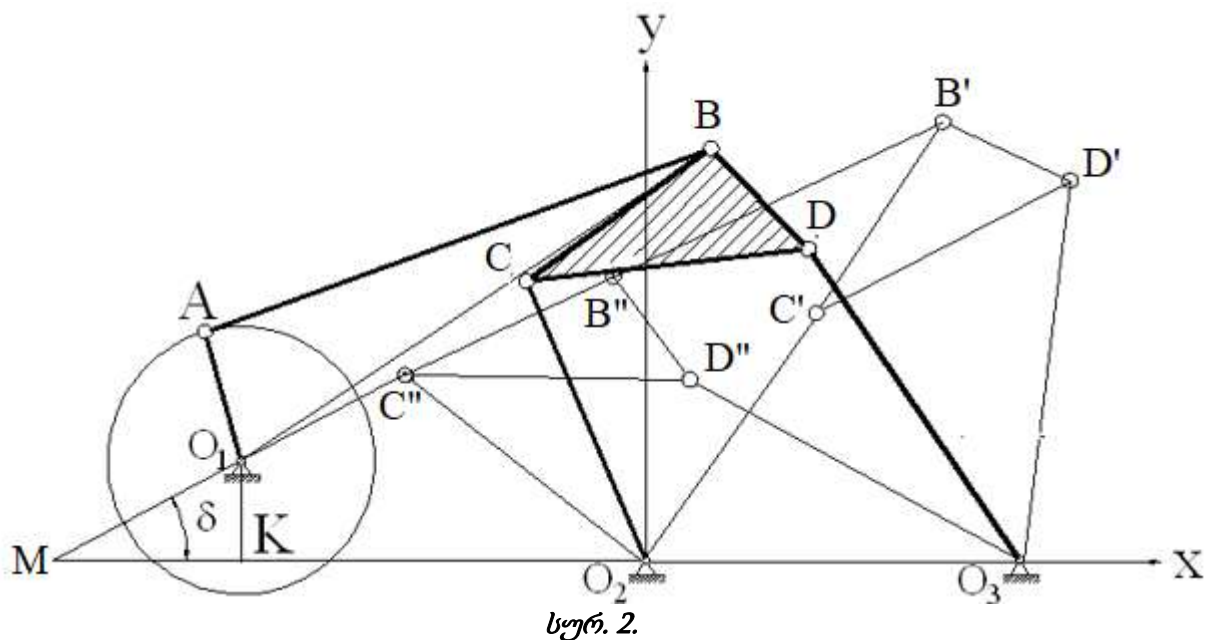
სურ.1

ამ ახალი B წერტილიდან უნდა ვავოთ  $O_2CDO_3$  მექანიზმის ახალი მდებარეობა. საბოლოოდ უნდა დავამყაროთ დამოკიდებულება  $O_1A$  რგოლის შემობრუნების კუთხესა და დანარჩენი რგოლების მდებარეობებს შორის. შევადგინოთ მექანიზმის საანგარიშო სქემა (სურ. 2). პირველ რიგში ავავოთ B წერტილის ტრაექტორია. რადგანაც BB წერტილი განეკუთვნება  $O_2CBDO_3$  მექანიზმს, კოორდინატა სისტემის სათავე ავიღოთ  $O_2$  წერტილში და წერტილების კოორდინატებიც შესაბამისად ავითვალოთ  $O_2$  წერტილში გავლებული ღერძების მიმართ. რგოლების სიგრძეები აღვნიშვნოთ:

$$L_1=O_1A, L_2=AB, L_3= BC, L_4=CD, L_5=O_2C, L_6=O_3D, L_7=O_2O_3 .$$

φ<sub>4</sub> კუთხის საწყის და საბოლოო მნიშვნელობას ვირჩევთ ჩვენ თვითონ და ვანიჭებთ მას ცვალებადობას გარკვეული ბიჯით. C, B და D წერტილების კოორდინატების გასაგებად გამოვიყენოთ ლიტერატურა [1]-ში აღწერილი მეთოდი. ამ მეთოდის თანახმად C წერტილის კოორდინატები იქნება  $X_C=L_5*(\cos \varphi_4)$ ,  $Y_C=L_5*\sin(\varphi_4)$ . D წერტილის კოორდინატების გასაგებად C წერტილი უნდა შევჯეროთ O<sub>3</sub> წერტილთან და გამოვთვალოთ მისი სიგრძე ფორმულით:

$$CO_3 = \sqrt{L_5^2 + L_7^2 - 2L_5L_7\cos(\varphi_4)}$$



სურ. 2.

CO<sub>3</sub>-ის მიერ შედგენილი კუთხე X ღერძთან  $\varphi_x=180-\arcsin(Y_C/CO_3)$ . D წერტილიდან უნდა დავუშვათ მართობი CO<sub>3</sub> ღერძზე და გამოვთვალოთ მანძილი C წერტილიდან ამ მართობამდე  $x_D=(L_4^2+CO_3^2-L_6^2)/(2CO_3)$

კუთხე CO<sub>3</sub> ღერძსა და CD -ს შორის  $\varphi_{54}=\arccos(x_D/L_4)$

კუთხე O<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> ღერძსა და DO<sub>3</sub> -ს შორის  $\varphi_{53}=\arccos((CO_3-x_D)/L_6)$

CD რგოლის მიერ შექმნილი კუთხე X-ღერძთან  $\varphi_{CD}=\varphi_x+ \varphi_{54}-180^\circ$

C წერტილის კოორდინატები:  $X_C=L_5\cos(\varphi_4)$ ,  $Y_C=L_5*\sin(\varphi_4)$ .

B წერტილის კოორდინატები:  $X_B=X_C+L_3\cos(\varphi_{CD}+\beta)$ ,  $Y_B= Y_C+ L_3\sin(\varphi_{CD}+\beta)$ .

ახლა უნდა ავირჩიოთ  $O_1$  წერტილის მდებარეობა. ის უმჯობესია ავიღოთ  $B'B''$  მონაკვეთის გაგრძელებაზე, რადგანაც ამ შემთხვევაში მივიღებთ ცენტრალური მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის მაგვარ მექანიზმს, რომელშიც გადაცემის კუთხეებს ექნებათ ოპტიმალური მნიშვნელობები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ  $O_1$  წერტილის ასეთნაირად არჩევა დამოკიდებულია  $O_1A$  მანძილის ცვალებადობის ხასიათზე, ანუ თუ ის არ იცვლება მონოტონურად, ე.ი. თანმიმდევრულად არ იზრდება, ან არ მცირდება. ეს ხდება მაშინ, თუ  $B$  წერტილის ტრაექტორიას დასაწყისში ან ბოლოში აქვს “კაუჭი”. ამ შემთხვევაში შეუძლებელია მრუდმხარის არსებობა, რადგანაც  $O_1$  წერტილის ნებისმიერად არჩევის დროს  $O_1A$  რგოლს ექნება გაჩერების და უკუსვლის პერიოდები.  $B$  წერტილის ტრაექტორიის “გასასწორებლად” უნდა ავიღოთ  $O_2C$  მხრეულის საწყისი და ბოლო მდებარეობა ისეთი, რომ  $O_1B$  მანძილის ცვალებადობა გამოვიდეს მონოტონური.  $B'B''$  ხაზის დახრილობა  $X$  ღერძის მიმართ განისაზღვრება ფორმულით:

$\delta = \arctg[(YB' - YB'') / (XB' - XB'')]$ . ამ ხაზის გადაკვეთის  $O'$  წერტილის დაშორება  $YB'$  ორდინატიდან ტოლია:  $L = YB' * \text{Tg}(\delta)$ .

$O_1$  წერტილის კოორდინატები  $O_2$  წერტილის მიმართ ავღნიშნოთ  $MK = \Delta x$  და  $KO_1 = \Delta y$  -ით,

მრუდმხარას სიგრძე იქნება  $L_1 = (O_1B' - O_1B'') / 2$ ,

ბარბაცის სიგრძე კი  $L_2 = (O_1B' + O_1B'') / 2$

$\varphi_1$  და  $\varphi_2$  კუთხეების გამოსახულების მისაღებად უნდა წარმოვიდგინოთ რომ  $A$  და  $O_1$  წერტილი შეერთებული არიან  $B$  წერტილის შესაბამის

მდებარეობასთან და განვიხილოთ  $\Delta AO_1B$ , საიდანაც

$$O_1B = \sqrt{(x_B + \nabla x)^2 + (y_B - \nabla y)^2} \quad \angle AO_1B = \arccos[(O_1B^2 + L_1^2 - L_2^2) / (2 O_1B * L_1)]$$

$O_1B$  მონაკვეთის დახრის კუთხე  $X$  ღერძის მიმართ  $\angle B O_1 X = \arcsin((x_B + \Delta x) / O_1B)$ .

წამყვანი რგოლის შემობრუნების კუთხე  $\varphi_1 = \angle B O_1 X + \angle AO_1B$  (თუ  $\angle AO_1B < 180^\circ$ )

და  $\varphi_1 = 180 + \angle AO_1B - \angle BO_1X$  (თუ  $\angle AO_1B > 180^\circ$ ). ბარბაცის დახრის კუთხე

$X$  ღერძის მიმართ  $\varphi_2 = \arcsin[(y_B - y_A) / AB]$ .

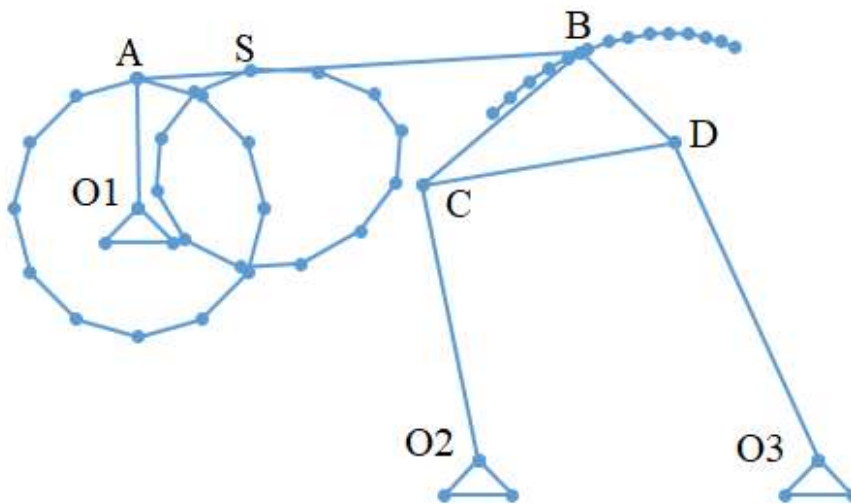
ნაშრომში მოყვანილია მაგალითი, რომელშიც რგოლების სიგრძეებია:  $L_3 = 60$ ,

$L_4=75$ ,  $L_5=80$ ,  $L_6=100$ ,  $L_7=100$ .  $O_2C$  მხრეულის მობრუნების საწყისი კუთხე  $\varphi_4=60^\circ$ , საბოლოო კუთხე  $\varphi_4=125^\circ$ .  $\beta = 30^\circ$ .  $\varphi_4$  კუთხის ცვალებადობის ბიჯი  $1^\circ$ . ზემოთ მოყვანილი ფორმულების საშუალებით დადგინდა მრუდმხარას და ბარბაცის სიგრძეები  $L_1=36,9$ ,  $L_2=144,3$ ,  $B'B''$  ხაზის დახრილობის კუთხე  $X$  ღერძის მიმართ  $\delta=14,8^\circ$  და რგოლების მობრუნების კუთხეები (სურ. 3).

$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$\varphi_5$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
75.38168	3.984929	23.86919	60	85.07488	0	0	0	0	0
105.8023	5.147752	19.31515	69	90.41859	30.42065	1.162823	-4.55404	9	5.343713
135.3547	9.317605	11.4671	86	102.4579	59.97301	5.332676	-12.4021	26	17.38303
164.955	13.92192	7.380947	102	115.2347	89.57333	9.936986	-16.4882	42	30.15981
194.24	18.48991	4.207581	114	125.456	118.8584	14.50498	-19.6616	54	40.3811
224.6356	22.70855	4.703852	122	132.5476	149.254	18.72363	-19.1653	62	47.47276
255.5401	25.68667	7.137446	125	135.2697	180.1584	21.70174	-16.7317	65	50.19484
284.2701	27.01338	10.66076	122	132.5476	208.8885	23.02845	-13.2084	62	47.47276
315.5696	26.33504	15.33131	112	123.7182	240.1879	22.35011	-8.53788	52	38.64331
345.2414	22.61704	20.56782	98	111.9411	269.8597	18.63211	-3.30137	38	26.86623
375.5709	15.98402	21.91164	82	99.45318	300.1892	11.99909	-1.95755	22	26.86623
404.2153	8.966049	22.86482	68	89.78099	328.8336	4.981119	-1.00437	8	14.3783
435.3817	3.98493	23.86919	60	85.07488	360	3.97E-07	0	0	4.706109

სურ. 3.

ამ ცხრილში  $\varphi$  აღნიშნავს რგოლების დახრის კუთხეებს  $X$  ღერძის მიმართ, ხოლო  $\alpha$  მათ ცვალებადობას, ათვლილს საწყისი მდებარეობიდან ციკლის განმავლობაში.



სურ.4.

აქვე მოყვანილია სტილიზებული მექანიზმის სქემა, რომელზეც მექანიზმის რგოლებთან ერთად ნაჩვენებია გაანგარიშების შედეგად მიღებული B წერტილისა და AB ბარბაცაზე მდებარე S წერტილის ტრაექტორიები (სურ.4).

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин. М., наука, 1975. 640с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА I КЛАССА III ПОРЯДКА С ИСПОЛЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ “Excel”

Кахетелидзе Тенгиз, Илуридзе Коба

### Резюме

Рассматривается определение длин и расположении кривошипа и шатуна механизма I класса III порядка (по Ассур). Показано, что задача похожа проектированию кривошипно-ползунного механизма, ползун которого движется по определенной кривой. С использованием программы “Excel” построены траектории разных точек механизма и стилизованная схема механизма.

## Design mechanism of class I kind III using the program "Excel"

T. Kakhetelidze, K. Iluridze

### Abstract

Determination of the length and location of the crank and coupler mechanism of the class I kind III (according to Assur) is considered. It is shown that the task is similar to the design of a crank-slider mechanism those slider moves at a certain curve. Using the Excel program, the trajectories of the different points of the mechanism and the stylized mechanism scheme are constructed.

უაკ. 656. 259. 12 - 621. 396. 2

**ვიბრაციის დონეთა შედარებითი ანალიზი  
ჩქაროსნული სარკინიგზო  
მაგისტრალებისათვის და მათი რეგისტრაციისათვის  
ბოჭკოვან-ოპტიკური ქსელის აგების  
შესაძლებლობები**

მერაბ გოცაძე, ნიკოლოზ მღებრიშვილი, თენგიზ ტაბიძე,  
ლაშა ფხაკაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ., N77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

*კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის  
საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის“  
მხარდაჭერით (გრანტის № FR – 18 – 4002)*

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მატარებელთა ჩქაროსნულ სარკინიგზო მაგისტრალზე მოძრაობისას მოძრავ შემადგენლობაზე და მგზავრებზე აღძრული ვიბრაციის დონეთა შედარებითი ანალიზი, ვიბრაციებისაგან გამოწვეული ხელშემშლელი ფაქტორები და მათი რეგისტრაციისათვის ბოჭკოვან-ოპტიკური გამზომი ქსელის აგების შესაძლებლობები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბოჭკოვან-ოპტიკური კაბელი, ჩქაროსნული მოძრაობა, ამპლიტუდური გადამწოდი, მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოება.

ჩვეულებრივი რკინიგზებისაგან განსხვავებით ჩქაროსნული რკინიგზებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების კრიტერიუმების დადგენას, რადგან მგზავრთა კომფორტულად გადაადგილებასთან ერთად იზრდება საიმედოობის მოთხოვნები.



ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედი ვიბრაციის მთავარი პრობლემაა მისი განმეორადობა და მოქმედების ხანგრძლივობა, როგორც მგზავრებზე, ისე მოსამსახურე პერსონალზე.

ადამიანზე გადაცემის ხარისხის მიხედვით ვიბრაცია შეიძლება იყოს საერთო, რომელიც გადაეცემა საყრდენი ზედაპირებით, მაგალითად მოსიარულე, დამჯდარი ან გაჩერებული ადამიანის ფეხებით, და ლოკალური, რომელიც გადაეცემა ხელების საშუალებით. აღნიშვნის ღირსია აგრეთვე თვალეებითა და ყურებით აღქმული ვიბრაციების ფსიქოლოგიური ზემოქმედება.

ცნობილია, რომ ადამიანის ორგანიზმის ვიბრაციებისადმი მგრძნობელობის სიხშირული დიაპაზონი საკმაოდ ფართოა - 0,1 ჰც-დან 1500 ჰც-მდე. ადამიანზე ვიბრაციის მავნე ზემოქმედების ხასიათი უმეტეს შემთხვევაში დამოკიდებულია სიხშირულ მდგენელზე.

მ.კაზაკევიჩის მიხედვით ადამიანის ორგანიზმზე ვიბრაციის მავნე ზემოქმედების დახასიათება მოცემულია ცხრილში 1.

*ცხრილი 1.*

ვიბრაციის ზემოქმედება	რხევის სიხშირეები, ჰც
დარწევა	0,3 – 0,8
სხეულის ძირითადი რეზონანსები	0,9-3,0; 5,0 – 8,0; 9,0 – 10,0
სუნთქვის გამძნელება	1,0 – 9,5
მავნე ზემოქმედება მხედველობაზე	0,8 – 10,0
მავნე ზემოქმედება გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე	5,0 – 10,0
ხელებისა და ფეხების კოორდინაციის გაუარესება	1,5 – 4,0
მუშაობის ხარისხის გაუარესება	0,8 – 10,0

შეგრძნების თვალსაზრისით ყველაზე უსიამოვნო ვიბროაჩქარებები შეინიშნება 4-8 ჰც სიხშირის ზოლში ვერტიკალური რხევებისა და 2 ჰც-ზე ნაკლებ

სიხშირეებზე ჰორიზონტალური რხევების შემთხვევაში. სიხშირეების ამ ზოლში აღქმის ზღურბლი შეესაბამება დაახლოებით 0,01 მ/წმ<sup>2</sup> აჩქარებას. ადამიანზე ვიბრაციის ზემოქმედება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მის ხანგრძლივობაზე. მაქსიმალურად დასაშვები ვიბრიაჩქარების სიდიდე 5 წთ-მდე ხანგრძლივობის ზემოქმედებისას რჩება უცვლელი, შემდეგ ეცემა და 4 საათის განმავლობაში 5-ჯერ მცირდება.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთ აღნიშნული კვლევის დროს განიხილებოდა მატარებლის ეკიპაჟის მხოლოდ ვერტიკალური რხევები, რადგან ასეთი რხევები უფრო მკვეთრადაა გამოხატული ჩქაროსნული მოძრაობის დეოს.

მატარებლის მგზავრებზე და მოსამსახურე პერსონალზე ვიბრაციის ზემოქმედების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მარშრუტზე და ტრასაზე არსებული ხელოვნური ნაგებობების რაოდენობაზე.

სტანდარტის თანახმად ვიბრაციის შეფასება ხდება კორექტირებული ვიბროაჩქარების საშუალო კვადრატული მნიშვნელობის მიხედვით. საუალო კვადრატული კორექტირებული ვიბროაჩქარება განისაზღვრება ფორმულით

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

სადაც  $a_w(t)$  - კორექტირებული კუთხური ვიბროაჩქარების დროითი ფუნქციაა, მ/წმ<sup>2</sup>;

$T$  - გაზომვის ხანგრძლივობა, წმ;

კომფორტის თვალსაზრისით ვიბრაციის მისაღები პარამეტრები დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, რომლებიც იცვლება ვიბრაციის ზემოქმედების პირობების შესაბამისად. ცნობილია საზოგადოებრივი ტრანსპორტის პირობებში სრული ვიბრაციის განსხვავებულ სიდიდეებზე ადამიანის შესაძლო რეაქციის მიახლოებითი მნიშვნელობები:

0,315 მ/წმ<sup>2</sup> -ზე ნაკლები - დისკომფორტი არ შეინიშნება;

0,315 -დან 0,63 მ/წმ<sup>2</sup> -მდე - დისკომფორტის მსუბუქი შეგრძნება;

0,5 -დან 1 მ/წმ<sup>2</sup> -მდე - დისკომფორტის დასაშვები შეგრძნება;

0,8 -დან 1,6 მ/წმ<sup>2</sup> -მდე - დისკომფორტის მკვეთრი შეგრძნება;

1,25 -დან 2,5 მ/წმ<sup>2</sup> -მდე - დისკომფორტის ძლიერი შეგრძნება;

2 მ/წმ<sup>2</sup> მეტი - დისკომფორტის ზღვრული ხარისხი;

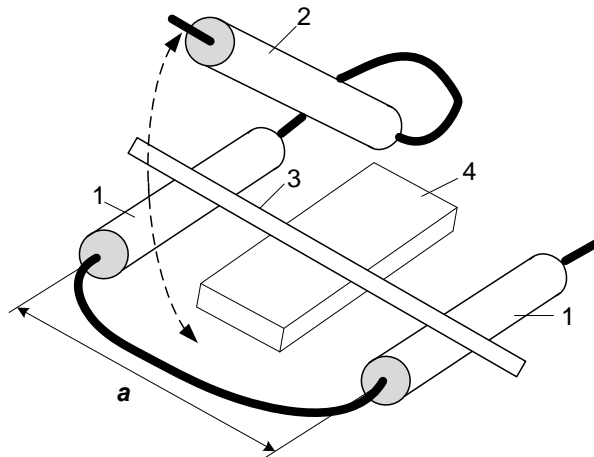
დღეისათვის ჩქაროსნული სარკინიგზო მაგისტრალების დაპროექტების ნორმატულ დოკუმენტებში სათანადოდ არ არის ასახული მგზავრებზე ვიბრაციის დინამიკური ზემოქმედების განმსაზღვრელი ფაქტორები, ამიტომ მეტად აქტუალურია ვიბრაციული მომენტების ფიქსაცია ბოჭკოვან-ოპტიკური ქსელის გამოყენებით, რათა დროულად აღიკვეთოს მგზავრებისა და მოსამსახურე პერსონალის ჯანმრთელობისათვის საშიში სიტუაციები.

ინფორმაციის შეგროვებისა და გადამუშავებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ტომოგრაფიული მეთოდები, ხოლო ტომოგრაფიული მონაცემები დავამუშავოთ ნეიროქსელური ტექნოლოგიებით.

განაწილებული ბოჭკოვან-ოპტიკური გამზომი ქსელის ასაგებად ყველაზე პერსპექტიულია კვაზიგანაწილებული ამპლიტუდური დისკრეტული ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების გამოყენება, რომელთა მოქმედება დაფუძნებულია ან გამოსხივების სიმძლავრის კარგების უშუალო რეგისტრაციაზე, ან იმპულსურ-დროით ოპტიკურ რეფლექტომეტრიაზე. ასეთი გადამწოდების გამოყენება შეზღუდულია მათი დაბალი სიზუსტისა და მგრძნობიარობის გამო, მაგრამ ნეიროქსელური ტექნოლოგიების გამოყენება უზრუნველყოფს უტყუარი ინფორმაციის მიღებას გამოსაკვლევ ობიექტის შესახებ ხელშეშლების არსებობისა და გამზომი ქსელიდან მოსული არაზუსტი მონაცემების შემთხვევაშიც, გარდა ამისა გამზომი სისტემების ინტელექტუალიზაცია საშუალებას გვაძლევს ერთ ქსელში გავაერთიანოთ სხვადასხვა ტიპის ამპლიტუდური ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები, რაც ამცირებს გამოყენებული გადამწოდების რაოდენობას.

ცნობილია, რომ ამპლიტუდური ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების მგრძნობიარობის გაზრდისათვის გამოიყენება სპეციალური მგრძნობიარე ელემენტები, რომლებიც განლაგებულია ბოჭკოვანი შუქსატარის გასწვრივ წინასწარ

განსაზღვრულ წერტილებში. ეს გადამწოდები დაფუძნებულია კვაზიგანაწილებულ გაზომვებზე და ეწოდებათ კვაზიგანაწილებული გადამწოდები. ჩვენს მიერ განხილულია მგრძნობიარე ელემენტის გამოყენების შესაძლებლობა რკინიგზის ტრანსპორტზე ვიბრაციებისა და დეფორმაციების ფიქსაციისათვის. ასეთი ელემენტის სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.



*ნახ.1. კვაზიგანაწილებული ამპლიტუდური ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდის მგრძნობიარე ელემენტი:*

*1- საყრდენი ღერო; 2 - დამწოლი ღერო; 3 - ბოჭკოვანი შუქსატარი; 4 - დრეკადი მოედანი.*

გარე ზემოქმედების შემთხვევაში დამწოლი ღერო მოლუნავს ბოჭკოვან შუქსატარს, რომელიც მოთავსებულია საყრდენ ღეროებზე, რის გამოც იცვლება ოპტიკური გამოსხივების შუქსატარში გავრცელებული სიმძლავრე.

განსახილველ გამზომ ქსელში გამოიყენება ორი ტიპის კვაზიგანაწილებული ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდი. პირველი ტიპის გადამწოდებში გამოსხივების სიმძლავრე ფიქსირდება ფოტომიმდებებით უშუალოდ შუქსატარის გამოსასვლელზე. მეორე ტიპის გადამწოდის მოქმედება დაფუძნებულია იმპულსურ-დროითი ოპტიკური რეფლექტომეტრის გამოყენებაზე. ამ შემთხვევაში არეკლილი ოპტიკური გამოსხივების სიმძლავრის კარგვები რეგისტრირდება ოპტიკური რეფლექტომეტრით.

მგრძნობიარე ელემენტის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ პირველი ტიპის გადამწოდებისათვის მგრძნობიარობა იზრდება საყრდენ ღეროებს შორის  $a$  მანძილის შემცირებით, თუმცა  $a$ -ს ზოგიერთი კრიტიკული მნიშვნელობის დროს ხდება შუქსატარის სტრუქტურის შეუქცევადი ცვლილება. კონსტრუქციის ოპტიმალური პარამეტრებია: ღეროების დიამეტრი 2მმ, ხოლო საყრდენ ღეროებს შორის მანძილი 8 მმ. მეორე ტიპის გადამწოდებისათვის საყრდენ ღეროებს შორის ოპტიმალური მანძილი შეადგენს 15 მმ-ს.

ბოჭკოვან-ოპტიკური გამზომი ქსელი შესდგება კვაზიგანაწილებული ამპლიტუდური ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების ანაწყოებისაგან, რომლებიც უშუალოდ არეგისტრირებს გამოსხივების სიმძლავრის დანაკარგებს და ერთი კვაზიგანაწილებული იმპულსურ-დროითი ოპტიკური რეფლექტომეტრული გადამწოდებისაგან. პირველი ტიპის გადამწოდები გამოიყენება მასის ობიექტზე ზემოქმედების გასაზომად, ხოლო მეორე - ზემოქმედების ადგილის განსაზღვრისათვის. მგრძნობიარე ელემენტები განლაგებულია ორივე ტიპის გადამწოდების შუქსატარებზე. კვლევების თანახმად თუ რეფლექტომეტრის სივრცითი თანხმობა 8 მეტრია, მაშინ სიგნალი ორი მეზობელი მგრძნობიარე ელემენტისაგან კარგად გასარჩევია მათ შორის 8 მეტრ მანძილზე, მაგრამ ოპტიკური სიგნალის ფორმირების თავისებურებიდან გამომდინარე ოპტიმალურ მანძილად მოჩნეულია 19 მეტრი.

გამზომი ქსელი მუშაობს შემდეგნაირად: ობიექტზე ზემოქმედებისას ადგილი აქვს ბოჭკოვანი შუქსატარების დეფორმაციას, რაც ვიბრაციითაა გამოწვეული. ბოჭკოვან შუქსატარში გავრცელებული გამოსხივების სიმძლავრის ცვლილება რეგისტრირდება პირველი ტიპის გადამწოდებში ფოტომიმლებებით, ხოლო მეორეში - რეფლექტომეტრით. ინფორმაცია მიეწოდება პერსონალურ კომპიუტერს, სადაც ინფორმაციის დამუშავების ნეიროქსელურ პრინციპებზე დაფუძნებული სპეციალური პროგრამა ანხორციელებს გამზომ ქსელში ფორმირებული მონაცემების დამუშავებას. ეს მონაცემები საკმარისია განხორციელებული ზემოქმედების მოძრაობის ტრაექტორიისა და ძალის

განსაზღვრისათვის, აგრეთვე შესაძლებელია იმ ობიექტის კლასიფიკაცია, რომელიც ზემოქმედებას ახდენს გამზომ ქსელზე.

ამრიგად, ბოჭკოვან-ოპტიკური გამზომი ქსელი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მოძრავ ობიექტზე ზემოქმედების ადგილი და ზემოქმედების ძალა, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ჩქაროსნული რკინიგზის უსაფრთხო და საიმედო ფუნქციონირების ამაღლებისათვის აუცილებელი კრიტერიუმების დადგენის თვალსაზრისით, მათ შორის ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედი ვიბრაციების მავნე ზეგავლენის პრობლემის გადაჭრისათვის.

*სამუშაო შესრულებულია საქართველოს შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის FR-18-4002 პროექტის II ეტაპზე გათვალისწინებული კვლევების ფარგლებში.*

#### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. მ. გოცაძე., ა. დუნდუა., თ. ტაბიძე., ლ. ფხაკაძე - ბოჭკოვან-ოპტიკური კაბელის მახასიათებლების ვიბრაციის ძალებზე დამოკიდებული დეფორმაციის გადამწოდების გამოყენება სარკინიგზო ინფრასტრუქტურაში // სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №2 (45), თბილისი, 2019წ. გვ. 9-18.;

2. Кульчин Ю.Н., Распределённые волоконно-оптические измерительные системы// «Физмалит», Москва, 2001г. 225 стр.;

3. Казакевич М.И, К нормированию уровня допустимых вибраций в системе «пешеход-мост» //вопросы динамики мостов и теории колебаний, Днепропетровск, 1984г. стр. 50-65.;

4. Дьяченко Л.К., Смирнов В.Н., Дудкин Е.П. Оценка уровня вибрации с точки зрения их воздействия на пассажиров поездов при движении по мостовым сооружениям на высокоскоростных железнодорожных магистралях // Современные технологии транспорту, СПб, 2017 г., стр. 33-42.;

5. Fryba L. Dynamics of Railway Bridges // Thomas Telford, London, England, 1996 y, p. 330.

## **Сравнительный анализ уровней вибрации для скоростных железнодорожных магистралей и возможности построения**

### **волокну-оптический сети для их регистрации**

**Мераб Гоцадзе, Николай Мгебришвили, Тенгиз Табидзе,**

**Лаша Фхакадзе**

#### **Резюме**

В статье рассмотрен сравнительный анализ уровней вибрации возникшей на подвижной состав и пассажиров при движении поездов на скоростных магистралах, а также решающие факторы от вибрации и возможности построения волокну-оптической измерительной сети для их регистрации.

## **Comparative Analysis of Vibration Levels for High Speed Rail Highways and Their Registration for Building Capabilities of Fiber-optic Network**

**Merab Gotsadze, Nikoloz Mgebrishvili, Tengiz Tabidze,**

**Lasha Pkhakadze**

#### **Abstract**

The article discusses the comparative analysis of vibration levels on moving staff and passengers when high speed trains travel on the main line, impending factors caused by vibrations and capacity of fiber-optic measuring network building for their registration.

უაკ. 656. 259. 12 - 621. 396. 2

**მდინარის ნაპირების წარეცხვის ან მიწის კაშხალზე  
გადადინებით გამოწვეული რღვევის საფრთხის  
შეფასების მეთოდოლოგია ერთგანზომილებიანი (1D)  
არათანაბარი ნაკადის მდგომარეობის  
განტოლებების მიხედვით**

**ხვიჩა ირემაშვილი , გიორგი ბერძენაშვილი**

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)**

**რეზიუმე:** *ნაშრომში შემოთავაზებულია ერთგანზომილებიანი (1D) არათანაბარი ნაკადის მდგომარეობის განტოლების მიხედვით ღვარცოფით გამოწვეული საფრთხის რისკების პროგნოზირებისა და შეფასების ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდებიდან ერთ-ერთი, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია შეფასდეს მცირე სიღრმეების შემთხვევაში მდინარის ნაპირის წარეცხვის ან მიწის კაშხალზე გადადინების დროს კაშხლის რღვევით გამოწვეული საფრთხე და გარემოზე ზემოქმედების რისკები.*

**საკვანძო სიტყვები:** კაშხალი, ღვარცოფი, ტალღა, წარეცხვა, რღვევა.

### **შესავალი**

მდინარის კალაპოტში თუ კაშხალი აგებულია მიწის ან სხვა ბუნებრივი მასალისაგან, მაშინ ექსტრემალური ტალღების კაშხალზე გადადინებით შექმნილმა ნაკადმა შეიძლება გამოიწვიოს ამ კაშხლის ნაწილობრივი ან მთლიანი წარეცხვა, რასაც თან სდევს ქვედა ბიეფში დამანგრეველი ღვარცოფული ნაკადის გავრცელება და კატასტროფული შედეგი: ადამიანთა მსხვერპლი, მიწის სავარგულების დატბორვა, შენობა-ნაგებობების, სატრანსპორტო, საირიგაციო და სხვა სისტემების ნგრევა.



ძირითადი ნაწილი

განვსაზღვროთ არაგანზომილებიანი დამოკიდებულება სიჩქარის დაწნევასა და ნაკადის მდგომარეობას შორის. ფორმულის

$$a = \alpha \frac{v_c^2}{2g} = \frac{A}{2B} \quad (1)$$

თანახმად მართკუთხა განიკვეთის შემთხვევაში

$$a = \alpha \frac{v_c^2}{2g} = \frac{h_c}{2} \quad (2)$$

რაც იმას ნიშნავს რომ სიჩქარის დაწნევა წარმოადგენს კრიტიკული სიღრმის ნახევარს და ნაკადის მდგომარეობის კრიტერიუმი შესაბამისად  $v_n < v_c, v_n > v_c$  მშვიდი და მძაფრი მოძრაობისათვის იქნება შემდეგი

$$\alpha \frac{v_n^2}{2g} < \frac{h_c}{2}, \quad \alpha \frac{v_n^2}{2g} > \frac{h_c}{2}$$

როდესაც  $\alpha = 1$  მივიღებთ ექვივალენტურ კრიტერიუმებს

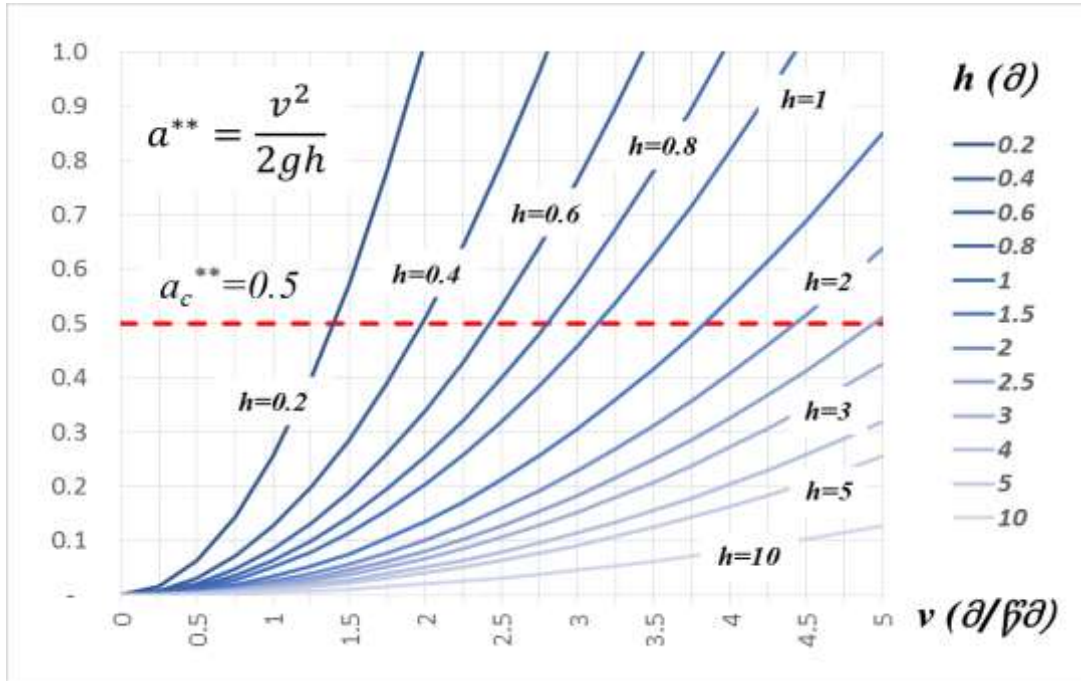
$$\begin{aligned} \frac{v_n^2}{2gh_n} = a^{**} < \frac{v_n^2}{2gh_c} < \frac{1}{2}, \quad \frac{v_n^2}{2gh_n} = a^{**} > \frac{v_n^2}{2gh_c} > \frac{1}{2} \\ \frac{v_n^2}{gh_n} = (v^{**})^2 < 1, \quad \frac{v_n^2}{gh_n} = (v^{**})^2 > 1 \end{aligned} \quad (3)$$

სადაც  $a^{**}, v^{**}$  წარმოადგენს არაგანზომილებიან პარამეტრებს ფარდობითი  $h_n$  დამყარებული სიღრმის მიმართ ნორმალურ პირობებში. ცხადია კრიტიკული მოძრაობა მყარდება  $h_n = h_c$  როდესაც  $(v^{**})^2 = 1$  ანუ  $v^{**} = 1$  ან  $a^{**} = 0.5$ . გრაფიკულად ეს დამოკიდებულება მოცემულია ნახ. 1-ზე.

ნახაზის მიხედვით ჩანს რომ მცირე სიღრმეების შემთხვევაში შესაძლებელია მივიღოთ მძაფრი მოძრაობა, რაც ზრდის ნაკადის კინეტიკურ მდგენელს და გარკვეულ პირობებში ზრდის მდინარის ნაპირების წარეცხვის ან მიწის კაშხალზე გადადინების დროს კაშხლის ნგრევის საფრთხეს.

ცხრილში (ცხრ. 1.) წარმოდგენილია ანალოგიური ანალიზური დამოკიდებულებები საანგარიშო ფორმით, რომელიც გვაჩვენებს  $a^{**}$  სიჩქარის დაწნევას სხვადასხვა  $v_n, h_n$  მიმართ და შეგვიძლია შევაფასოთ ნაკადის მდგომარეობა. ცხრილიდან ჩანს რომ შედარებით მცირე სიღრმეების შემთხვევაში

მაგალითად, თუ  $h_n = 0.5$  მ, ადგილი აქვს მძაფრ ნაკადს როცა  $v_n \geq 3.0$  მ/წმ-ს. მძაფრი ნაკადის შესაბამისი მნიშვნელობები ცხრილში მოცემულია განსხვავებული ფერით.



ნახ.1. ნაკადის მდგომარეობის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა

$a^{**} = \frac{v^2}{2gh}$		$v_n$ (მ/წმ)					
		1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
$h_n$ (მ)	0.5	0.10	0.22	0.40	0.92	1.64	2.54
	2.5	0.02	0.06	0.08	0.18	0.33	0.51
	4.0	0.012	0.028	0.05	0.12	0.21	0.32
	5.0	0.01	0.022	0.04	0.09	0.16	0.25

ცხრ.1. არათანაბარი დამყარებული ნაკადის მდგომარეობის განსაზღვრის საანგარიშო ცხრილი

ანალოგიურად, თუ დაკვირვებით მიიღება  $h_n = 2.5, v_n = 4.0$  მონაცემები, ცხრილთან შედარებით გავიგებთ რომ  $a^{**} = 0.33 < 0.5$  და მოძრაობა მშვიდია.

### დასკვნა

მდინარის ნაპირების წარცხვის ან მიწის კაშხალზე გადადინებით გამოწვეული რღვევის საფრთხის შეფასების მეთოდის ერთგანზომილებიანი (1D) არათანაბარი ნაკადის მდგომარეობის განტოლებების მიხედვით მნიშვნელოვანია პრაქტიკაში გამოყენების მიზნით, კერძოდ მთიან რაიონებში წყალსაცავებისა და კაშხლების დაგეგმვის, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და წყალსაცავების მონიტორინგის დროს, დამანგრეველი ტალღების როგორც კაშხალზე, ისე მიმდებარე გარემოზე ზემოქმედების პროგნოზირებისათვის.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. T.Gvelesiani, Kh.Iremashvili, A.Akhmedov, G.Berdzenashvili; RIVER FLOW VELOCITIES DISTRIBUTION AT THE TRANSVERSAL COST-PROTECTING STRUCTURE ZONE; V საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“; 2015წ.
2. Гвелесиани Т.Л., Бердзенашвили Г.М. Параметры потока в русле на участке его сужения. 2-ая Международная научно-техническая конференция "Современные проблемы охраны окружающей среды, архитектуры и строительства". 24-31 июля. 2012 г. Тбилиси-Кобuleти. Грузия, 2012.
3. ხ. ირემაშვილი, გ.ბერძენაშვილი, „სამთო ღრმა წყალსაცავში წყალუხვობის დროს მიწის კაშხლის წარცხვის რისკების შეფასებისა და პროგნოზირების მეთოდის“, VI საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ პროგრამა და შრომების კრებული, 22-25 სექტემბერი, 2016 წელი. გვ. 95-100.

**Методология оценки риска вызванного вымыванием берега  
реки или перетекания земляной плотины разрушения с  
помощью одномерных (1D) уравнений состояния  
неравномерного потока**

**Хвича Иремашвили, Гиორги Бердзенашвили**

**Резюме**

В работе предлагается согласно одномерного (1D) неравномерного уравнения состояния потока прогнозирования вызванных селями угроз рисков и оценки одним из предложенных нами методов, один согласно которому можно было бы классифицировать в случае небольшой глубины реки риски и воздействие на окружающую среду вызванных вымыванием берега реки или перетекания земляной плотины.

**Methodology for assessing the risk caused by wash-out of a river  
bank or overflow of an earth dam destruction dam using one-  
dimensional (1D) equations of state of uneven flow**

**Khvicha Iremashvili, Giorgi Berdzenashvili**

**Abstract**

In the paper is offered according to a one-dimensional (1D) non-uniform equation of state of the flow forecasting of risks caused by mudflows by one of the proposed by us methods, risks and assessments according to that, in the case of a shallow depth of the river, the risks and environmental impacts caused by wash-out of the riverbank or earth dam overflow.

**Методические указания для русскоязычных  
студентов к выполнению лабораторных и  
практических задач по предмету “Компьютерные  
технологии” (Часть первая)**

**Дареджан Мампория**

**(Грузинский технический университет, ул. М. Костава №77, 0175,  
Тбилиси, Грузия)**

**Резюме:** *В связи с ростом поступления русскоязычных студентов в Грузинский технический университет встал вопрос о создании методических указаний по выполнению лабораторных и практических работ по предмету “Компьютерные технологии” на русском языке. В Первой части статьи предусматриваются подробные указания по выполнению задач выполняющих в текстовом редакторе Microsoft Word. Разработаны вопросы постановки задач решаемых в Word-е, а также даются подробные описания последовательностей их решения. Начиная с описания самых простых примеров постановок задач, студент постепенно вводится в мир решения поставленных перед ним задач с помощью компьютера.*

**Ключевые слова:** File, MS Office, Сайт.

**ВВЕДЕНИЕ**

За последние годы значительно возрос контингент русскоязычных студентов поступающих в Грузинский технический университет на разные специальности. Изучение курса компьютерных технологии является обязательным предметом на всех специальностях ГТУ. Поэтому оказалось особо важным создание методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ на русском языке. В первой части представленной статьи приведены пакеты практических задач по MS WORD. Естественно в одной статье невозможно вместить огромный материал по практическим заданиям. Поэтому в первой части работы размещены в основном задачи текстового редактора – WORD. В последующих частях статьи последовательно будут публиковаться задачи как по электронным таблицам – EXCEL, а также и по всем программам,

предусмотренным по Силабусу. Каждая задача ставит перед собой определенную цель: а) постановку задачи, б) определение последовательностей операций по выполнению задачи. В завершении решения выдаются в виде заполненных таблиц. В статье приведены ссылки на сайты с целью обогащения знаний и внедрения студентам навыков способствующих самостоятельно ставить и решать задачи с применением компьютера.

### Основная часть

Приведенные в лабораторном практикуме задания составляют минимум того практического материала который должен выполнить студент для допуска на экзамен; Кроме, того для экзамена должны быть подготовлены и другие вопросы, затронутые в прочитанном в лекционном курсе.

Ниже приводятся задания, начиная с самых простых примеров, которые постепенно вводят студента в мир решения поставленных перед ним задач с помощью компьютера.

**Задание 1.** Цель работы: а) научиться выполнять операции по созданию и форматированию таблиц в документе; операции по обработке данных таблицы: сортировка, вычисление, б) научиться создавать табличную модель на основе текстового описания и реализовать ее в среде текстового редактора.

**Необходимое программное обеспечение:** установка и задание необходимых параметров программного обеспечения Windows, MS.Office.

Создать в новом документе таблицу с заданным форматированием, 2. Сохранить документ под своей фамилией, указав номер практической работы.

*Таблица 1.*

Название страны	Население млн. Чел.		Плотность чел. На кв. км		Площадь, млн. кв.км
	1971г	1989г	1971г	1989г	
Австралия и Оксания	19	26	2	3	8,5
Африка	361	628	12	21	30,3
Европа	642	701	61	67	10,5
Южная Америка	190	291	11	16	17,8
Северная и Центральная Америка	320	422	13	17	24,3
Азия	2161	3133	49	71	44,4
Весь мир	3693	5201	27	38	135,8

Последовательность выполнения:

1. Вставить таблицу используя команду Вставка-Таблица, предварительно определив количество с толбцов -6, строк-9.

Задание 2.

Таблица 2. Практическая работа «Создание таблиц в текстовом редакторе WORD»

Откройте текстовый редактор MS WORD», Создайте таблицу, состоящую из 7 Стлбцов и 7 с трок. Заполните таблицу следующим образом:

**Таблица 2.**

	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота
1	Математика	Математика	Русский язык	География	Математика	ИЗО
2		Литература	Ин. Язык	Русский язык	История	Технология
3	География	История	Биология	Литература		
4	Русский язык	ОБЖ	Математика		Информатика	Дежурный
5			Физкультура			
6						

Задание 3. Вставьте в вашу таблицу расписание звонков уроков.

**Таблица 3.**

	Расписание звонков	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота
1	8 <sup>00</sup> -8 <sup>40</sup>	Математика	Математика	Русский язык	География	Математика	ИЗО
2	8 <sup>45</sup> -9 <sup>25</sup>		Литература	Ин. Язык	Русский язык	История	Технология
3	9 <sup>35</sup> -10 <sup>15</sup>	География	История	Биология	Литература		
4	10 <sup>25</sup> -11 <sup>05</sup>	Русский язык	ОБЖ	Математика		Ин. Язык	Дежурный
5	11 <sup>15</sup> -11 <sup>55</sup>			Физкультура	Информатика		
6	12 <sup>00</sup> -12 <sup>40</sup>						

Задание 4. Составление формул

Запись математических формул любой сложности в WORD-е выполняется дополнительной программой входящей в пакет Microsoft Office- т.н. редактором формул. Для его открытия в пункте Document menu – выбирается : Insert →object → Microsoft Equation → Paste. В последствии, среди появившейся в окне многоугольниками представленной палитры с разными записями, надо найти именно тот вид который соответствует и упрощает составление формулы. Например: для записи дроби  $\frac{x}{y}$  функции для его записи открываются щелчком под ним на треугольник. На листе указывается также и место записи формулы.

Составьте формулы:  $Z = \frac{\sqrt[3]{w}}{x^2 + \sqrt{y}} + \int_{-1}^n \sqrt[3]{x + y}$

$$\beta = \sum_{k=0}^m \frac{\sin \alpha}{t} + \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n + \sin^{-1} \alpha$$

Задание 5. Составьте схему приведенную ниже:

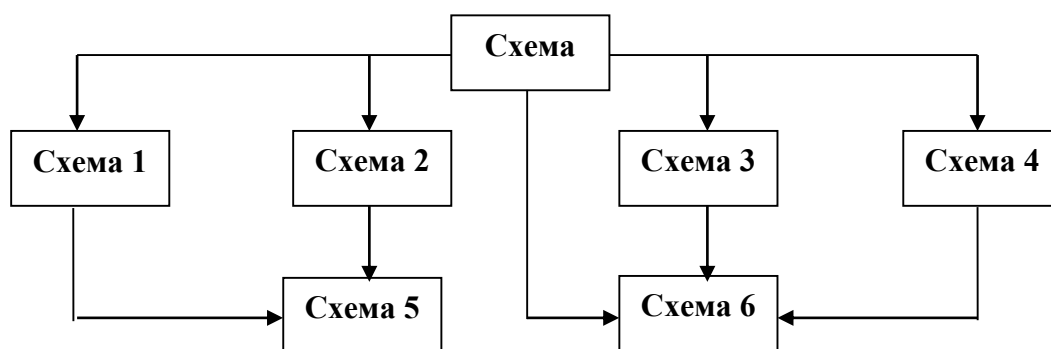


Схема 1.

Для составления любой схемы из меню Insert выбирается вставка Tech Box, которая даёт возможность выбора любого нужного варианта.

**Использованная литература:**

1. З. Цверайдзе, З. Баиашвили, М. Нижарадзе, Л. Шавердашвили, «Методические указания по практическому курсу информационных технологий»,Изд.-во. ”Технический университет”за 2006-2010гг. (на грузинском языке) ;
2. М.Ониани, Компьютерные технологии, методические указания по практическому курсу. ”,Изд.-во. ”Технический университет” за 2011г. (на грузинском языке);
3. В. Фольк. “Табличные расчеты в WORD-е; (на YouTu-Бе)



4. Екатерина Пешкова , “Создание и редактирование таблиц в WORD-e ”;(на YouTube).

## **Guidelines for Russian-speaking students to perform laboratory and practical tasks on the subject of “Computer Technology “**

**Darejan Mamporia**

### **Abstract**

In connection with the increase in the enrollment of Russian-speaking students at the Georgian Technical University, the question arose of creating guidelines for the implementation of laboratory and practical work on the subject “Computer Technologies” in Russian. The first part of the article provides detailed instructions on how to perform tasks performed by the Microsoft Word editor. The problems of setting tasks solved in Word are developed, and detailed descriptions of the sequences of their solution are also given. Starting with the description of the simplest examples of problem statements, the student is gradually introduced into the world of solving the tasks assigned to him using a computer.

## **მეთოდური მითითებები ლაბორატორიული და პრაქტიკული ამოცანების შესასრულებლად „კომპიუტერულ ტექნოლოგიებში“**

### **რუსულენოვანი სტუდენტებისათვის**

**დარეჯან მამფორია**

### **რეზიუმე**

ბოლო ხანებში, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, სხვადასხვა სპეციალობებზე განათლების მიღების რუსულენოვანი სტუდენტების მსურველთა რაოდენობის ზრდამ განაპირობა „კომპიუტერულ ტექნოლოგიებში“ ლაბორატორიული და პრაქტიკული ამოცანების შესასრულებელი მეთოდური მითითებების შექმნის აუცილებლობა რუსულ ენაზე. სტატიის პირველ ნაწილში, მოცემულია მითითებები ტექსტურ რედაქტორში “-MC-Word-ში. მარტივი ამოცანების დასმის და გადაწყვეტის თანმიმდევრობის ზუსტი აღწერებით სტუდენტი თანდათანობით ეზიარება დასმული ამოცანების გადაწყვეტის გზებს კომპიუტერის გამოყენებით.

უკ 634.36

**საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სატვირთო  
ბაგირზე ჯამური წევის ძალის განსაზღვრა  
განივგადასატან მზიდ ბაგირზე დაკიდებულ  
მდგომარეობაში მორთრევის დროს  
მალხაზ ახვლედინი, ზაურ ბალამწარაშვილი, თინათინ გოგიშვილი,  
დავით მოსულიშვილი, რამაზი ტყემალაძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)**

*რეზიუმე: დამუშავებული და შექმნილია ორმხრივი ორსაწევბაგირიანი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის გამარტივებული სქემა. ჩატარებულია საბაგრო დანადგარის სატვირთო ბაგირზე წევის ძალის საანგარიშო გამოკვლევა განივგადასატან მზიდ ბაგირზე დაკიდებულ მდგომარეობაში მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მეოთხე ოპერაციის შესრულების დროს. ტრასაზე წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილებია I-XX; XX ბოლო წერტილში ანუ საწევი ბაგირის დოლზე მიწყდომის წერტილში წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მნიშვნელობა ტოლია 639 კვტ; შერჩეულია საწევი ბაგირის კვეთის დიამეტრი 8 მმ და ჯალამბრის ელ. ძრავა 4 კვტ სიმძლავრით.*

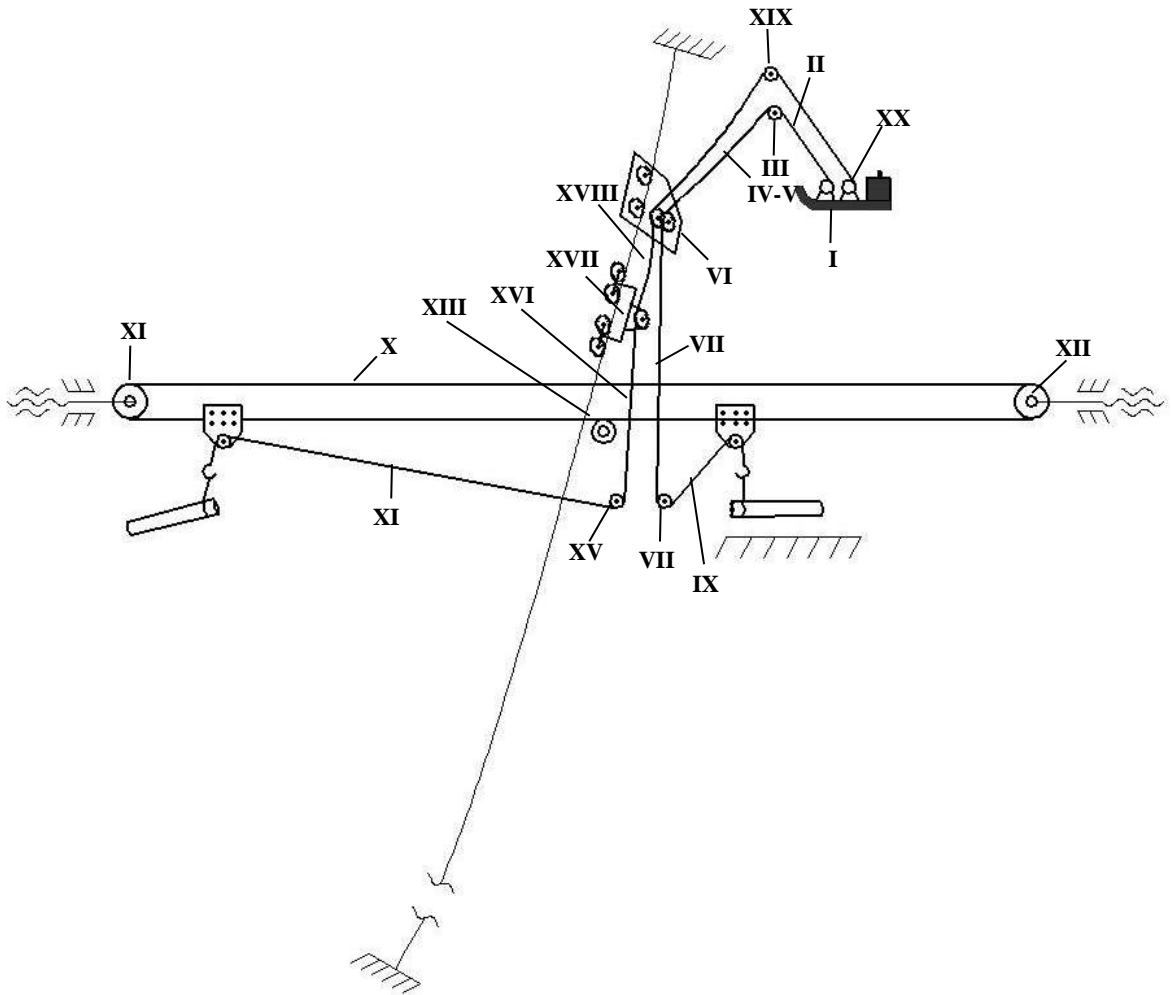
**საკვანძო სიტყვები:** საწევი ბაგირი, წევის ძალა, საბაგრო დანადგარი, მზიდი ბაგირი, საწევ-მზიდი ბაგირი.

### **შესავალი**

განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის შესაქმნელად დაპროექტების დროს ძალური ანგარიშის ჩასატარებლად ერთ-ერთ ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს დანადგარის სატვირთო ბაგირზე წევის ძალის ჯამური სიდიდის განსაზღვრა მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების მიხედვით. ნაშრომში დამუშავებული მეთოდიკის საფუძველზე ჩატარებულია ძალური ანგარიში მორის განივი მიმართულებით საბაგრო დანადგარის ძირითად ტრასამდე მორთრევის დროს.

**ძირითადი ნაწილი**

ტყესაკაფზე მორთვევის ტექნოლოგიური პროცესის მეოთხე ოპერაციას წარმოადგენს მორის მორთება-გადაადგილება განივი მიმართულების ტრასის ერთ-ერთი მხრიდან საბაგირო დანადგარის ძირითადი ტრასისაკენ, ჩაკეტილკონტურიან საწვევ-მზიდი ბაგირზე მორის მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში. ერთდროულად ავტომატურ რეჟიმში, მექანიკური წესით ხდება მეორე კაკვიანი საწვევი ბაგირის დაბრუნება ტყესაკაფზე ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის საშუალებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ამ შემთხვევაში, მორის დაძვრის მომენტში საჭიროა დაძლეული იქნას მოჭიმვის და დაძვრის, აგრეთვე უკუსვლის დოლის და დასაბრუნებელი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალები (ნახ. 1):



*ნახ. 1. ორმხრივი ორსაწვევბაგირიანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი; მორის მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში განივი მიმართულებით ტრასის ერთ-ერთი მხრიდან საბაგირო დანადგარის ძირითადი ტრასისაკენ გადაადგილების დროს წინააღმდეგობის ჯამური ძალის საანგარიშო სქემა; I-XX – წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები*

$$W_5 = W_5' + W_5'' + W_5''' ,$$

სადაც  $W_5'$  – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა, კგძ;

$W_5''$  – დასაბრუნებელი დოლის და მასზე დახვეული ბაგირის ინერციის ძალა დაძვრის მომენტში, კგძ;

$W_5'''$  – დასაბრუნებელი ბაგირის თავისუფალი ნაწილის საყრდენის გარეშე გადაადგილების ძალა, კგძ.

$$W_5'' = \frac{0,7 \cdot G_{\text{უ}} D_{\text{უ}}^2 \pi n_{\text{უ}}}{R_{\text{უ.საშ}} 4g30t} , \quad (2)$$

სადაც  $G_{\text{უ}}$  – უკუსვლის ბაგირდახვეული დოლის წონა, 510 კგძ;

$d_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის ღერძის დიამეტრი, 50 მმ;

$D_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით ტოლია

$$D_{\text{უ}} = D'_{\text{უ}} + n'_{\text{უ}} d_2 = 160 + 18 \cdot 8 = 304 \text{ მმ},$$

სადაც  $D'_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე, ბაგირის დიამეტრიდან გამომდინარე მიღებულია  $D'_{\text{უ}} = 160$  მმ;

$n'_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლზე დახვეული ბაგირის შრეების მაქსიმალური რაოდენობა, 18;

$d_2$  – უკუსვლის ბაგირის დიამეტრი, 8 მმ;

$n_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$R_{\text{უ.საშ}}$  – უკუსვლის დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 232 მ;

$t$  – უკუსვლის დოლის გაქანების დრო, რომლის განმავლობაშიც უკუსვლის ბაგირის სიჩქარე გაუტოლდება საწვეი ბაგირის სიჩქარეს 3–4 წმ;

$q$  – 1 გრძ. მ უკუსვლის ბაგირის წონა, 0,24 კგძ/მ;

$L$  – უკუსვლის ბაგირის გადაადგილების ტრასაზე წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილებს შორის ბაგირის თავისუფალი ნაწილების სიგრძე, მ.

უკუსვლის ბაგირის ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში გადაადგილების დროს, ჩაკიდულობის გათვალისწინების გარეშე, წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

ჰორიზონტალურ სიბრტყეში

$$W_5''' = qL\omega_2, \quad (3)$$

ქვევიდან ზევით დახრილ სიბრტყეში

$$W_5''' = qL(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \quad (4)$$

ზევიდან ქვევით

$$W_5''' = qL(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (5)$$

ტყის გრუნტზე უკუსვლის ბაგირის გადაადგილების დროს

$$W_5''' = qL\omega_1, \quad (6)$$

$$W_5''' = qL(\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha), \quad (7)$$

$$W_5''' = L(\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (8)$$

მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესისათვის (ნახ. 1) ვანგარიშობთ წინააღმდეგობის ძალების უკუსვლის ბაგირის დოლიდან, ე.ი. I წერტილიდან საწვევი ბაგირის დოლაძდე, ანუ მიწყლომის XX წერტილაძდე.

$$I - S_I = W_5' = jG_{\gamma} f_0 \frac{d_{\gamma}}{D_{\gamma}} = 1,2 \cdot 510 \cdot 0,15 \frac{50}{304} = 15,1 \text{ კგძ.} \quad (9)$$

II წერტილში განსაზღვრულია სატვირთო დოლსა და ანძახე დაკიდებულ ბლოკებს შორის 15 მ სიგრძის უკუსვლის ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა

$$II - S_{II} = S_I + W_{21} = S_I + qL_x (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (10)$$

$$S_{II} = 15,1 + 0,24 \cdot 15(0,1 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ = 15,1 + 3,6(0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 15,1 - 1,5 = 13,6 \text{ კგძ.}$$

III წერტილში განსაზღვრულია ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობა

$$III - S_{III} = S_{II} + W_{31} = S_{II} + S_{II} \omega_2, \quad (11)$$

$$S_{III} = 13,6 + 13,6 \cdot 0,1 = 13,6 + 1,36 = 15 \text{ კგ.}$$

IV წერტილში წინააღმდეგობის ძალა, რომელიც დაგროვილია I, II და III წერტილებში გახდება ნულის ტოლი, ვინაიდან უკუსვლის დოლი გათიშულია ტრანსმისიიდან და ბლოკებზე დაკიდებული 500 მ სიგრძის ბაგირი გამოიშლება უკუსვლის დოლიდან, დაეშვება ტყის გრუნტზე, გადალახავს 15 კგძ წინააღმდეგობის ძალას და თავისი წონა ძალით დაეშვება ფერდობზე ზევიდან ქვევით

$$IV - S_{IV} = S_{III} + W_{22} = S_{III} + qL_{IX} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (12)$$

$$S_{IV} = 15 + 0,24 \cdot 500(0,1 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) =$$

$$= 15 + 120(0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 15 + 120(-0,41) = -34 \text{ კგძ.}$$

V წერტილში ბლოკზე დაკიდებული 15 მ სიგრძის უკუსვლის ბაგირის ვერტიკალურ სიბრტყეში ქვევიდან ზევით გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა

$$V - S_V = S_{IV} + W_{23} = S_{IV} + qL_{V_{III}}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \quad (13)$$

$$S_V = 0 + 0,24 \cdot 15(\sin 90^\circ + 0,1 \cos 90^\circ) = 0 + 0,36 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ კგძ.}$$

VI წერტილში ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა

$$VI - S_{VI} = S_V + W_{32} = S_V + S_V \omega_2, \quad (14)$$

$$S_{VI} = 3,6 + 3,6 \cdot 0,1 = 3,6 + 0,36 = 3,96 \text{ კგძ.}$$

VII წერტილში განსაზღვრულია 15 მ სიგრძის უკუსვლის ბაგირის წინააღმდეგობის ძალა, ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში ვერტიკალურ სიბრტყეში ზევიდან ქვევით გადაადგილების დროს,  $\alpha = 90^\circ$

$$VII - S_{VII} = S_{VI} + W_{24} = S_{VI} + qL_{VII}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (15)$$

$$S_{VII} = 3,96 + 0,24 \cdot 15(0,1 \cos 90^\circ - \sin 90^\circ) =$$

$$= 3,96 + 3,6(-1) = 3,96 - 3,6 = 0,36 \text{ კგძ.}$$

VIII წერტილში ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$VIII - S_{VIII} = S_{VII} + W_{33} = S_{VII} + S_{VII} \omega_2, \quad (16)$$

$$S_{VIII} = 0,36 + 0,36 \cdot 0,1 = 0,36 + 0,04 = 0,40 \text{ კგძ.}$$

IX წერტილში ბლოკებზე დაკიდებული 100 მ უკუსვლის ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა დახრილ სიბრტყეში,  $\alpha = 2^\circ$

$$IX - S_{IX} = S_{VIII} + W_{25} = S_{VIII} + qL_{VI}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \quad (17)$$

$$S_{IX} = 0,40 + 0,24 \cdot 100(0,0349 + 0,1 \cdot 0,99939) = 0,40 + 3,24 = 3,64 \text{ კგძ.}$$

X წერტილში ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ტვირთის წონის და ტვირთის ინერციის ძალების გათვალისწინებით წინააღმდეგობის ძალა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\begin{aligned} X - S_X &= S_{IX} + W_{26} + W_{62} + W_{41} = \\ &= S_{IX} + (G_3 L_V + Q) \omega_3 + \frac{(q_1 L_V + Q) V_{\text{საბ}}}{gt}, \end{aligned} \quad (18)$$

$$S_X = 3,64 + (0,63 \cdot 400 + 1500) \cdot 0,01 + \frac{(0,63 \cdot 400 + 1500) 0,5}{9,81 \cdot 3} = 34,73 \text{ კგძ.}$$

სადაც  $q_1 - 1$  გრძ.მ 13 მმ კვეთის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის წონა, 0,63 კგ/მ;

$\omega_3$  - ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის გორვის საკისრებზე დასმული ბლოკების ბრუნვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,01;

$V_{საბ}$  - საწვევ ბაგირის საბოლოო სიჩქარე, 0,5 მ/წმ;

$L_V$  - ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის მაქსიმალური სიგრძე, 400 მ.

$T_{XII} - XI$  წერტილში ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის ძალა 13 მმ კვეთის დიამეტრის ბაგირისათვის მივიღოთ 2500 კგძ, რაც შეადგენს ბაგირის მაქსიმალური გამგლევი ძალის 25%-ს; აქედან გამომდინარე, მზიდი ბაგირის ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლი იქნება:

$$XI - S_{XI} = S_X + W_{34} + W_{71} + W_{81} = S_X + S_X \omega_3 + T_{XII} \omega_3 + \frac{q_1 L_V}{2}, \quad (19)$$

$$\begin{aligned} S_{XI} &= 34,73 + 34,73 \cdot 0,01 + 2500 \cdot 0,01 + \frac{0,63 \cdot 400}{2} = \\ &= 34,73 + 0,35 + 25 + 126 = 186 \text{ კგძ.} \end{aligned}$$

XII წერტილში ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$XII - S_{XII} = S_{XI} + W_{35} + W_{71} + W_{81} = S_{XI} + S_{XI} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 + \frac{q_1 L_V}{2}, \quad (20)$$

$$\begin{aligned} S_{XII} &= 186 + 186 \cdot 0,01 + 2500 \cdot 0,01 + \frac{0,63 \cdot 400}{2} = \\ &= 186 + 1,86 + 25 + 126 = 338,9 \text{ კგძ.} \end{aligned}$$

XIII წერტილში ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ქვედა შტოზე, ძალის შუა წერტილში ანბაზე დამონტაჟებული საყრდენი ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა იანგარიშება ფორმულით

$$XIII - S_{XIII} = S_{XII} + W_{36} = S_{XII} + T_{XII} \omega_3, \quad (21)$$

$$S_{XIII} = 338,9 + 2500 \cdot 0,01 = 338,9 + 25 = 363,9 \text{ კგძ.}$$

XIV წერტილში ბლოკებს შორის დაკიდებული საწვევი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა იანგარიშება ფორმულით

$$XIV - S_{XIV} = S_{XIII} + W_{27} = S_{XIII} + q_2 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (22)$$

$$S_{XIV} = 363,9 + 0,45 \cdot 100 (0,1 \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) =$$

$$= 363,9 + 45 \cdot (0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = 363,9 + 3,0 = 366,9 \text{ კგძ.}$$

სადაც  $q_2$  – ერთი გრძივი მეტრი საწვევი ბაგირის წონა, 0,45 კგძ/მ.

XV წერტილში ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია:

$$XV - S_{XV} = S_{XIV} + W_{37} = S_{XIV} + S_{XIV} \omega_2, \quad (23)$$

$$S_{XV} = 366,9 + 366,9 \cdot 0,1 = 366,9 + 36,8 = 403,6 \text{ კგძ.}$$

XVI წერტილში 15 მ სიგრძის საწვევი ბაგირის ვერტიკალურად აწვევის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$XVI - S_{XVI} = S_{XV} + W_{38} = S_{XV} + q_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \quad (24)$$

$$S_{XVI} = 403,6 + 0,45 \cdot 15 (\sin 90^\circ + 0,1 \cos 90^\circ) = 403,6 + 6,75 = 410,4 \text{ კგძ.}$$

XVII წერტილში ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$XVII - S_{XVII} = S_{XVI} + W_{39} = S_{XVI} + S_{XVI} \omega_2, \quad (25)$$

$$S_{XVII} = 410,4 + 410,4 \cdot 0,1 = 410,4 + 41,0 = 451,4 \text{ კგძ.}$$

XVIII წერტილში 500 მ სიგრძის ბლოკებზე დაკიდებული საწვევი ბაგირის  $30^\circ$ -ით დახრილ სიბრტყეში გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$XVIII - S_{XVIII} = S_{XVII} + W_{28} = S_{XVII} + q_2 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \quad (26)$$

$$\begin{aligned} S_{XVIII} &= 451,4 + 0,45 \cdot 500 (\sin 30^\circ + 0,1 \cos 30^\circ) = \\ &= 451,4 + 225(0,5 + 0,1 \cdot 0,86603) = 451,4 + 132 = 583,4 \text{ კგძ.} \end{aligned}$$

XIX წერტილში ბლოკის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა ტოლია

$$XIX - S_{XIX} = S_{XVIII} + W_{310} = S_{XVIII} + S_{XVIII} \omega_2, \quad (27)$$

$$S_{XIX} = 583,4 + 583,4 \cdot 0,1 = 583,4 + 58,3 = 641,7 \text{ კგძ.}$$

XX წერტილში საწვევი ბაგირის წინააღმდეგობის ძალა სატვირთო დოლზე მიწვდომის წერტილამდე იანგარიშება ფორმულით

$$XX - S_{XX} = S_{XIX} + W_{29} = S_{XIX} + q_2 L_1 (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (28)$$

$$\begin{aligned} S_{XX} &= 641,7 + 0,45 \cdot 15 (0,1 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ &= 641,7 + 6,75 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 641,7 - 2,77 = 639 \text{ კგძ.} \end{aligned}$$

გამგლეჯი ძალა მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის  $n = 2$  გათვალისწინებით ტოლი იქნება  $S_{XX\phi} = S_{XX} \cdot n = 639 \cdot 2 = 1278$  კგძ. ვირჩევთ 8 მმ კვეთის დიამეტრის საწვევ ბაგირს და ჯვალამბრის ელ. ძრავას 4 კვტ სიმძლავრით.



### დასკვნა

დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე ჩატარებული გამოკვლევები მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის IV ოპერაციისათვის, კერძოდ, განივი მიმართულებით განივგადასატან მზიდ ბაგირზე მორის ან შეკრულას დაკიდებულ მდგომარეობაში ძირითად ტრასამდე გადაადგილების დროს სატვირთო ბაგირზე წვეის ძალის ჯამური სიდიდის დასადგენად. შედგენილია ტყესაკაფზე საწვევი ბაგირის მოძრაობის ტრასა; დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების მოდების I-XX წერტილები; აღნიშნულ წერტილებში მოქმედი წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეკრებით მიღებული ჯამური წვეის ძალის სიდიდე – 639 კგ, რომლის მიხედვითაც შერჩეულია საწვევი ბაგირის კვეთის დიამეტრი 8 მმ და ჯალამბრის ელ. ძრავა 4 კვტ სიმძლავრით.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ზ. ბალამწარაშვილი, პ. ღუნდუა, ზ. ჩიტძე, ვ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი. ხე-ტყის დამზადებისა და ტრანსპორტირების ტექნოლოგია. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013, 186 გვ.
2. ზ. ბალამწარაშვილი, პ. ღუნდუა, ზ. ჩიტძე, ვ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი. ხე-ტყის დასამზადებელი მანქანები და მოწყობილობები. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013, 200 გვ.
3. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, პ. ღუნდუა, გ. კოკაია. ხე-ტყის დამზადების მანქანები და მოწყობილობები. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2005, 268 გვ.
4. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, რ. ტყემალაძე, ნ. ჭელიძე-ტყეშელაშვილი, დ. მოსულიშვილი, ვ. აბაიშვილი, მ. გოგოტიშვილი. ხე-ტყის ორმხრივი განივად გადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი. საქპატენტი. პატენტი GEP6291 01.07.2015.
5. Занегин Л.А., Воскобойников И.В., Еремеев Н.С. Машины и механизмы для канатной трелевки. Московский государственный университет леса, Москва. 2004, 39-67 с.
6. ზ. ბალამწარაშვილი, გ. კოკაია, ზ. ჩიტძე, რ. ტყემალაძე, ი. გელაშვილი, გ. ასანიძე. ხე-ტყის განივი საჭაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარები. „მშენებლობა“. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. თბილისი, 2008. № 2(9), 19-24 გვ.
7. Матвейко А.П., Федоренчик А.С. Технология и машины лесосечных работ. Минск УП «Технопринт» 2002.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ СИЛЫ ТЯГИ НА ТЯГОВОМ  
КАНАТЕ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ В ПОДВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ  
ПОПЕРЕЧНО ПЕРЕНОСНЫМ ТЯГОВО-НЕСУЩИМ КАНАТОМ  
КАНАТНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ УСТАНОВКИ**

**Малхаз Ахвледиани, Заур Балабцарашвили, Тинатин Гогишвили,  
Давид Мосулишвили, Рамази Ткемаладзе**

**Резюме**

Разработана и создана упрощенная схема двусторонней дутьягового канатной поперечно переносной канатной трелечной установки. Проведено расчетное исследование суммарной силы тяги на грузовом канате канатной трелевочной установки при трелевке в подвешенном состоянии поперечно переносным тяговым канатом во время выполнения четвертой операции технологического процесса трелевки. Точки приложения сил сопротивления I-XX; в XX последней точке т.е. в точке нахлеста тягового каната на барабан суммарная сила сопротивления равна 639 кгс, подобран диаметр сечения тягового каната 8 мм и электродвигатель лебедки 4 кВт.

**Determination of the total traction force on a traction  
rope during skidding in a suspended state by a transversely-  
movable running skyline system of a cable skidder**

**Malkhaz Akhvlediani, Zaur Balamtsarashvili, Tinatin Gogishvili,  
David Mosulishvili, Ramazi Tkemaladze**

**Abstract**

A simplified scheme of a two-way transversely-movable running cable skidding system with two traction ropes has been developed and created. A calculated study of the total traction force on the cargo cable of the cable skidding system during in suspension state with a transverse-portable traction rope during the fourth operation of the process of skidding has been carried out. The drag centers I-XX; in the last XX point, i.e. at the overlap point to the traction rope on the drum, the total resistance force is equal to 639 kgf, the diameter of traction rope – 8 mm and the electric motor of the winch – 4 kW are selected.

უაკ 656.212.3

**ლოკომოტივის მწარმოებლურობის ამაღლება  
საქართველოს რკინიგზის მთავარ მაგისტრალზე  
ვაგონნაკადების შემჭიდროებული გატარებით**

**პეტრე ქენჭაძე, გრიგოლ თელია, დავით მაზანაშვილი,  
ალექსი ნიკოლაიშვილი**

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)**

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო ლოკომოტივის მწარმოებლურობის ამაღლების შესაძლებლობები; მოყვანილია ვაგონნაკადების შემჭიდროვების თანამედროვე მეთოდები; გაანალიზებულია მათი გამოყენების მიზანშეწონილობა ლოკომოტივის მწარმოებლურობის ამაღლების კუთხით; დასაბუთებულია აღნიშნული მეთოდების შერჩევის კრიტერიუმები.

**საკვანძო სიტყვები:** ვაგონნაკადების შემჭიდროვება, პაკეტური გრაფიკი, შეერთებული მატარებლები, ხაზის გამტარუნარიანობა, ლოკომოტივის მწარმოებლურობა.

**შესავალი**

საქართველოს დამოუკიდებელ ქვეყნად ჩამოყალიბების შემდეგ საქართველო გადაიქცა დამაკავშირებელ ქვეყნად ევროპასა და აზიას შორის; მის ტერიტორიაზე გადის “ტრასეკას” სახელის მქონე საერთაშორისო სატრანსპორტო დერ-ეფანი. შესაბამისად საქართველოს რკინიგზა ჩიხობრივი გზიდან გადაიქცა სატრანზიტო გზად. დღეისათვის საქართველოს რკინიგზაზე გადაზიდული ტვირთების დაახლოებით 90% სატრანზიტოა [1]. ეს ნიშნავს, რომ მეტი უნდა იყოს ლოკომოტივის მოძრაობაში ყოფნის დრო, ანუ მაქსიმალური უნდა იყოს მისი მწარმოებლურობა. ლოკომოტივების მწარმოებლურობის გაზრდა შესაძლებელია სხვადასვა მეთოდითა და საშუალებით, მათ შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ვაგონნაკადების შემჭიდროებულ გატარებას.

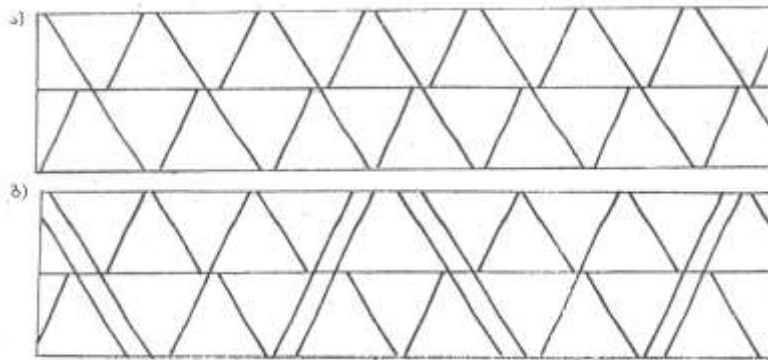
**ძირითადი ნაწილი**

ვაგონნაკადების შემჭიდროვება (გამსხვილება) თანამედროვე პირობებში შე-

საძლებელია ორი ფორმით: მატარებელთშორის ინტერვალის შემცირებითა და უშუალოდ მათი გაერთიანებით, ანუ ორი მატარებლის შეერთებით. მატარებელთშორის ინტერვალის შემცირება, ეს პაკეტური გრაფიკია ავტობლოკირებით ან დისპეტჩერული ცენტრალიზაციით აღჭურვილ (ერთლიანდაგიან) უბნებზე. რეალურ პირობებში შესაძლებელია მხოლოდ ნაწილობრივ პაკეტური გრაფიკის განხორციელება, რომელიც ხასიათდება სიდიდით, - პაკეტურობის კოეფიციენტი ( $\alpha_{პკ}$ ), ანუ პაკეტში გატარებული მატარებლების რაოდენობის ( $n_{პკ}$ ) ფარდობით მატარებლების მთლიან რაოდენობასთან ( $n_{მთ}$ ):

$$\alpha_{პკ} = \frac{n_{პკ}}{n_{მთ}}; \quad (1)$$

ნახ. 1-ზე მოყვანილია ერთლიანდაგიან უბანზე მატარებელთა ჩვეულებრივი და ნაწილობრივ პაკეტური გრაფიკით მოძრაობის ვარიანტები. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ჩვეულებრივი ერთლიანდაგიანი გრაფიკიდან ნაწილობრივ პაკეტურ გრა-

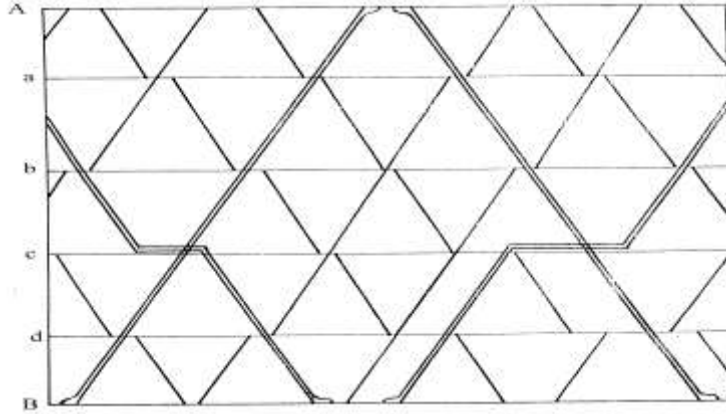


**ნახ. 1. მატარებელთა მოძრაობა ჩვეულებრივი ერთლიანდაგიანი პარალელური დაწყვილებული გრაფიკისა (ა) და ნაწილობრივ პაკეტური გრაფიკის (ბ) პირობებში**

ფიკზე გადასვლამ ( $\alpha_{პკ} = 4/9=0,44$ ) გამოიწვია გამტარუნარიანობის გაზრდა ერთი და იგივე დროის პირობებში 2 წყვილი მატარებლით, 7-დან 9-მდე. მართალია ამ შემთხვევაში გაიზარდა ხაზის გამტარუნარიანობა, მაგრამ გადასაზიდი ტვირთების ფიქსირებული სიდიდის პირობებში, ანუ როცა საორიენტაციო გადაზიდვისუნარიანობა ცნობილია წინასწარ, პაკეტური გრაფიკი გარდა აღნიშნულისა, იწვევს მატარებლის საშუალო წონის უმნიშვნელო გაზრდას; შესაბამისად ლოკომოტივის მწარმოებლურობის ნაზრდიც უმნიშვნელოა.

თუ პაკეტში მოძრავ ორ მატარებელს შორის ინტერვალს დავიყვანთ აბსოლუ-

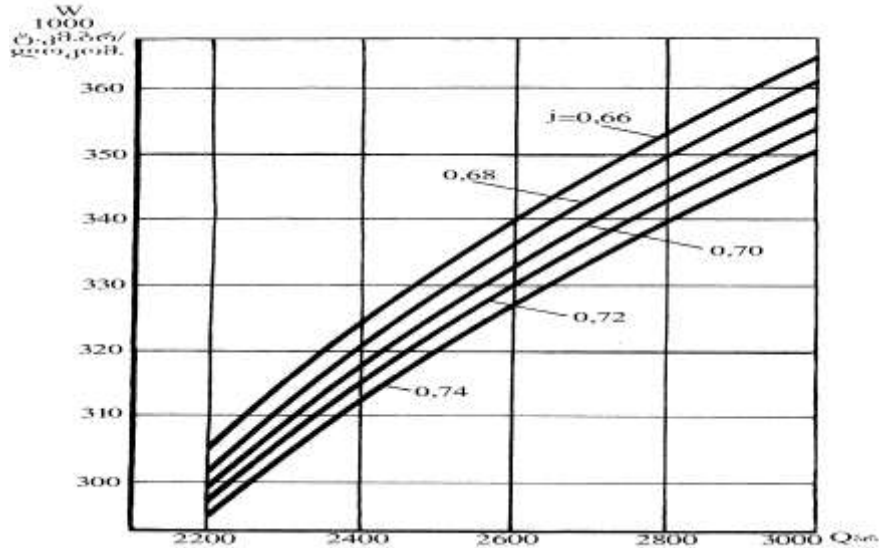
ტურ მინიმუმამდე, ანუ 1 წთ-მდე, მაშინ პაკეტის მაგივრად მივიღებთ შეერთებულ (ორი მატარებლის გაერთიანებით) მატარებელს, რომელშიც მატარებელთშორის ინტერვალი იქნება აღებული მატარებლის სიმეტრიის ღემებს შორის. შეერთებული მატარებლების მოძრაობის გრაფიკის ვარიანტი ნაჩვენებია ნახ 2-ზე.



ნახ. 2. ერთლიანდაგიან უბანზე შეერთებული მატარებლების მოძრაობის გრაფიკის ერთ-ერთი ვარიანტი

შეერთებული მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაცია ლოკომოტივის მწარმოებლურობის გაზრდის კონტექსტში გვევლინება ერთ-ერთ ეფექტურ ღონისძიებად. დადგენილია, რომ შეერთებული მატარებლების გასატარებლად 9-10-ჯერ ნაკლები კაპიტალდაბანდებაა საჭირო, ვიდრე ამავე ხაზის ავტობლოკირებით აღჭურვისათვის [2], მაგრამ რამდენადაც მატარებლის მასის გაზრდის ეს მეთოდი გამოირჩევა თავისი სიიფით, იმდენად რთულია მისი განხორციელება სხვადა-სხვა სახის შეზღუდვების გამო. ეს შეზღუდვებია: რკინიგზის ხაზის პროფილი, რომელმაც შეიძლება სამუხრუჭე ძალების ურთიერთსაწინააღმდეგო დინამიკური ქმედება გამოიწვიოს; ტექნიკურ სადგურებში შესვლის წინ მატარებელთა განცალკევების აუცილებლობა, ან სასადგურო ლიანდაგის დაგრძელება გაორმაგებული მატარებლის მისაღებად; ლოკომოტივების განლაგება მატარებელში, სამუხრუჭე მაგისტრალში გაზოდინამიკური პროცესების მოქმედებიდან გამომდინარე; შეერთებული მატარებლების მოძრაობა მხოლოდ დღისით, დღის ნათელ პერიოდში; საანგარიშო ქანობის მნიშვნელობა არა უმეტეს 12 ‰-ისა; ტემპერატურის დასაშვები დიაპაზონი  $-30^{\circ}+40^{\circ}\text{C}$ ; სხვადასხვა კატეგორიის მატარებლების შეერთების აკრძალვა [2]. როგორც ჩანს შეზღუდვები ბევრია, მაგრამ შეერთებული მატარებ-

ლების მოძრაობით მიღებული ეფექტი კომპენსირებას უწევს ამ შეზღუდვებს. ნახ. 3-ზე მოყვანილია ლოკომოტივის მწარმოებლურობის დამოკიდებულება მატარებლის წონაზე.



ნახ. 3. სატვირთო ლოკომოტივის მწარმოებლურობის დამოკიდებულება მატარებლის ბრუტოწონაზე.  $j$  – რკინიგზის ხაზის (უბნის) არაიდენტურობის კოეფიციენტი

როგორც ნახ. 3-დან ჩანს, მატარებლის ბრუტოწონის გაზრდით ლოკომოტივის მწარმოებლურობა ყველა შემთხვევაში იზრდება, ხოლო  $j$  სიდიდის გაზრდით, - მცირდება.  $j$  სიდიდის გაზრდა ნიშნავს მოძრაობის გრაფიკის პერიოდის გაზრდას, რაც იწვევს გამტარუნარიანობის შემცირებას, ანუ წლის განმავლობაში გეგმიურზე ნაკლები მატარებლების რიცხვის გატარებას და შესაბამისად, ლოკომოტივის მწარმოებლურობის შემცირებას. ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს რკინიგზის ცენტრალური მიმართულების სამ უბანზე, თბილისი-ხაშური, ზესტაფონი-სამტრედია და სამტრედია-ფოთი, ვაგონნაკადების შემჭიდროებული გატარება შეერთებული მატარებლების სახით, როგორც ლოკომოტივის მწარმოებლურობის გაზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რეზერვი, შესაძლებელია.

### დასკვნა

ამრიგად, როგორც ზემოთ მოყვანილმა ანალიზმა გვიჩვენა, საქართველოს რკინიგზის ექსპლუატაციის დღევანდელ პირობებში სატვირთო ლოკომოტივის

მწარმოებლურობის გაზრდის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან რეზერვად შეიძლება ჩაითვალოს ვაგონაკადების შემჭიდროებული გატარება შეერთებული მატარებლების სახით. მატარებლის წონის ზრდის 200 ტ-იან დიაპაზონში, ლოკომოტივის მწარმოებლურობის ნაზრდი საშუალოდ შეადგენს 15000 ტ.კმ.ბრუტოს, ხოლო დაყვანილ მწარმოებლურობას ანუ 1 ტ ნაზრდს შეესაბამება 75 ტ.კმ ბრუტო. გაანგარიშებებით ასევე დადგინდა, რომ საქართველოს რკინიგზის მთავარი მაგისტრალის ცალკეულ უბნებზე (თბილისი-ხაშური, ზესტაფონი-სამტრედია და სამტრედია-ფოთი) დღეღამეში თუნდაც ერთი შეერთებული მატარებლის გატარება, ქსელის მასშტაბით მატარებლის საშუალო მასის მნიშვნელობას ზრდის 121,4 ტ-ით, ხოლო ლოკომოტივის მწარმოებლურობას - 21448,18 ერთეულით;

#### გამოყენებული ლიტერატურა

1. Г. Леиашвили, М. Арчвадзе и др. Пути повышения конкурентоспособности транспортного коридора ТРАСЕКА при перевозке нефти каспия. Варшава, бюллетень ОСЖД №4-5, 2002, стр. 19-20;
2. Павловский И.Г., Перминов А.С., Чернюгов А.Д. Организация движения соединенных поездов. Москва, изд. «Транспорт», 1977. - 128 с.

### **Повышение производительности локомотива на главном магистрале Грузинской железной дороги при уплотненном пропуске вагонопотоков**

**Кенкадзе Петре, Телия Григол, Мазанашвили Давид,  
Николаишвили Алекси**

#### **Резюме**

В статье рассматриваются возможности повышения производительности локомотива на Грузинской железной дороге; приведены современные методы уплотнения вагонопотоков; проанализированы целесообразности их применения с точки зрения повышения производительности локомотива; обоснованы критерии выбора указанных методов.

#### **IMPROVEMENT OF LOCOMOTIVE CAPABILITIES ON GEORGIA RAILWAY TRUNKWAY BY CONCENTRATION OF CARRIAGES FLOW**

**Petre kenkadze, Grigol Telia, David Mazanashvili, Aleksni nikolaishvili**

#### **Abstract**

In the article are considered the possibilities of improvement of capabilities of freight locomotives on Georgian Railways discussed; are stated contemporary methods of carriages flow concentration; are analyzed the advisability of their application in improvement of locomotive's efficiency; are justified the criteria for selecting these methods.

უკ 656.212.5

## რკინიგზის ტექნიკური სადგურების მუშაობის ინტენსიფიკაცია ოლეგ ბიჭიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. № 77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

*რეზიუმე: სტატიაში განხილულია და გამოკვლეულია რკინიგზის ტექნიკური სადგურების გამტარობისა და გადამუშავების უნარის გაზრდის ძირითადი პრინციპები და ჩამოყალიბებულია აღნიშნულ სადგურთა პერსპექტიული განვითარების მიმართულებები; მოცემულია ტექნიკურ სადგურთა მახარისხებელი მოწყობილობების გადამუშავების უნარის განსაზღვრის დაზუსტებული მეთოდიკა და ანგარიშების საფუძველზე აგებულია მნიშვნელოვანი დამოკიდებულებანი, რომელთაც პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია.*

**საკვანძო სიტყვები:** მუშაობის ინტენსიური ტექნოლოგიები, მატარებელთა და ვაგონთა მოცდენები, მატარებელთა განფორმირება-ფორმირება, გამტარობისა და გადამუშავების უნარი.

### შესავალი

რკინიგზის სადგურთა შორის თავისი მნიშვნელობითა და ფუნქციონალური დანიშნულებით გამოირჩევა ტექნიკური (საუბნო და მახარისხებელი) სადგურები. მათ შორის კი განსაკუთრებით გამოსაყოფია მახარისხებელი სადგურები, რომლებიც დიდი მოცულობით ასრულებენ სატვირთო მატარებელთა განფორმირება-ფორმირების ოპერაციებს.

რკინიგზების ექსპლუატაციის პირობების ცვლილებებმა, სახელდობრ: ვაგონნაკადების სტრუქტურის ცვლილებები, ჯგუფური და მრავალჯგუფიანი მატარებლების ფორმირების გაფართოება, ადგილობრივი ვაგონნაკადის ზომების გაზრდა, საკონტინერო გადაზიდვების გაფართოება, მძიმემასიანი და



შეერთებული მატარებლების ტარების დანერგვა და სხვა, მოითხოვეს ახალი რეზერვების ძიება. ეს განსაკუთრებით აისახება მახარისხებელ სადგურთა სალიანდაგო განვითარების სქემებზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე აუცილებელია ასეთ სადგურთა მუშაობის ტექნოლოგიებისა და მათი სქემების სრულყოფა.

### ძირითადი ნაწილი

რკინიგზების ექსპლუატაციის მუშაობის მართვის ოპტიმიზაცია მიიღწევა მთელი რიგი კომპლექსური ღონისძიებების განხორციელებით, მათ შორის: მახარისხებელ სადგურთა რიცხვის შემცირება და სამანევრო მუშაობის კონცენტრაცია; ლოკომოტივებით მატარებელთა მომსახურების მხრების გაზრდა; საკონტინერო გადაზიდვების სფეროში ლოგისტიკური სისტემების განვითარება და სხვ. ამ ღონისძიებებიდან განსაკუთრებით დიდ ყურადღებას იმსახურებს სატვირთო მატარებლების ფორმირების სადგურთა რიცხვის შემცირება და მანევრების კონცენტრაცია [1].

ტექნიკური სადგურების გამტარუნარიანობა, რომელსაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათთან მიერთებული რკინიგზის ხაზების არსებული გამტარუნარიანობის რეალიზაციისათვის, დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის: სადგურის სალიანდაგო განვითარება და სქემების პროგრესულობა; სატვირთო და სამგზავრო მოძრაობის გამიჯვნა რკინიგზის ხაზების სხვადასხვა დონეზე გადაკვეთის (კვანძის გახსნის) ოპტიმალური ვარიანტების გამოყენებით; მახარისხებელი მოწყობილობებისა და საშუალებების ოპტიმალური გამოყენება; სადგურის ტერიტორიაზე გამავალი მთავარი ლიანდაგების რაოდენობა; სადგურის ძირითადი ობიექტების ელემენტების რაციონალური განლაგება; ინტენსიური ტექნოლოგიებისა და დამხმარე მახარისხებელი მოწყობილობათა გამოყენება; სადგურის ძირითადი ელემენტების სიმძლავრეთა რეზერვების არსებობა და სხვა. ამიტომ, როგორც ახალი სადგურის დაპროექტება-მშენებლობისას, ასევე არსებულთა მოდერნიზაცია-განვითარების დროს მკაცრად უნდა დავიცვათ სადგურების განვითარებისადმი წაყენებული თანამედროვე მოთხოვნები და ამით

უზრუნველვყოთ რკინიგზის ხაზების სათანადო გამტარუნარიანობა საჭირო რეზერვების გათვალისწინებით.

სერიოზულ ყურადღებას იმსახურებს ისეთი საკითხები, როგორცაა: ვაგონნაკადების ორგანიზაციაში მარშრუტიზაციის დონის გაზრდა და ტექნიკურ სადგურებში ვაგონნაკადების გადამუშავების რაოდენობის შემცირება; ტექნიკური სადგურების მოდერნიზაცია, მათი სქემების სრულყოფა და სათანადო მახარისხებელი მოწყობილობებით აღჭურვა; სატრანზიტო მატარებელთა გატარება ძირითადი მახარისხებელი სადგურის შემოვლით მთავარი ლიანდაგების მეშვეობით; კუთხური სატრანზიტო მატარებლების გატარება სადგურში შეუსვლელად; ვაგონნაკადების გადამუშავების კონცენტრაცია ნაკლები რაოდენობის მძლავრ სადგურებზე და სხვ.

აღნიშნულ საკითხთა რაციონალური გადაჭრის პირობებში მახარისხებელი და საუბნო სადგურების გამტარუნარიანობა უნდა უზრუნველყოფდეს მათთან მიერთებული რკინიგზის ხაზების სათანადო გამტარუნარიანობას, ე.ი. უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს.

$$N_{\text{მახარ.}} \geq \sum N_{\text{ბაზ.}} \quad (1)$$

$$N_{\text{საუბნო}} \geq \sum N_{\text{ბაზ.}} \quad (2)$$

(1) და (2) პირობების უზრუნველყოფას შეიძლება მივაღწიოთ სხვადასხვა ორგანიზაციულ-ტექნიკურ და რეკონსტრუქციულ ღონისძიებათა გატარების საფუძველზე, რომელთა შერჩევაც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებსა და სხვა მრავალ ფაქტორზე.

დღეისათვის ვაგონნაკადების გადამუშავების კონცენტრაცია ხორციელდება სამანევრო სამუშაოთა (მატარებელთა განფორმირება და ფორმირება) თავმოყრით ნაკლები რაოდენობის, მაგრამ შედარებით მძლავრ სადგურებზე, რაც ზრდის ვაგონის ტრანზიტულობის კოეფიციენტს, აჩქარებს ვაგონნაკადის გატარებას რკინიგზის უბნებზე, აუმჯობესებს ვაგონის ბრუნვას და ამცირებს საექსპლუატაციო ხარჯებს.

თანამედროვე პირობებში ცალკეული მახარისხებელი სადგურების (საზღვარგარეთის ქვეყნები – რუსეთი, აშშ, კანადა, გერმანია, საფრანგეთი და სხვ.). ვაგონთა სადღეღამისო გადამუშავება შეადგენს 5-7 ათას ვაგონს და მეტს. მაგრამ აღნიშნულ სადგურთა უმეტესობას არ გააჩნია საჭირო ტექნიკური აღჭურვილობა და სიმძლავრე მზარდი გადასამუშავებელი ვაგონნაკადის ასათვისებლად [2].

რკინიგზის ტექნიკური სადგურების მწარმოებლურობის სწორ განსაზღვრას აქვს უდიდესი მნიშვნელობა მატარებელთა ფორმირების რაციონალური გეგმის და მათი შემდგომი განვითარების რეკონსტრუქციული ღონისძიებების ჩატარების თვალსაზრისით.

როგორც ცნობილია, მახარისხებელი სადგურის მნიშვნელოვანი ობიექტია მახარისხებელი გორაკი, რომლის სიმძლავრეზე მთლიანადაა დამოკიდებული სადგურის გამტარუნარიანობა. თავის მხრივ, აღნიშნული ობიექტის მწარმოებლურობა დამოკიდებულია მისი ტექნიკური აღჭურვილობის დონეზე (მექანიზირებული, ავტომატიზირებული და ა.შ.). აღნიშნულ მოთხოვნათა გათვალისწინებით მახარისხებელი გორაკის გადამუშავების უნარი შეიძლება განისაზღვროს ჩვენს მიერ დაზუსტებული ფორმულით:

$$N_{\text{გორ.}} = \frac{(\alpha_{\text{გორ.}} \cdot 1440 - \sum t_{\text{მუდმ.}}) \cdot m_{\text{მემ.}}}{t_{\text{განფორმ.}} (1 + \gamma_{\text{გორ.}})}, \quad (2)$$

სადაც  $\alpha_{\text{გორ.}}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შესაძლო შესვენებებს გორაკის გამოყენებისას მტრული გადაკვეთების გამო ( $\alpha_{\text{გორ.}} = 0,97$ );

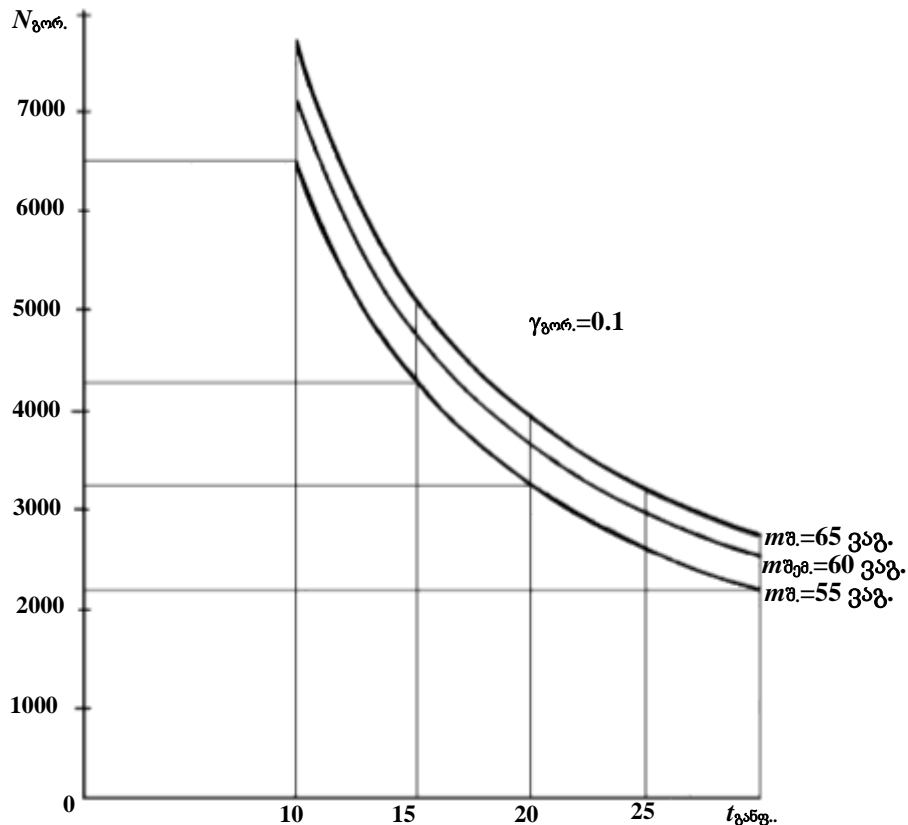
$\sum t_{\text{მუდმ.}}$  – დრო დღე-ღამის განმავლობაში გორაკზე ტექნოლოგიური ოპერაციების შესასრულებლად ( $\sum t_{\text{მუდმ.}} = 90-120$  წთ.);

$m_{\text{მემ.}}$  – შემადგენლობაში ვაგონთა საშუალო რაოდენობა;

$t_{\text{განფ.}}$  – საშუალო დრო ერთი შემადგენლობის განფორმირებაზე;

$\gamma_{\text{გორ.}}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ტექნიკური მოწყობილობების მტყუნებებს, ვაგონთა გადაუხსნელობას და სხვ. ( $\gamma_{\text{გორ.}} = 0,04 \div 0,12$ ).

(2)-ე ფორმულის საფუძველზე ჩატარდა ანგარიშები და აგებულ იქნა გორაკის გადამუშავების უნარის დამოკიდებულების დიაგრამები სამატარებლო შემადგენლობათა განფორმირების დროზე, რომელიც გამოსახულია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. მახარისხებელი გორაკის გადამუშავების უნარის ( $N_{\text{გორ.}}$ ) დამოკიდებულების დიაგრამები მატარებელთა განფორმირების ხანგრძლივობაზე ( $t_{\text{განფ.}}$ )

### დასკვნა

რკინიგზის ტექნიკური სადგურების მუშაობის ტექნოლოგიებისა და მათი სალიანდაგო განვითარების სქემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ისინი ხასიათდებიან არასაკმაო ტექნიკური აღჭურვილობით და ვერ პასუხობენ რკინიგზების ექსპლუატაციის თანამედროვე მოთხოვნებს. ამ თვალსაზრისით ნაშრომში ჩამოყალიბებულია აღნიშნულ სადგურთა პერსპექტიული განვითარების ძირითადი მიმართულებები, მოცემულია ტექნიკურ სადგურთა მახარისხებელი მოწყობილობების სიმძლავრის გაანგარიშების დაზუსტებული მეთოდიკა და

აგებულია დიაგრამები, რომლებმაც გვიჩვენეს, რომ მატარებელთა განფორმირების დროის ( $t_{განფ.}$ ) ზრდა 10-დან 30 წთ-დე, ანუ 66 %-ით, იწვევს მახარისხებელი გორაკის მწარმოებლურობის თითქმის განახევრებას.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. გ. თელია, ზ. მესხიძე, ბ. დიდუბაშვილი, კ. შარვაშიძე. რკინიგზის გამყოფი პუქტები. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი. 2016. - 249 გვ.
2. Шубко В.Г. Правдин Н.В. Архангельский Е.В. и др. Железнодорожные станции и узлы. /Под ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина. М.: УМК МПС России. 2002. – 368 с.

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

**Олег Бичиашвили**

**Резюме**

В статье рассмотрены и изысканы основные принципы увеличения пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных технических станций и сформулированы направления перспективных разработок указанных станций; дана уточненная методика определения перерабатывающей способности сортировочных устройств технических станций и на основе расчетов построены значительные зависимости, у которых имеется практическая ценность.

**INTENSIFICATION OF RAILWAY TECHNICAL STATIONS  
OPERATION**

**Oleg Bichiashvili**

**Abstract**

In this article are considered and studied the key principles for increasing the productivity and processing ability of a railway technical station and are formulated directions for the prospective guidelines for the mentioned stations; is stated the refined methodology for determination of processing ability of marshalling devices of mentioned stations and based on calculations are constructed important dependencies that have the practical value.

უკ 625; 330

## საქართველოს მრეწველობის მდგომარეობა და განვითარების შესაძლო მიმართულებები

მეგი იაკობაშვილი, ლაშა როხვაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** საქართველოს მშპ ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით მხოლოდ 4200 \$-ია, რაც რამდენჯერმე ჩამორჩება არა მარტო ინდუსტრიული სახელმწიფოების ანალოგიურ მაჩვენებლებს, არამედ საშუალო მსოფლიო მაჩვენებელსაც. ეკონომიკური წინსვლის ძირითადი ბერკეტი მრეწველობის დარგის განვითარებაშია, რომლისთვისაც უპირველეს გადასაჭრელ მაკროეკონომიკური ხასიათის პრობლემებად გვესახება; საბაზრო ინფრასტრუქტურის განვითარება; ლიბერალური საგადასახადო პოლიტიკის განხორციელება; ფულად-საკრედიტო ურთიერთობის სიმტკიცის ზრდა და სამეურნეო სამართლიანობის ოპერატიულობის უზრუნველყოფა.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, მენეჯმენტი, მრეწველობა, ეფექტიანობა, კონკურენტუნარიანობა.

### შესავალი

საქართველო მიეკუთვნება სუსტი ეკონომიკის ქვეყანას, რაც მას განვითარებად ქვეყნების რიგში აყენებს. აქედან გამომდინარე ეკონომიკის ვერცერთი სექტორი, მათ შორის მრეწველობაც, სათანადოდ ვერ განვითარდა. შესაბამისად არასაკმარისია საბიუჯეტო შემოსავლები, მაღალია უმუშევრობა, ხოლო დასაქმებულთა ანაზღაურება-არასახარბიელო. იმ მიზნით, რომ ქვეყანამ უახლოეს პერიოდში დაძლიოს ეკონომიკური ჩამორჩენა, საჭიროა გატარდეს საგანგებო-არაორდინარული ღონისძიებები ეკონომიკისა და მისი ცალკეული

დარგების, უპირველესად მრეწველობის განვითარების დაჩქარებისათვის. ამისათვის კი საჭიროა შეიქმნას მიმზიდველი საინვესტიციო და ბიზნესგარემო.

### ძირითადი ნაწილი

ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას ყველაზე უკეთ ახასიათებს მთლიანი შიდა პროდუქტის (მშპ) აბსოლუტური და შეფარდებითი მაჩვენებლები. ამ მაჩვენებლით ქვეყნების მდგომარეობა ყოველწლიურად ფასდება მსოფლიო სავალუტო ფონდის, მსოფლიო ბანკისა და გაერთიანებული ერების ორგანიზაციების მიერ. ამ ორგანიზაციათა შეფასებით მშპ-ს აბსოლუტური მაჩვენებლები ზოგადად ასე გამოიყურება:

ცხრილი 1

მშპ-ს აბსოლუტური მაჩვენებლები 2018 წ.  
(მლნ \$)<sup>1</sup>

მსოფლიო სა ვალუტო ფონდი			მსოფლიო ბანკი			გაერო		
N	ქვეყანა	მოცუ- ლობა	N	ქვეყანა	მოცუ- ლობა	N	ქვეყანა	მოცუ- ლობა
1	აშშ	20580	1	აშშ	20453	1	აშშ	18037
2	ჩინეთი	13368	2	ჩინეთი	12238	2	ჩინეთი	11158
3	იაპონია	4972	3	იაპონია	4872	3	იაპონია	4383
4	გერმანია	3951	4	გერმანია	3677	4	გერმანია	3364
5	დიდი ბრიტანეთი	2829	5	დიდი ბრიტანეთი	2622	5	დიდი ბრიტანეთი	2858
6	საფრანგეთი	2780	6	ინდოეთი	2601	6	საფრანგეთი	2419
7	ინდოეთი	2719	7	საფრანგეთი	2583	7	ინდოეთი	2116
8	იტალია	2076	8	ბრაზილია	2056	8	იტალია	1822
9	ბრაზილია	1868	9	იტალია	1935	9	ბრაზილია	1773
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
117	საქართველო	15,1	118	საქართველო	15,1	118	საქართველო	16,5

<sup>1</sup> მონაცემები აღებულია საიტიდან:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_ВВП\\_\(номинал\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(номинал)). გადამოწმებულია 02.11.2019

მიუხედავად იმისა, რომ ზემოთ მოყვანილი საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ ციფრობრივი მონაცემები განსხვავებულია, ტენდენცია— ერთიდაიგივეა. ანუ მსოფლიოში ეკონომიკურად უძლიერესი სახელმწიფოა აშშ, რომლის მიერ შექმნილი მშპ ოც ტრილიონ დოლარს აღემატება. შემდეგ მოდის ისეთი ძლიერი და განვითარებული სახელმწიფოები, როგორცაა: ჩინეთი, იაპონია, გერმანია, დიდი ბრიტანეთი და სხვ. საქართველო ამ ჩამონათვალში მოკრძალებულ 117-ე - 118-ე ადგილს იკავებს.

ერთია მშპ-ს აბსოლუტური მაჩვენებლები და მეორეა მისი ფარდობითი სიდიდე ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით. ეს უკანასკნელი უფრო მეტად ახასიათებს ქვეყნებში არსებულ ცხოვრების დონეს. იგივე წყაროს მონაცემებით აღნიშნული სიდიდე ასე გამოიყურება:

**ცხრილი 2**

*მშპ-ს ხვედრითი მაჩვენებელი ქვეყნების მსყიდველობითი უნარის მიხედვით (ათასი \$)<sup>2</sup>*

მსოფლიო სავალუტო ფონდი			მსოფლიო ბანკი			ეკონომიკური ურთიერთობებისა და განვითარების ორგანიზაცია		
N	ქვეყანა	მოცულობა	N	ქვეყანა	მოცულობა	N	ქვეყანა	მოცულობა
1	ყატარი	129638	1	ყატარი	126538	1	ლუქსემბურგი	113138
2	მაკაო	115913	2	მაკაო	122435	2	ირლანდია	83081
3	ლუქსემბურგი	106372	3	ლუქსემბურგი	111103	3	შვეიცარია	68079
4	სინგაპური	101387	4	სინგაპური	101853	4	ნორვეგია	65515
5	ირლანდია	79617	5	ირლანდია	83203	5	აშშ	62853
6	ბრუნეი	78350	6	ბრუნეი	80778	6	საუდის არაბეთი	60438
7	ნორვეგია	74357	7	არაბ. ემირატები	74943	7	ისლანდია	57453
8	საუდის არაბეთი	69222	8	კუვეიტი	73705	8	ჰოლანდია	56326
9	კუვეიტი	66652	9	შვეიცარია	68096	9	ავსტრია	55513
103	საქართველო	11429	107	საქართველო	11421			

<sup>2</sup> იხ. საიტი: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_ВВП\\_\(ППС\)\\_на\\_душу\\_населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(ППС)_на_душу_населения).  
გადამოწმებულია 02.10.2019.



იგივე საერთაშორისო ორგანიზაციების შეფასებით საქართველო მოსახლეობით მსოფლიოს 200-მდე ქვეყანას შორის 107-ე - 110-ე ადგილს იკავებს. მოყვანილი მონაცემებიც ადასტურებს, რომ ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკა განვითარების ძალიან დაბალ საფეხურზეა.

საქართველოს ეკონომიკური მდგომარეობა გაცილებით უკეთ გამოიყურებოდა მისი დამოუკიდებლობის გამოცხადებამდე. ასე მაგალითად:

1987 წლის სტატისტიკური მონაცემებით საერთო საზოგადოებრივი პროდუქციის მოცულობა საქართველოში შეადგენდა 22 645,1 მლნ. მანეთს.<sup>3</sup> მათ შორის მრეწველობის პროდუქცია იყო 13 722,6 მლნ. მანეთი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მაშინდელი მანეთისა და დღევანდელი \$-ის თანაფარდობა 1 : 5 მაინც იყო. გამოდის, რომ საერთო საზოგადოებრივი პროდუქციის მოცულობა ყოფილა 113 225,5 მლნ. \$, ხოლო მრეწველობის- 68 613, 0 მლნ. \$, ხოლო პროცენტულად მრეწველობის წილი ეკონომიკაში 60 % -ს აღემატებოდა.

2017 წელს სტატისტიკის სახელმწიფო სამსახურის მონაცემებით საქართველოში შექმნილი მთლიანი შიდა პროდუქტის საბაზრო ღირებულება 37 846,6 მლნ.ლარი იყო,<sup>4</sup> საიდანაც მრეწველობაზე მოდიოდა 4 756,4 მლნ. ლარი (12,6%). თუ 1987 წელს მრეწველობა ეკონომიკის 60%-ზე მეტი იყო, დღეისათვის მას დათმობილი აქვს პოზიციები და მას წინ უსწრებს ვაჭრობა, ხოლო აბსოლუტურ მაჩვენებლებში მრეწველობა ბოლო 30 წლის მანძილზე შემცირდა დაახლოებით 12-ჯერ.

მრეწველობაში გამოშვებული პროდუქცია შემადგენელი სექტორების მიხედვით მოყვანილია შემდეგ ცხრილში:

---

<sup>3</sup> Народное Хозяйство Грузинской ССР. 1987 г. Тбилиси 1988 . ст. 14

<sup>4</sup> საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სტატისტიკური წელიწადული 2018. თბილისი 2018. გვ. 121

ცხრილი 3.

გამომწვევული პროდუქციის მოცულობა ეკონომიკური საქმიანობის სახეების მიხედვით  
(მოქმედ ფასებში; მლნ. ლარი)<sup>5</sup>

	2013	2014	2015	2016	2017
<b>მრეწველობა სულ(B+C+D+E)</b>	<b>7 279,9</b>	<b>8 164,6</b>	<b>8 577,8</b>	<b>9 245,4</b>	<b>10 805,0</b>
<b>სექცია B. სამთომოპოვებითი მრეწველობა და კარიერების დამუშავება აქედან:</b>	<b>325,3</b>	<b>402,2</b>	<b>652,7</b>	<b>633,4</b>	<b>690,6</b>
ნახშირის და ლიგნიტის მოპოვება	41,9	36,2	41,0	37,6	33,7
ნედლი ნავთობისა და ბუნებრივი აირის მოპოვება	75,2	91,4	100,7	31,1	30,6
ლითონის მადნების მოპოვება	239,0	145,1	350,5	401,4	446,9
სამთომოპოვებითი მრეწველობის და კარიერების დამუშავების სხვა დარგები და დამხმარე მომსახურება	79,2	129,5	160,5	163,3	179,4
<b>სექცია C. დამამუშავებელი მრეწველობა აქედან:</b>	<b>5 801,1</b>	<b>6 551,6</b>	<b>6 536,7</b>	<b>7 049,2</b>	<b>8 402,3</b>
კვების პროდუქტების წარმოება	1 548,3	1 762,4	1 888,6	2 099,1	2 045,0
სასმელების წარმოება	1 064,0	1 338,8	1 157,7	1 293,6	1 614,7
თამბაქოს ნაწარმის წარმოება	57,9	52,8	40,1	29,3	34,6
ტექსტილის წარმოება	13,0	13,9	21,0	28,7	33,3
ტანსაცმლის წარმოება	80,1	95,6	125,1	128,5	168,8
ტყავის და მასთან დაკავშირებული ნაწარმის წარმოება	14,9	16,8	22,8	18,7	14,8
ხის და კორპის ნაწარმის წარმოება, ავეჯის გარდა; ნაკეთობების წარმოება ჩალის და წნული მასალებით	68,8	71,9	80,6	93,9	98,3
ქაღალდის და ქაღალდის ნაწარმის წარმოება	51,0	60,1	64,9	76,8	88,7
ბეჭდვა და მედია-ჩანაწერების აღწარმოება	110,2	103,1	103,7	107,4	129,8
კოქსის და ნავთობპროდუქტების წარმოება	1,5	4,6	16,4	60,8	70,3
ქიმიკატების და ქიმიური პროდუქტების წარმოება	344,3	337,5	379,4	309,1	367,6
ფარმაცევტული პროდუქტებისა და პრეპარატების წარმოება	107,2	137,9	147,5	145,6	199,3
რეზინის და პლასტმასის ნაწარმის წარმოება	146,6	223,0	232,9	304,1	319,3
სხვა არალითონური პროდუქტების წარმოება	679,9	784,0	890,2	975,7	1 099,0

<sup>5</sup> საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სტატისტიკური წელიწადული 2018. თბილისი 2018. გვ.148-149

**„ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა “ - №3 (46) 2019**

ძირითადი ლითონების წარმოება	953,8	984,4	799,1	740,4	1 395,3
ლითონის მზა ნაწარმის წარმოება, მანქანების და მოწყობილობების გარდა	103,2	140,3	196,6	232,3	287,7
კომპიუტერების, ელექტრონული, ოპტიკური პროდუქციის და ელექტრონული მოწყობილობების წარმოება	57,1	81,9	46,6	47,3	63,1
მანქანების და მოწყობილობების წარმოება, სხვა დაჯგუფებებში ჩურთველი	14,8	20,6	20,0	14,7	20,8
ავტოსატრანსპორტო საშუალებების, მისაბმელების და ვახევარმისაბმელების და სხვა სატრანსპორტო მოწყობილობების წარმოება	95,1	51,7	25,4	30,4	27,1
ავეჯის წარმოება	105,4	138,2	145,9	158,0	169,0
სხვა მზა ნაკეთობების წარმოება	10,8	15,6	12,1	12,5	16,5
მანქანების და მოწყობილობების რემონტი და დაყენება	173,1	116,5	120,1	142,3	139,3
<b>სექცია D.</b> <b>ელექტროენერჯის, აირის, ორთქლის და კონდიციონირებული ჰაერის მიწოდება აქედან:</b>	<b>955,6</b>	<b>1 030,9</b>	<b>1 098,9</b>	<b>1 263,3</b>	<b>1 347,5</b>
ელექტროენერჯის წარმოება, გადაცემა და განაწილება	811,3	884,6	1 037,1	1 192,9	1 261,0
აირის წარმოება; აირისებრი სათბობის განაწილება მაგისტრალური ხაზებით	143,8	145,8	61,2	69,9	85,9
ორთქლის და კონდიციონირებული ჰაერის მიწოდება	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
<b>სექცია E.</b> <b>წყალმომარაგება; კანალიზაცია, ნარჩენების მართვა და დაბინძურებისაგან გასუფთავების საქმიანობა</b>	<b>197,9</b>	<b>179,9</b>	<b>289,5</b>	<b>299,5</b>	<b>364,7</b>

სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, მანქანებისა და მოწყობილობების წარმოებამ შეადგინა მხოლოდ 14,4 მლნ. ლარი. ეს იმ მრეწველობის სექტორია, რომელიც ყველაზე უკეთ ახასიათებს მრეწველობის პროგრესულობას და მისი ასეთი მცირე ხვედრითი წილიც მიანიშნებს მრეწველობაში კრიზისზე.

მრეწველობის დაჩქარებული განვითარებისათვის აუცილებელია, როგორც მაკრო-ისე მიკრო ეკონომიკური ღონისძიებების გატარება.

მაკროეკონომიკური                      ღონისძიებებიდან                      გვესახება                      შემდეგი  
მიმართულებები:

- საგადასახადო გარემოს გაუმჯობესება;
- ფულად-საკრედიტო პოლიტიკის მოწესრიგება და ეროვნული ვალუტის სტაბილიზაცია;
- საბაზრო ინფრასტრუქტურის სრულყოფა;
- ბიზნესის სამართლებრივი უზრუნველყოფის ოპერატიულობა.

საქართველოში მოქმედი საგადასახადო კოდექსით განსაზღვრული გადასახადთა განაკვეთებია: დღგ - 18%; მოგების გადასახადი - 15%; საშემოსავლო -20%; ქციზი და სხვ.

არსებული გადასახადთა განაკვეთები შეესაბამება ევროკავშირის მოწინავე ქვეყნების საგადასახადო განაკვეთებს, მაგრამ ნაკლებად უწყობს ხელს მრეწველობის დაჩქარებულ განვითარებას.

ამ მიმართულებით აუცილებლად გვესახება საგადასახადო გარემოს გაუმჯობესება მისი შემდგომი ლიბერალიზაციის და სექტორული დიფერენციაციის მიმართულებით. პრაქტიკაში კი საწინააღმდეგო მცდელობებს აქვს ადგილი.

საქართველოში, ისე როგორც მსოფლიოს უმრავლეს სახელმწიფოში, ფულად-საკრედიტო პოლიტიკისა და ეროვნული ვალუტის სტაბილურობაზე პასუხისმგებელია ეროვნული ბანკი, ხოლო უშუალოდ საკრედიტო ოპერაციებს ახორციელებს კომერციული ბანკები. ეროვნულმა ვალუტამ-ლარმა, დღიდან მისი მიმოქცევაში შემოსვლისა (1995 წ.) რამდენჯერმე განიცადა შოკირებული დევალვაცია, რომელიც ზოგჯერ აჭარბებდა 100-110% - იან ნიშნულსაც. ვალუტის ასეთი რყევა გლობალურად იწვევს წინააღმდეგობებს სამრეწველო საწარმოების საბრუნავ სახსრებში და უკიდურესად ართულებს მასალებით, ნახევარფაბრიკატებით, ნედლეულითა და მაკომპლექტებელი ნაკეთობებით სამრეწველო საწარმოთა მომარაგებას. ჩვენთან ძალიან მაღალია საბანკო

სესხებზე საპროცენტო განაკვეთები (წლიური 10-12% ), რაც მას მიუწვდომელს ხდის საწარმო სიმძლავრეების გაზრდისთვის.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს დამოუკიდებლობის შემდგომ დეკლარირებულია თავისუფალი ეკონომიკური განვითარება და თავისუფალი ინიციატივა, დღემდე არ ფუნქციონირებს საბაზრო ინფრასტრუქტურის ისეთი ინსტრუმენტები, როგორცაა: სასაქონლო ფასიანი ქაღალდები და შრომითი ბირჟები.

საქართველოში არ არსებობს საარბიტრაჟო სასამართლოები, ამიტომ სამეურნეო დავებს იხილავს საერთო სასამართლოების სამოქალაქო კოლეგიები, დავების განხილვა წლობით გრძელდება. ეს კი, ხშირ შემთხვევაში, დამლუპველად მოქმედებს სამეწარმეო ბიზნესზე.

მრეწველობაზე მოქმედი მიკროეკონომიკური ფაქტორებიდან უპირველესად გვესახება მენეჯერთა და ინჟინერ-ტექნიკურ პერსონალთა მომზადების დაბალი დონე, ასევე ძირითადი საშუალებების მოძველებული პარკი და თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების არასაკმარისი გამოყენება.

### დასკვნა

საქართველოში მრეწველობა საჭიროებს დაჩქარებულ განვითარებას , რაც უზრუნველყოფს ქვეყნის ეკონომიკური ჩამორჩენილობის დაძლევას, დასაქმებულთა ზრდასა და მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებას. ამ მიმართულებით სახელმწიფომ ხელი უნდა შეუწყოს მრეწველობისათვის შეღავათიან საგადასახადო გარემოს, უზრუნველყოფილ იქნას ეროვნული ვალუტის სტაბილურობა და ინფლაციის დაბალი დონე, ფუნქციური გახდეს სასაქონლო ბირჟები და სახელმწიფოს ეგიდით ჩამოყალიბდეს შრომითი ბირჟები.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_ВВП\\_\(номинал\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(номинал)) გადამოწმებულია 02.11.2019;
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_ВВП\\_\(ППС\)\\_на\\_душу\\_населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(ППС)_на_душу_населения) გადამოწმებულია 02.11.2019 ;
3. Народное Хозяйство Грузинской ССР. 1987 г. Тбилиси, 1988;
4. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სტატისტიკური წელიწდეული 2018. თბილისი, 2018.

## **Georgia's industry and possible development directions**

**Megi Iakobashvili, Lasha Rokhvadze**

### **Abstract**

**GDP** of Georgian on one inhabitant is calculated to be 4200 \$, which is less than not only the analogous indicator of industrious states but also the average indicator of the world. The main level of the economic progress is in the development of the industry sector, for what the main macroeconomic problems to be solved are: the development of the market infrastructure, the accomplishment of liberal tax policy, increasing of the relations strength of monetary affairs and providing of economic justice.

## **СОСТОЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИИ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

**Меги Якобашвили, Лаша Рохвадзе**

### **Резюме**

ВВП Грузии на душу населения составляет всего 4400 долларов США, что в несколько раз отстает не только от промышленно развитых стран, но и от среднемирового уровня. Ключ к экономическому росту лежит в развитии промышленности, для которой макроэкономические проблемы имеют первостепенное значение; развитие рыночной инфраструктуры; реализация либеральной налоговой политики; повышение прочности денежно-кредитных отношений и обеспечение эффективности экономической справедливости.

უაკ 336.7

**საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის  
ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების მართვისა და  
ორგანიზაციის მიმართულებები  
მაყვალა სვანიძე, სალომე დავითულიანი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების ერთ-ერთი ფაქტორია სატრანსპორტო მომსახურების სფეროში სამეწარმეო საქმიანობის მართვისა და ორგანიზაციის ფორმები. აგრეთვე, სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული როგორც გადაზიდულ ტვირთების მოცულობაზე-ტვირთბრუნვაზე, ისე გადაყვანილი მგზავრების რაოდენობაზე-მგზავრთბრუნვაზე, რომლებისთვისაც შედგენილია ეკონომიკურ-მათემატიკური წრფივი მრავალფაქტორული მოდელები. მოცემულია მოდელების იდენტიფიცირების კრიტერიუმებით შეფასებები.

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანსპორტო ბაზრის ოპერატორი, მოდელების ვერიფიკაცია, მოდელების იდენტიფიცირება, დეტერმინაციის კოეფიციენტი, აპროქსიმაციის ცდომილება, ფიშერის კრიტერიუმი.

**შესავალი**

საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების ერთ-ერთ ფაქტორს წარმოადგენს სატრანსპორტო სამგზავრო მომსახურების სფეროში სამეწარმეო საქმიანობის მართვისა და ორგანიზაციის ფორმები, რომლებიც უნდა აღინიშნოს, რომ ამჟამად ისინი ხასიათდებიან რიგი ნაკლოვანებებით და არ შეესაბამებიან ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის მომსახურების განვითარების თანამედროვე მოთხოვნებსა და საბაზრო ეკონომიკას.

ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის საზოგადოებრივი სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურების სფეროს ყოველ მონაწილეს გააჩნია თავისი ინტერესები, მათ შორის შეიძლება გამოიყოს:

სატრანსპორტო ორგანოები და ადგილობრივი თვითმმართველები დაინტერესებულნი არიან შეამცირონ საბიუჯეტო ხარჯები და, შესაბამისად გაზარდონ საბიუჯეტო შემოსავლები (გადასახადებით), ასევე დაიცვან ეკოლოგიური სტანდარტები.

### ძირითადი ნაწილი

სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურების ოპერატორები (მაკოორდინირებელი სტრუქტურები) ორიენტირებულნი არიან სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურების განახლებისა და მოწესრიგებისაკენ, ეკონომიკური ზრდის ამოცანების გადაჭრაში, მოსახლეობის ხარისხიანი და უსაფრთხო მომსახურების მოთხოვნების დაკმაყოფილებისაკენ და სხვ.

სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურების მომხმარებელი საჭიროებს უსაფრთხო და კომფორტულ მომსახურებას, როგორც საქალაქო ტრანსპორტზე, ისე საქალაქთაშორისოზე.

საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო მომსახურების ორგანიზაციის პერსპექტიული განვითარების ძირითადი ასპექტების დახასიათების დროს, მიზანშეწონილია, გამოყენებულ იქნეს ევროპის ქვეყნების, ჩვენი სახელმწიფოსათვის მისაღები ზოგიერთი გამოცდილება, მათგან სატრანსპორტო წარმოების ორგანიზაციის შემდეგ ფორმებს გამოვყოფთ: ა) საკუთარი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენება, რომლის დროსაც მისაღებია ორგანიზაციის მონოპოლიური სამეწარმეო საქმიანობა. ორგანიზაციის ეს ფორმა ექვემდებარება საკანონმდებლო აქტებს. ხასიათდება დაბალი შემოსავლებით და შეზღუდულია თავისუფალი საბაზრო კონკურენციით; ბ) სამარშრუტო კონტრაქტები. სატრანსპორტო მომსახურების ორგანიზაციის ასეთ ფორმას მიმართავენ ადგილობრივი მუნიციპალიტეტები. ხშირად ამ ფორმაში გამოიყენებენ კონკურენციული მარკეტინგის პროცედურებს; გ) ქსელური



სამარშრუტო კონტრაქტი. სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურეობის ორგანიზაციის ასეთი ფორმა გავრცელებულია საფრანგეთში და, შესაბამისად მას „ფრანგულ მოდელს“ უწოდებენ. როგორც წესი, კონტრაქტის ამ ფორმის ორგანიზაციისათვის დამახასიათებელია გადამყვან (გადაზიდვების) დიდი საწარმოო ხარჯები და შედეგად მოგება დაბალია. ამ ფორმაში, აგრეთვე იყენებენ გადამზიდვების ავტონომიურ გადაწყვეტილებებს, რის შედეგადაც ღებულობენ მაღალ მოგებასაც; დ) ინიციატივების გამოყენების ორგანიზაციის ფორმა, ანუ ყველა მონაწილისათვის მისაღები ინიციატივების გამოყენება; ე) სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურეობის ორგანიზაციის ფორმა, როცა სატრანსპორტო დარგის სუბიექტები თვითონ აწესებენ ტარიფებს.

სატრანსპორტო მომსახურეობის მართვა და ორგანიზაცია შეიძლება სქემატურად აისახოს შემდეგი თანმიმდევრობით (იხ. სქემა 1).

სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურეობის ძირითად მიმართულებების ღონისძიებების დამუშავებები გულისხმობს:

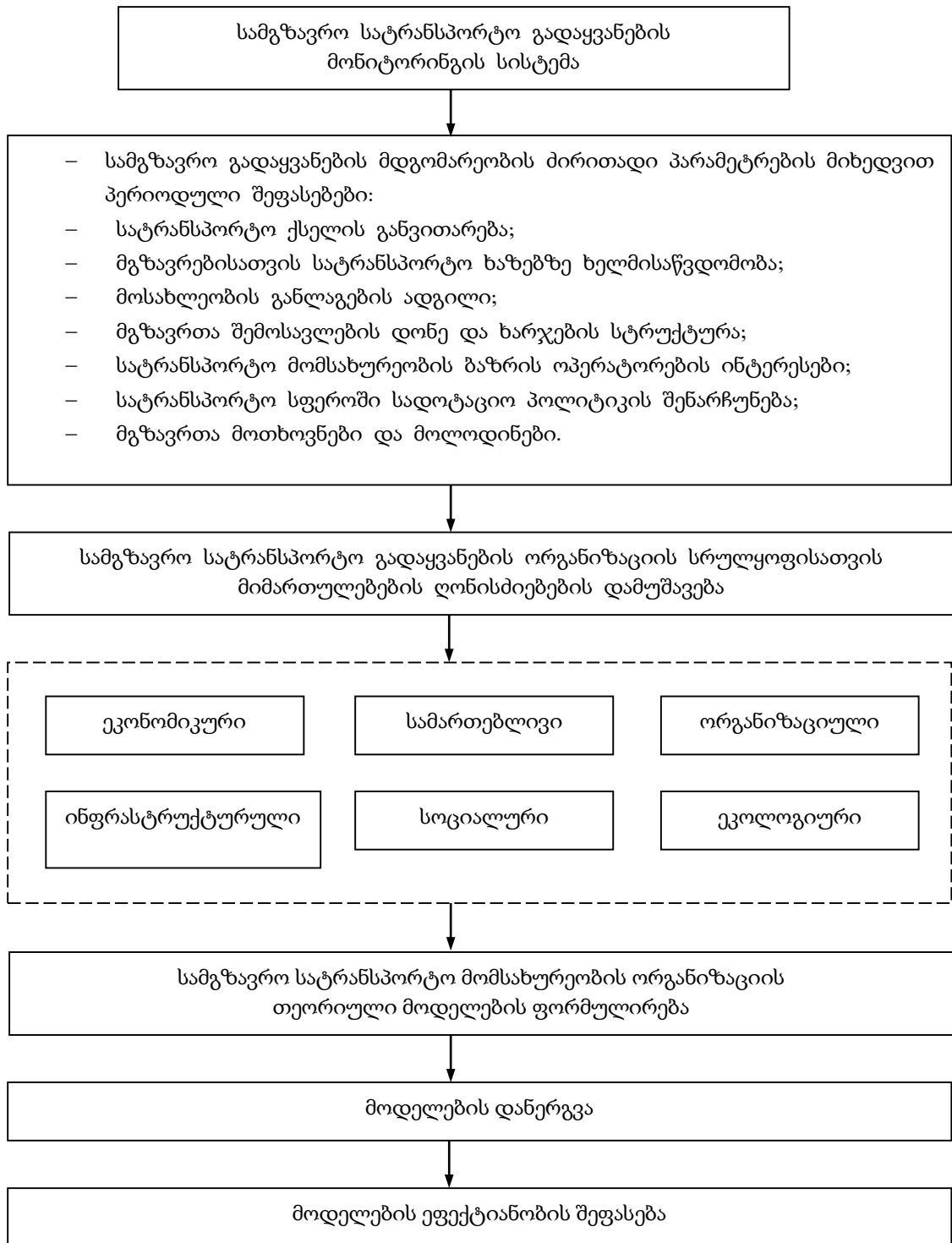
1. ეკონომიკურ ღონისძიებებს – ეფექტიანობის ამაღლების მექანიზმებს, სატრანსპორტო მომსახურეობის თვითღირებულებების შემცირებას, დაგეგმვის სისტემის სრულყოფას და სხვ.

2. სამართლებრივი ღონისძიებები: სახელმწიფო საბიუჯეტო დაფინანსების უზრუნველყოფა კეთილსინდისიერი კონკურენციის დაცვა; საგადასახადო კანონმდებლობის ცვლილება.

3. ორგანიზაციული ღონისძიებები: სატრანსპორტო მომსახურეობის სფეროში მმართველობითი სტრუქტურების გაუმჯობესება; სატრანსპორტო საგზაო მოძრაობის რეგულირება სატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური გადაიარაღება; საიმედო და კომფორტული მომსახურეობა; სატრანსპორტო ქსელის განვითარება-გაფართოება და სხვ.

4. სოციალურ ღონისძიებებში გაითვალისწინება სატრანსპორტო მძღოლების კვალიფიკაციის ამაღლება; გადაყვანების დროის შემცირება და სხვ.

5. ეკოლოგიის ძირითადი მიმართულებების ღონისძიებებია გარემოში მავნე გამონაბოლქვის შემცირება; ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესება და სხვ.



ნახ. 1. სამგზავრო სატრანსპორტო მომსახურეობის მართვისა და ორგანიზაციის მექანიზმები

საქართველოს სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების სფეროში საკმაოდ ბევრი პრობლემაა დაგროვილი, რომლებიც ხელს უშლიან მის მკვეთრ გაზრდას. გარდა ზემოთ აღნიშნული პრობლემებისა უნდა აღინიშნოს: ა) არსებული საგადასახადო სისტემა; ბ) საბაზრო და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების დაბალი განაკვეთი; დ) სატრანსპორტო საშუალებათა მორალური და ფიზიკური ცვეთის მაღალი დონე; ე) კადრების კვალიფიკაციისა და მენეჯმენტის დაბალი დონე.

აქედან გამომდინარე, სატრანსპორტო მომსახურების ორგანიზაციისა და მენეჯმენტის სფეროში პრობლემების გადასაჭრელად უნდა გატარდეს შემდეგი ღონისძიებები: ჯერ ერთი, უნდა შეიქმნას ტვირთმზიდების დამოუკიდებელი ეროვნული საავტომობილო პარკი, რომელიც ტრანზიტის სფეროში საგზაო მომსახურებას გაუწევს ევროპისა და აზიის ქვეყნების ტრანსნაციონალურ კომპანიებს; მეორე, საქართველოს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაში მოზიდულ უნდა იქნეს უცხოური ინვესტიცია, რისთვისაც საჭიროა ქვეყანაში შეიქმნეს ხელსაყრელი საინვესტიციო კლიმატი, მიღწეულ იქნეს პოლიტიკურ-ეკონომიკური სტაბილურობა. როგორც საბიუჯეტო, ისე უცხოური ინვესტიცია სატრანსპორტო სისტემისათვის უნდა იყოს არაერთჯერად (სატრანსპორტო სისტემის თავისებურებებიდან გამომდინარე).

საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ეფექტიანობის ამაღლება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული როგორც გადაზიდული ტვირთების მოცულობაზე (ტვირთბრუნვაზე), ისე გადაყვანილი მგზავრების რაოდენობაზე (მგზართბრუნვაზე).

2003-2017 წწ. სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე ტვირთბრუნვაზე და მგზავრთბრუნვაზე მოქმედი 12-12 ფაქტორების გათვალისწინებით ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელები (იხ. ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №1(44). 2019). „ლოგიკური ანალიზისა და ფაქტორების მიმდევრობით ამორიცხვის“<sup>1</sup> საფუძველზე ტვირთბრუნვაზე ( $\gamma_1$ ) მოქმედ მნიშვნელოვან ფაქტორებად შეირჩა: ქვეყნის მთლიანი შიდა პროდუქტი  $x_1$  (მლნ.

ლარი); პირდაპირი უცხოური ინვესტიცია  $x_2$  (მლნ. აშშ დოლარი); რესურსები ტრანსპორტში  $x_3$  (მიმდინარე ფასი, ლ.); დასაქმებულთა რიცხოვნება  $x_4$  (ათასი კაცი); ძირითადი აქტივები ტრანსპორტსა და კავშირგაბმულობაში  $x_5$  (მლნ. ლარი). ხოლო ტვირთბრუნვაზე  $y_2$  – მთლიანი შიდა პროდუქტი  $x_1$  (მლნ. ლარი); პირდაპირი უცხოური ინვესტიცია  $x_2$  (მლნ. აშშ დოლარი); დასაქმებულთა საშუალო წლიური რიცხოვნება  $x_3$  (ათასი კაცი); ძირითადი აქტივები ტრანსპორტში  $x_4$  (მლნ. ლარი); ექსპორტი  $x_5$  (ათასი აშშ დოლარი); იმპორტი  $x_6$  (ათასი აშშ დოლარი).

უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით განისაზღვრა წრფივი – რეგრესული მოდელები მგზავრბრუნვის –  $y_1$  და ტვირთბრუნვის –  $y_2$ .

$$y_1 = 4808,53 - 0,18711x_1 + 2,57085x_2 - 0,28484x_3 + 20,9739x_4 + 0,513x_5$$

$$y_2 = 2893,3278 - 0,06473x_1 + 0,23794x_2 - 52,16981x_3 + 0,198312x_4 + 0,0004534x_5 - 0,00000688x_6$$

რეგრესული მოდელების ვერიფიკაციის განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ შემდეგი მონაცემები:

– აპროქსიმაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (ერთობლივი კორელაციის კოეფიციენტის კვადრატის)  $R_1^2 = 0,9182$ , რაც იმას მოწმობს, რომ  $y_1$  – მგზავრბრუნვა 91,82%-ით დამოკიდებულია ჩართულ ფაქტორებზე, ხოლო  $R_2^2 = 0,9901$ , ე.ი.  $y_2$  – 99,01% შერჩეულ ფაქტორებზე;

– ფიშერის კრიტერიუმი  $F_{კრ} \square F(9,5) = 3,48$  მგზავრბრუნვის შემთხვევაში

$$F = \frac{R_1^2(15 - 5 - 1)}{(1 - R_1^2) \cdot 5} = 40,51 > F_{კრ}$$

ტვირთბრუნვის  $F = \frac{0,9901(15 - 6 - 1)}{0,0099 \cdot 6} = 133,35 > 3,37 = F_{კრ}(9,6)$ .

მიღებული შედეგები ადასტურებენ იმას, რომ მოდელებით განსაზღვრული პროგნოზები იქნებიან მაღალი ალბათობის, ხოლო მგზავრბრუნვაზე და ტვირთბრუნვაზე, როგორც სატრანსპორტო სისტემის ეკონომიკური ეფექტიანობის ძირითად მაჩვენებლებზე მოქმედი შერჩეული ფაქტორების მიხედვით წრფივი მრავალფაქტორული მოდელები არიან მნიშვნელოვანი.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. ი. ანანიაშვილი - ეკონომეტრიკა, „მერანი“, თბილის, 2012, გვ. 411;
2. Gujarati Basio. Econometrics. Fourth Editions. The Mc Grow-Hill companies, 2004.
3. Попова Е.В., Кузнецова К.В., Шилова Н.В. Городской общественный транспорт в развитых странах: особенности организации и способы финансирования // Российский экономический журнал. 2013. № 2. с. 111-117.

**DIRECTIONS OF MANAGEMENT AND ORGANIZATION OF  
IMPROVEMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF THE  
GEORGIA UNIFIED TRANSPORT SYSTEM**

**Makvala Svanidze, Salome Davituliani**

**Abstract**

One of the factors contributing to the economic efficiency of Georgia's unified transport system is the forms of management and organization of entrepreneurial activities in the field of transport services. In addition, the economic efficiency of the transport system depends heavily on both the volume of cargo transported and the number of passengers transported, for which economical-mathematical linear multi factor models are compiled. Estimates by model identification criteria are given.

**НАПРАВЛЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕДИНОЙ  
ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГРУЗИИ**

**Маквала Сванидзе, Саломе Давитулиани**

**Резюме**

Одним из факторов, способствующих экономической эффективности единой транспортной системы Грузии, являются формы управления и организации предпринимательской деятельности в сфере транспортных услуг. Кроме того, экономическая эффективность транспортной системы существенно зависит как от объема перевозимого груза-грузообороте, так и от количества перевозимых пассажиров-пассажираобороте, для которых разработаны экономико-математические линейные многофакторные модели. Приведены оценки по критериям идентификации модели.

უაკ 625; 30

## კორპორაციული მენეჯმენტის განვითარების სრულყოფა საქართველოს მანქანათმშენებლობაში

ვ. ზეიკიძე, გ. მაისურაძე, თ. რუხაძე, თ. ქამხაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** საქართველოში დღეისათვის სამეწარმეო ურთიერთობის თავისებურებიდან გამომდინარე არ არსებობს კორპორაციული მართვის სახემძღვანელო პრინციპები, რაც მნიშვნელოვან პრობლემებს ქმნის საერთაშორისო კომპანიებთან ურთიერთობაში და ქვეყანაში ეკონომიკის და მათ შორის ისეთი მნიშვნელოვანი დარგის განვითარებაში, როგორცაა მანქანათმშენებლობა. საწყის ეტაპზე აუცილებელია ე.წ. „რბილი სამართლის“ სარეკომენდაციო დოკუმენტების შემუშავება და მისი პრაქტიკაში გამოყენების შედეგად შესაძლებელი გახდება ამ დოკუმენტის დახვეწა და სრულყოფა. მსოფლიო კორპორაციული მართვის გამოცდილების პრაქტიკული გამოყენება საშუალებას იძლევა, რომ საქართველომ წარმატებით უნდა გადაჭრას მანქანათმშენებლობის წინაშე მდგომი ძირითადი ამოცანები.

**საკვანძო სიტყვები:** მენეჯმენტი, მანქანათმშენებლობა, ტრანსპორტი, კორპორაცია.

თანამედროვე მსოფლიოში მნიშვნელოვნად გაიზარდა ინვესტირებული კორპორაციული კაპიტალის მასშტაბები, გაფართოვდა კაპიტალის დაბანდების გეოგრაფია, ჩამოყალიბდა კაპიტალის დაბანდების ახალი ფორმები და მეთოდები. მსოფლიო კორპორაციული მართვის გამოცდილების პრაქტიკული გამოყენება საშუალებას იძლევა საქართველომ წარმატებით გადაჭრას მის წინაშე მდგომი ისეთი ამოცანები, როგორცაა — მანქანათმშენებლობის მომქმედ და ახალ დაფუძნებულ საწარმოებში კორპორაციული მენეჯმენტის ინფორმაციული

გამჭვირვალობის უზრუნველყოფა; საერთაშორისო კორპორაციების წილობრივი მონაწილეობით შექმნილ მანქანათმშენებელ საწარმოებში კორპორაციული მართვის თანამედროვე პრინციპების დანერგვა; მანქანათმშენებელი კომპანიების მენეჯერთა საქმიანობაზე შიდა კონტროლის განხორციელება; კორპორაციათა აქციონერების მენეჯმენტის ინფორმაციული გამჭვირვალობის დანერგვა; ყველა კატეგორიის აქციონერთა მიმართ სამართლიანი მოპყრობის სისტემის დანერგვა; კორპორაციული მენეჯმენტის თანამედროვე პრაქტიკის დანერგვით ჯანსაღი ფინანსური გარემოს შექმნა.

ამჟამად მსოფლიოში სახეზე გვაქვს კორპორაციული მართვის მოდელის სრულყოფის შემდეგი ძირითადი მიმართულებები — კორპორაციებში ინფორმაციის გამჭვირვალობაზე მოთხოვნის გაძლიერება; კორპორაციათა მართვის ორგანოებზე აქციონერთა მხრიდან ზემოქმედების გაძლიერება; კორპორაციებში ინვესტორთა და წვრილ აქციონერთა უფლებების დაცვა კანონმდებლობის სრულყოფით; კორპორაციათა საწესდებო კაპიტალში ცვლილებების შეტანის გამკაცრება და მოგების ხელოვნურად გაზრდის დაუშვებლობა.

დიდ ბრიტანეთში 1992 წლიდან ქედბერის კოდექსის გამოქვეყნების შემდეგ, იგი გადამუშავებული იქნა ევროპული სახელმწიფოების მიერ და დღეისათვის კორპორაციული მენეჯმენტის ბაზა 350 კორპორაციული მართვის კოდექს მოიცავს, რომელიც ძირითადად ეხება დირექტორთა საბჭოების საქმიანობას, მასზე კომპანიათა აქციონერების ხელმისაწვდომობას და მის პერიოდულ განახლებას. საქართველოში დღეისათვის სამეწარმეო ურთიერთობის თავისებურებიდან გამომდინარე არ არსებობს კორპორაციული მართვის სახემდგვანელო პრინციპები, რაც მნიშვნელოვან პრობლემებს ქმნის საერთაშორისო კომპანიებთან ურთიერთობაში და ქვეყანაში ეკონომიკის და მათ შორის ისეთი მნიშვნელოვანი დარგის განვითარებაში, როგორცაა მანქანათმშენებლობა. საწყის ეტაპზე აუცილებელია ე.წ. „რბილი სამართლის“ სარეკომენდაციო დოკუმენტების შემუშავება და მისი პრაქტიკაში გამოყენების შედეგად შესაძლებელი გახდება ამ დოკუმენტის დახვეწა და სრულყოფა.

კორპორაციული მართვის ქართული მოდელის სპეციფიკა გამოყენებული უნდა იქნეს სამამულო მანქანათმშენებელი კორპორაციების მართვის კოდექსის შემუშავებისას. საქართველოს მანქანათმშენებლობას ამ კუთხით დიდი სამომავლო პერსპექტივები გააჩნია, რადგან ქვეყანაში მისი თანამედროვე დარგების აღორძინების ხელშეწყობაზე მრავალმა საეთაშორისოდ აღიარებულმა კომპანიებმა გამოხატეს მზადყოფნა. ახლო მომავალში ქ. ქუთაისში იგეგმება ელექტრომობილების ქარხნის ამოქმედება. ამ საკითხით დაინტერესებულია და სტრატეგიულ პარტნიორობაზე მიიღეს გადაწყვეტილება მსოფლიოში ელექტრომობილების მწარმოებელმა ისეთმა გიგანტებმა როგორცაა, „ჩანგი“, „ვოლვო“, „ფოლცვაგენი“, „ფორდი“. მათმა ერთობლივმა მმართველობამ მიიღეს გადაწყვეტილება, რომ უკვე 2020 წლიდან საქართველო მსოფლიო ბაზარს მიაწვდის ახალ თანამედროვე ელექტრომობილებს.

ძალზე სერიოზულ პარტნიორობაზე გაფორმდა ხელშეკრულებები ჩინურ ZTE Corporation-სა და გერმანულ EURABUS-თან FregioBus-ის ინიციატივით. ამ ორი უდიდესი კორპორაციის დახმარებით უახლოეს მომავალში საქართველო ელექტროავტობუსების პირველ ნაკადს გამოუშვებს. ქართული მხარის წარმომადგენლებმა ჩინურ კორპორაცია ZTE-ში გაიარეს სტაჟირება და ხელშეკრულებებსაც მოეწერა ხელი. საწარმო გერმანულ-ჩინურია, სადაც ელექტროავტობუსები აზიური, ამერიკული და ევროპული ბაზრებისთვის იქმნება. ევროპული ქვეყნებისთვის განკუთვნილი პროდუქციის წარმოებაში წამყვან როლს EURABUS თამაშობს. ტრანსპორტს ევროპული კომპლექტაცია აქვს, შესაბამისად სტანდარტიც უმაღლესია. სატრანსპორტო საშუალება ადაპტირებულია შშმ პირებისთვისაც. ავტობუსის ნაწილები გერმანიაში მზადდება, ხოლო ალუმინის კორპუსი, მთავარი ღერძი და კორპუსის შეკვრა, მთლიანად ჩინურ მხარეზეა მინდობილი. საწყის ეტაპზე, გერმანული და ჩინური კომპანიები ავტობუსის ასაწყობად ნაწილებს გამოგზავნიან, ქართულ საწარმოში კი, უბრალოდ ელექტროავტობუსების საბოლოო პროდუქტი შეიქმნება.



FregoBus-სი სამომავლოდ ავტობუსის ნაწილების საქართველოში წარმოებასაც გეგმავს – შესაძლოა მინები, ალუმინის კორპუსები და სკამები, სწორედ ქართულმა კომპანიებმა დაამზადონ. ამ შემთხვევაში ძირითადი დაინტერესებული მხარე გერმანიაა, რადგან საქართველოში წარმოება დაბალ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. გარდა იმისა, რომ ჩინეთის მსგავსად საქართველოში გადასახადები და კომუნალური მოსაკრებლები დაბალია, იაფია ნედლეული და მუშახელი, ასევე საქართველო გეოგრაფიულად გერმანიასთან ბევრად ახლოსაა. ამასთან ერთად, ქვეყანაში შესაძლებელია საგადასახადო შეღავათებით სარგებლობა. საგულისხმოა ის ფაქტიც, რომ როგორც ევროპასთან, ასევე ჩინეთთან, თავისუფალი ვაჭრობის ხელშეკრულება გვაქვს გაფორმებული. აქედან გამომდინარე, საქართველოში წარმოება გერმანიისთვის ბევრად იაფი და ხელმისაწვდომია.

მანქანათმშენებლობაში სამომავლოდ კორპორაციული მართვის პრინციპების დამკვიდრებისათვის აუცილებელია სამრეწველო საწარმოებისათვის სპეციალური მართვის კოდექსის შემუშავება, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ახლად შექმნილ კორპორაციებში მართვის სტრუქტურის გამჭვირვალობა და აღიაროს კომპანიათა ერთგულება კორპორაციული მართვის პრინციპების მიმართ. ამ მიზნის ხორცშესხმისათვის აუცილებელია შემდეგი ნაბიჯების გადადგმა — აუცილებელია პასუხისმგებლობის მქონე და ანგარიშვალდებული მენეჯმენტის არსებობა; კომპანიებში ეფექტური სამეთვალყურეო და დირექტორთა საბჭოების ფორმირება; კომპანიაში რისკის მართვისა და შიდა აუდიტის ეფექტური სისტემის დანერგვა; ინფორმაციის სათანადო გამჟღავნება და გამჭვირვალობის უზრუნველყოფა.

საქართველოს მანქანათმშენებლობაში კორპორაციული მართვის გამჭვირვალობის უზრუნველყოფისთვის აუცილებელია დაიხვეწოს საკანონმდებლო ბაზა. ამ მიზნით ცვლილებები უნდა შევიდეს საქართველოს კანონში „მეწარმეობის შესახებ“, რადგან აღნიშნულ კანონში არ არის გათვალისწინებული აქციონერთა უფლებების დაცვა, ასევე დარეგულირებული

ხემდღვანელ პირთა პასუხისმგებლობის საკითხი. აღნიშნულის გასწორების მიზნით წარმოდგენილი კანონიდან ამოღებული უნდა იქნეს მე-4 თავი და მის სანაცვლოდ უნდა შემუშავდეს ახალი კანონი „ სააქციო საზოგადოებების მართვის შესახებ“ ევროპის განვითარებული ქვეყნების მსგავსად, რომელიც დაარეგულირებს კორპორაციათა მართვის გამჭვირვალობას. ამავე დროს „მეწარმეთა შესახებ“ საქართველოს კანონში უნდა გასწორდეს 55-ე მუხლის მე-2 ნაწილში არსებული ხარვეზი, რომლის თანახმადაც სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი შეიძლება იყოს ამ სააქციო საზოგადოების დირექტორი.

კომპანიებში ეფექტური კორპორაციული მენეჯმენტის განხორციელებისათვის გაყოფილი უნდა იქნეს მმართველობა და მონიტორინგი. განვითარებული ქვეყნების კორპორაციული მართვის პრაქტიკაში სამეთვალყურეო საბჭო ძირითადად მონიტორინგს უწევს დირექტორთა საქმიანობას და უნდა გამოირიცხოს სამეთვალყურეო საბჭოებში დირექტორთა წევრობა. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ევროკავშირის პრაქტიკული გამოცდილების გათვალისწინებით საქართველოსთვის დამუშავდეს სამრეწველო საწარმოებისათვის კორპორაციული მართვის კოდექსი, რომელის უზრუნველყოფ და დააჩქარებს ქვეყანაში კორპორაციული მენეჯმენტის განვითარებას მანქანათმშენებლობაში და მიმზიდველს გახდის ამ დარგს უცხოელი ინვესტორებისათვის.

#### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. მ. გოცირიძე - კორპორაციული მენეჯმენტი, თბ. 2018 წ.;
2. გ. მახარობლიშვილი - კორპორაციული მართვის ზოგადი ანალიზი, თბ., 2015 წ.;
3. საქართველოს კანონი - „მეწარმეთა შესახებ“, თბილისი, 2011 წ.;
4. [www. CorpGovuz. Org.](http://www.CorpGovuz.Org)
5. [www.ecgi.org./codes.](http://www.ecgi.org./codes)
6. [www. Corporacia. org](http://www.Corporacia.org)

## **Improvement of Corporate Management Development in Georgian Machine Engineering**

**V. Zeikidze, G. Maisuradze, T. Rukhadze. T. Khamkhadze**

### **Abstract**

Due to the peculiarities of business relations in Georgia, there are no guiding principles of corporate management, which create significant problems in the relations with international companies and in the development of the country's economy and such important fields as machine-building. In the initial phase, it is necessary to have a so-called "soft-law". The development of soft law recommendation documents and its practical application will make it possible to refine it. Practical application of world-class corporate management experience allows Georgia to successfully address key driving challenges.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА В МАШИНОСТРОЕНИИ ГРУЗИИ**

**Важа Зеიკიძე, გიორგი მაისურაძე, თამარ რუხაძე, თამარი ჯამხაძე**

### **Резюме**

Исходя из особенностей развития предпринимательской деятельности в Грузии не существует руководящих принципов корпоративного управления, что создаёт значительные проблемы при взаимодействии с международными компаниями и перед экономикой страны, в том числе в развитии такой важной отрасли как машиностроение. на начальном этапе обязательна разработка рекомендационных документов т.н. „мягкого законодательства“ и в результате применения на практике станет возможным улучшение и совершенствование этих документов. Практическое применение опыта корпоративного управления в мире предоставляет возможность успешного решения стоящих перед машиностроением Грузии основных задач.

უკ 339; 626.9.

## ლოგისტიკის ეფექტიანობა და საქართველო

მზია მოისწრაფიშვილი, თეა არჩვაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში გადმოცემულია ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსი, რომელიც წარმოადგენს მსოფლიო ბანკის ინდექსს, ქვეყნდება ყოველ ორ წელში ერთხელ და ფასდება 5 ძირითადი კრიტერიუმით, როგორებიცაა: 1. სავაჭრო და სატრანსპორტო გარემოს ეფექტიანობა; 2. სავაჭრო და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხი; 3. კონკურენტუნარიან ფასებში საერთაშორისო გადაზიდვების წარმოების სიმარტივე, 4. ლოგისტიკის მომსახურების სიმარტივე და ხარისხი; 5. მიწოდება დაგეგმილ ან მოსალოდნელ ვადებში. ავტორების აზრით ლოგისტიკის ეფექტიანობის განვითარებისათვის საჭიროა: ტრანსპორტის და ლოგისტიკური სისტემის განვითარების გრძელვადიანი სტრატეგია; ლოგისტიკური ჯაჭვის განვითარება.

**საკვანძო სიტყვები:** ლოგისტიკის ეფექტიანობა, მსოფლიო ბანკის ინდექსი, საბაჟო სისტემა, ინფრასტრუქტურის ხარისხი.

### შესავალი

მიმდებამდე გზავნილის მიტანა და ხარისხი, მათგან ყველაზე მნიშვნელოვნად, შეიძლება ჩაითვალოს ლოგისტიკის მაჩვენებელი, რადგან მასთან მჭიდრო კავშირი აქვს საბაჟო სისტემას და ინფრასტრუქტურის ხარისხს. საბაჟო სისტემა და ინფრასტრუქტურის ხარისხი კი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტვირთის რაოდენობასა და გადაზიდვის ხარისხზე.

პროექტის დამაარსებლის, ჟან ფრანსუა რავის, მოსაზრებით „ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსის დახმარებით ადგილი აქვს საკმაოდ რთულ რეალობასთან, სახელდობრ, მიწოდების ჯაჭვის მახასიათებლის გამოხატვის მცდელობასთან.

ქვეყანაში ლოგისტიკის ხარჯების მაღალ დონეს, რომელიც მის მოცულობას განსაზღვრავს, ხშირად წარმოადგენს არა მანძილი სავაჭრო პარტნიორებს შორის, არამედ მიწოდების ჯაჭვის საიმედოობა“.

### ძირითადი ნაწილი

ლოგისტიკური ეფექტიანობის ინდექსი გამოითვლება საერთაშორისო, ეროვნული ან რეგიონალური ლოგისტიკურ და სასაწყობო ოპერატორების, სატრანსპორტო-საექსპედიტორო კომპანიების გამოკითხვის საფუძველზე. გამოკითხვა შედგება ორი ნაწილისაგან, განისაზღვრება საერთაშორისო და ეროვნული ინდექსი.

საერთაშორისო ინდექსი უზრუნველყოფს ქვეყნის ხარისხობრივ შეფასებას ქვეყნის გარეთ მომუშავე ლოგისტიკის სპეციალისტების მიერ.

ეროვნული, შიდა ინდექსი უზრუნველყოფს ხარისხობრივ და რაოდენობრივ შეფასებას მასში მომუშავე ლოგისტიკის სპეციალისტების მიერ. იგი მოიცავს დეტალურ ინფორმაციას ლოგისტიკის გარემოს, ინფრასტრუქტურის ძირითადი ლოგისტიკური პროცედურის შესრულების დროსა და ხარისხს. საბოლოოდ ხდება ინდექსის ინტერვალური მაჩვენებლის გამოანგარიშება და განისაზღვრება რეიტინგში ამა თუ იმ ქვეყნის ადგილი. გამოკითხვაში მონაწილეობს 150-160 ქვეყანა. მათ რიცხვს 2010 წლიდან საქართველოც შეუერთდა.

იმის მიუხედავად, რომ საქართველო ტრანზიტულ ქვეყნად ითვლება და აქვს უდიდესი პოტენციალი, მსოფლიო მნიშვნელობის ლოგისტიკის ცენტრად იქცეს ლოგისტიკის ინდექსის კრიტერიუმების მიხედვით (ინდექსში) დაბალ და არასტაბილურ ადგილს იკავებს. მაგალითად: საქართველო 2016 წელს 2,35 ქულით 130 ადგილს იკავებს, 2014 წელს 2,51 ქულით. 116-ე ადგილი დაიკავა, 2012 წელს კი 2,77 ქულით 77 ადგილზე იმყოფებოდა.

როგორც ვხედავთ, 2016 წელს 2014 წელთან შედარებით საქართველოს პოზიცია 14 ადგილით შემცირდა 2012 წელთან შედარებით კი 53 ადგილით.

ინდექსში საქართველოს პოზიციის მკვეთად გაუარესება მეტყველებს, რომ საბაჟო და სატრანსპორტო სისტემაში წლების განმავლობაში ცვლილება არ

მომხდარა და არც ინფრასტრუქტურის გასაუმჯობესებლად გაკეთებულა რამე. ამ ფონზე კი სხვა ქვეყნებმა მნიშვნელოვანი პროგრესი განიცადეს, ამიტომაც მრავალმა ქვეყანამ და მათ შორის ყოფილმა საბჭოთა ქვეყნებმა, რომლებსაც საქართველო 2012 წელს უსწრებდა 2014 და 2016 წლებში იგი უკან ჩამოიტოვეს.

მეტი თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების რეიტინგი წლების მიხედვით, თუ როგორ იყო გადანაწილებული ადგილები ქულების მიხედვით:

	2012 წელი	2014 წელი	2016 წელი
ლიტვა	2,95	3,18	3,36
ესტონეთი	2,86	3,26	3,36
უკრაინა	2,85	2,90	2,74
ლატვია	2,78	3,40	3,33
საქართველო	2,77	2,51	2,35
ყაზახეთი	2,65	2,70	2,75
ბელარუსია	2,61	2,64	2,40
რუსეთი	2,58	2,69	2,57
სომხეთი	2,66	2,67	2,21
აზერბაიჯანი	2,48	2,45	–
უზბეკეთი	2,46	2,39	2,40
მოლდოვა	2,33	2,65	2,61
ყირგიზეთი	2,35	2,21	2,16
ტაჯიკეთი	2,28	2,53	2,06
თურქმენეთი	–	2,30	2,21

როგორც ზემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს 2014-2016 წლებში საქართველომ კონკურენცია ვერ გაუწია ყაზახეთს, რუსეთს, სომხეთს, მოლდოვას, ბელარუსიას და უზბეკეთს (და რეიტინგში მე-10 ადგილს დაჯერდა).

2012 წელთან შედარებით ასევე მკვეთრად გაუარესდა ინდექსის მაჩვენებლის ქსელები, რაც მეტყველებს საბაჟო პროცედურების გართულებას, საერთაშორისო გადაზიდვების და საერთაშორისო გზავნილების სიმცირეს.

მაღალი შემოსავლიანობის ქვეყნებში სულ უფრო აღიარებენ „მწვანე ლოგისტიკის“ ე.ი. ეკოლოგიურად სუფთა ლოგისტიკური მომსახურების მნიშვნელობას და იზრდება მოთხოვნილება მასზე. ამ კონტექსტში იზრდება ყურადღება საქართველოს მთავრობის სტრატეგიული დოკუმენტის „საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგია „საქართველოს 2020“ – მიმართ; ქვეყნის სატრანზიტო პოტენციალის მაქსიმალურად გამოყენებისათვის

აღნიშნულ დოკუმენტში დასახულია ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსის გაუმჯობესების მიზანი, კერძოდ, 2017 წელს თუ იგი 3,1 გახდა, 2020 წელს – 3,3 უნდა იყოს.

საქართველოს გაუმჯობესება დაეტყო მხოლოდ მიწოდების დაგეგმილ ან მოსალოდნელ ვადებში მიმდებამდე გზავნილების მიტანის სიხშირეში, თუმცა ამას არ გამოუწევია საერთო რეიტინგში დაწინაურება.

ლოგისტიკის ეფექტიანობის მაჩვენებლების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება შესაძლებელია სასაზღვრო კონტროლის პროცედურების ეფექტიანობის ამაღლების ხარჯზე. არანაკლებ მნიშვნელოვანია საზღვარზე წარმოდგენილი სხვა უწყებების მუშაობის გაუმჯობესება, მათ შორის იმათი, რომლებიც პასუხს აგებენ სანიტარულ და ფიტოსანიტარულ კონტროლზე, ხშირად აუცილებელია მრავალმხრივი მიდგომა.

### დასკვნა

ლოგისტიკის ეფექტიანობის გაზრდას ხელს უშლის ინფრასტრუქტურის, ლოგისტიკური კონკურენტუნარიანობის და სატრანსპორტო სისტემის განვითარების დაბალი დონე.

ავტორების აზრით მათი განვითარებისათვის საჭიროა შემუშავდეს:

- ტრანსპორტის და ლოგისტიკური სისტემის განვითარების გრძელვადიანი სტრატეგია;
- სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბება, რაც ითვალისწინებს სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის კომბინაციას და შესაბამისად გააუმჯობესებს ეფექტიანობას;
- ლოგისტიკური ჯაჭვის განვითარება
- ინვესტიციების მოზიდვა და ინფრასტრუქტურის განვითარება.

ლოგისტიკის განვითარების ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით ასევე საჭიროა სტრატეგიის განსაზღვრა, რომელიც უნდა გამომდინარეობდეს ტრანსპორტის განვითარების გეგმიდან. ჩვენს შემთხვევაში ლოგისტიკის განვითარების სტრატეგია დამყარებულია „საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკურ სტრატეგიაზე“.

ეროვნულმა სატრანსპორტო სტრატეგიამ ხელი უნდა შეუწყოს პოლიტიკის პრინციპებს, ინფრასტრუქტურის განსაზღვრას ფართო ასპექტში, როგორცაა სექტორის მართვა, სახელმწიფო და კერძო სექტორის სწორი ფუნქციონირება, ტრანსპორტის სიახლეებს შორის კორდინაცია და ასე შემდეგ, რასაც არ გვაძლევს სოციალურ-ეკონომიკური სტრატეგია.

#### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. ლ. ბოცვაძე, ო. გელაშვილი, მ. მეზურიშვილი – „სატრანსპორტო ლოგისტიკის საფუძვლები“, 2007წ., 485 გვ.;
2. ვ. ხარიტონაშვილი - „სატრანსპორტო სისტემები“, 2013წ., გვ. 80-100;
3. სტატისტიკა - მსოფლიო ბანკის მონაცემებიდან, 2012–16 წწ.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛОГИСТИКИ И ГРУЗИЯ**

**Мзия Моисцрапишвили, Теа Арчвадзе**

#### **Резюме**

Индекс эффективности логистики представляет собой индекс Мирового банка, который публикуется один раз в два года и оценивается пятью основными критериями: 1. Торговое и транспортное окружение эффективности; 2. Качество торговой и транспортной инфраструктуры; 3. Легкость производства конкурентной цены международного перевозка. 4. Легкость и качество обслуживания логистики. 5. Доставка во времени. По мнению авторов, для развития эффективности логистики нужно определить долгосрочную стратегию развития транспорта и систем логистики, развития цепь логистики.

### **EFFECTIVENESS OF LOGISTICS AND GEORGIA**

**Mzia Moistsrapishvili, Tea Archvadze**

#### **Abstract**

In the paper is stated the logistics efficiency index thjat represents a world bank index, published every two years and evaluated on five key criteria, such as: 1. efficiency of the trading and transport environment; 2. quality of trade and transport infrastructure; 3. simplicity of production of international shipping at competitive prices; 4. simplicity and quality of logistics service; 5. delivery within the planned or expected timeframe. According to the authors, in order to improve the effectiveness of logistics, it is necessary to: long-term strategy of transport and logistics system development; logistics chain development.



უკვ 625; 30

## მენეჯმენტის როლი საწარმოს პროდუქტიულობის ამაღლებაში

ნუნუ აჩუაშვილი, ია გოდერძიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ., №77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ბოლო წლებში ჩვენს ქვეყანაში მნიშვნელოვანი რეფორმები განხორციელდა ბიზნეს გარემოს გაუმჯობესების მიმართულებით, რასაც ეკონომიკური ზრდა მოყვა. უმნიშვნელოვანეს და ურთულეს საკითხს წარმოადგენს მართვის პროცესის ეფექტიანობის ამაღლება. პროდუქტიულობა ერთერთი რაოდენობრივი მაჩვენებელია, რომელიც განისაზღვრება წარმოების საბოლოო შედეგის შეფარდებით მასზე გაწეულ დანახარჯებთან. პროდუქტიულობის ამაღლება, როგორც საწარმოში ასევე ქვეყანაში წარმოადგენს კეთილდღეობის ამაღლების წყაროს. საწარმოებში მთელი ქვეყნის მასშტაბით აუცილებელია განხორციელდეს კაპიტალდაბანდება და ფონდალჭურვილობის ამაღლება, რაც პროდუქტიულობის ამაღლებას შეუწყობს ხელს.

**საკვანძო სიტყვები:** პროდუქტიულობა, ეკონომიკური ზრდა, ეფექტიანობა, მართვის პროცესი, კაპიტალდაბანდება, ფონდუკუგება.

ეკონომიკის განვითარებაში განსაკუთრებულ როლს სამეწარმეო სექტორი ასრულებს ამავე დროს მცირე და საშუალო ბიზნესის ზრდა იწვევს სამუშაო ადგილების წარმოშობას, დასაქმების ზრდას და ქვეყნის კეთილდღეობის დონის ამაღლებას.

ბოლო წლებში ჩვენს ქვეყანაში მნიშვნელოვანი რეფორმები განხორციელდა ბიზნეს გარემოს გაუმჯობესების მიმართულებით, რასაც ეკონომიკური ზრდა მოყვა. კერძო სექტორის განვითარების მხარდაჭერა ასახულია საქართველოს სოციალურ - ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიაში - „საქართველო 2020“.

აღნიშნული სტრატეგია სამ ძირითად მიმართულებას მოიცავს: 1. კერძო სექტორის კონკურენტუნარიანობა; 2. ადამიანური კაპიტალის განვითარება და 3. ფინანსებზე ხელმისაწვდომობა.

იმისათვის, რომ ეს მიმართულებები წარმატებით განხორციელდეს უმნიშვნელოვანეს და ურთულეს საკითხს წარმოადგენს მართვის პროცესის ეფექტიანობის ამაღლება. რომ მივიღოთ სასურველი შედეგი, თანამშრომელთა მართვა შერწყმული უნდა იყოს პროფესიულ ცოდნასა და უნარებზე დამყარებულ ცოდნასთან. თანამედროვე მენეჯმენტის განვითარებას სწორედ ტექნიკური საშუალებების სრულყოფამ და თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვამ ჩაუყარა საფუძველი.

ეფექტური მართვის პროცესის განხორციელება ემყარება ორგანიზაციის ისეთი მახასიათებლების გამოყოფას და გამოყენებას, როგორცაა: რესურსები, გარე ფაქტორებთან დამოკიდებულება, შრომის ჰორიზონტალური დანაწილება, ქვედანაყოფების არსებობა ანუ შრომის ვერტიკალური დანაწილება.

მენეჯერის წინაშე გარკვეულ მოთხოვნებს აყენებს დრო და დროის მონაკვეთი, რადგან ორგანიზაციის მართვა მიმდინარე პროცესია და მენეჯერი ზუსტად უნდა ჩაეტიოს დროის მოთხოვნის „ჩარჩოებში“. წარმატება კი არის ის ძირითადი ფაქტორი, რომელიც შეაფასებს მენეჯერის საქმიანობას და გამოიხატება, როგორც რაოდენობრივ ასევე ხარისხობრივ მაჩვენებლებში.

პროდუქტიულობა - ერთ-ერთი რაოდენობრივი მაჩვენებელია, რომელიც განისაზღვრება წარმოების საბოლოო შედეგის შეფასებით მასზე გაწეულ დანახარჯებთან. ეფექტიანობა ხარისხობრივი მაჩვენებელია და გამოხატავს მომხმარებლის დაკმაყოფილების ხარისხს.

საწარმოში წარმატებულად რომ განხორციელდეს მენეჯერული მართვა გასათვალისწინებელია შემდეგი ფაქტორები:

- განზოგადების გზით მოვლენათა ანალიზი;
- სიტუაციური მიდგომების გამოყენება;
- სტრეოტიპის მიუღებლობა.

მმართველობითი ფუნქციების განხორციელებას უზრუნველყოფენ მენეჯერული როლები. ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით, როლები დაჯგუფებულია ბლოკებად. ესენია: პიროვნებათაშორისი, საინფორმაციო და გადაწყვეტილების მიმღები.

თუ მენეჯერი სრულფასოვნად შეასრულებს თავის როლს, მას მენეჯერულ საქმიანობაში წარმატების დიდი შანსი ექნება. ამავე დროს მას შემუშავებული უნდა ქონდეს მართვის საკუთარი სტილი და თავის საქმიანობაში უნდა ითვალისწინებდეს წარმატებული და წარუმატებელი მუშაობის გამომწვევ ძირითად ფაქტორებს.

წარმატებულ მართვაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია დაგეგმვას. იგი რთული, არაერთგვაროვანი და მუდმივად განახლებადი პროცესია. გეგმაში მოცემულია ორგანიზაციის ოპტიმალური მიმართულება არსებული რეალობიდან, დასახულ მიზნამდე. კორექტირებებს მასში იწვევს გარემოში მიმდინარე ცვლილებები.

ორგანიზაციის დაგეგმვისას ურთიერთშესაბამისობაში უნდა იყოს ორგანიზაციის მისია, მიზნები და ამოცანები, რომელიც რაციონალურობით უნდა ხასიათდებოდეს. მისიის ჩამოყალიბებით იწყება გეგმის შედგენის პროცესი. მისიის საფუძველზე განისაზღვრება ორგანიზაციის სტრატეგიული მიზნები და გეგმები, ხოლო მმართველობითი იერარქიის შუალედურ საფეხურზე განისაზღვრება ტაქტიკური ხასიათის მიზნები და გეგმები.

ეფექტური მართვის მისაღწევად მართვის პრაქტიკაში გამოიყენება მართვა მიზნების მიხედვით, სიტუაციური გეგმები და მუდმივი და ერთჯერადი გეგმები. განუსაზღვრელ გარემოში საქმიანობის წარმატებით განხორციელებისთვის გამოიყენება დაგეგმვის ისეთი სპეციფიკური მეთოდი, როგორცაა სიტუაციური გეგმები.

სიტუაციურ გეგმებში განხილულია მოვლენის განვითარების სხვადასხვა სცენარები, რომლებშიც განხილულია მოვლენათა განვითარების სხვადასხვა ვარიანტები. ასეთი გეგმების შედგენას წინ უსწრებს ორგანიზაციის კონტროლს

გარეთ არსებული ფაქტორების ანალიზი, რისკების შეფასება და მათი გავლენის გათვალისწინება.

ეფექტიან მართვის განხორციელებისათვის საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება ხანგრძლივადიანი და ერთჯერადი გეგმები. ერთჯერადი გეგმები გამოიყენება ისეთი მიზნის მისაღწევად, რომელთა განმეორება მომავალში ნაკლებად სავარუდოა. ასეთ გეგმებს მიეკუთვნება სხვადასხვა სახის პროგრამები და პროექტები.

ზოგჯერ ორგანიზაციის წინაშე წარმოიშვება გაუთვალისწინებელი სიტუაციები. მენეჯერები მძიმე ვითარებიდან გამოსასვლელად იყენებენ კრიზისულ სიტუაციებში დაგეგმვის განხორციელებას. მათ დროის მცირე მონაკვეთში უნდა შეადგინონ მოქმედების დაბალანსებული ანტიკრიზისული გეგმა. კრიზისული სიტუაციების სწორი მართვა მოითხოვს სამი ძირითადი სტადიის გავლას: კრიზისული სიტუაციის პრევენცია, მოსამზადებელი სტადია და შეკავების სტადია.

მენეჯერებმა წარმატებული მართვისათვის უნდა უზრუნველყონ დაგეგმვის პროცესში თანამშრომელთა ჩართულობა, რაც კრეატიული გადაწყვეტილებების შემუშავებას და მათ წარმატებით რეალიზაციას უწყობს ხელს.

მართვის პროცესში ძალზედ მნიშვნელოვანია კონტროლის ფუნქცია, რომელიც მუდმივმოქმედი პროცესია და ორგანიზაციის გამართულ მუშაობას უზრუნველყოფს. იგი საშუალებას გავაძლევს დროულად დავადგინოთ დაშვებული შეცდომები, შევაფასოთ არაპროგნოზირებადი მოვლენები, მოვახდინოთ კრიზისული სიტუაციის პრევენცია და შევინარჩუნოთ განვითარების სწორი გზა.

ორგანიზაციის საქმიანობის პროცესში ზოგჯერ წარმოიშობა გაუთვალისწინებელი სიტუაციები, რომლებიც წარმოქმნიან პრობლემებს. გადაუჭრელი პრობლემების დაგროვება იწვევს ორგანიზაციის სტაგნაციას, თანამშრომელებში მოტივაციის დაკარგვას ეს ყველაფერი კი კონტროლის ნაკლებობით შეძლება აიხსნას.

მენეჯერებს პროფესიული საქმიანობის ყველა ეტაპზე უწყვეტ სათანადო გადაწყვეტილებების მიღება. პრობლემის ხასიათი, განუსაზღვრელობის ხარისხი და მისი განმეორებადობა განაპირობებს გადაწყვეტილების ტიპს და მმართველობითი იერარქიის დონეს. გადაწყვეტილების მისაღებად გამოყენებული მეთოდებიდან მიჩნეულია „თანამშრომელთა თანამონაწილეობის მეთოდი“. აღნიშნული მეთოდი ორიენტირებულია პიროვნული ინიციატივის მხარდაჭერაზე და ჯგუფური მუშაობის სრულყოფაზე. თანამშრომელების ზერელე და ფორმალური ჩართულობა იწვევს თანამშრომელთა აპათიას შესასრულებელი სამუშაოს მიმართ, რასაც შრომის ნაყოფიერების შემცირება მოსდევს.

მენეჯერების უმთავრესი ამოცანა კარგად მომზადებული თანამშრომელების, როგორც ორგანიზაციის უმთავრესი რესურსის ეფექტიანად გამოყენებაა. აღნიშნული გულისხმობს თანამშრომელთა ნიჭის და უნარის სათანადოდ რეალიზაციას. ადამიანური რესურსების სწორად მართვას შედეგად მოსდევს შრომის ნაყოფიერების ამაღლება და შესაბამისად საწარმოს ფინანსური მაჩვენებლების გაუმჯობესება. პროდუქტიულობა და ეფექტიანობა ის ცნებებია რომლებიც გამოხატავს საწარმოს წარმატებას.

პროდუქტიულობის სახეებია ინდივიდუალური, თანამშრომელების (კოლექტიური) და ორგანიზაციის. ინდივიდუალური პროდუქტიულობა ასახავს თანამშრომელის შრომის ნაყოფიერებას და მიღებული შედეგის სარგებლიანობას კონკრეტულ დარგში. ინდივიდუალური პროდუქტიულობის გასაშუალებელი მაჩვენებლის გათვალისწინებით ხდება ორგანიზაციაში თანამშრომელების თანამდებობრივი დავალებების შემუშავება.

თანამშრომელების ჯგუფური პროდუქტიულობა განისაზღვრება ჯგუფში შემავალი ინდივიდების პროდუქტიულობის არითმეტიკული ჯამის სახით. ორგანიზაციის პროდუქტიულობა მოიცავს ორგანიზაციაში შემავალი ჯგუფებისა და ცალკეული ინდივიდების პროდუქტიულობის ჯამს აღნიშნული სინერჯის მიღწევა შესაძლებელია სწორი მენეჯმენტის მიღწევით.

ორგანიზაციის პროდუქტიულობას განაპირობებს: გარე ფაქტორები, სტრატეგია, სტრუქტურა, ტექნოლოგია სამუშაო პროცესები, ორგანიზაციული კულტურა. პროდუქტიულობის სახეობების ურთიერთდამოკიდებულება ცხადყოფს, რომ ჯგუფური პროდუქტიულობა დამოკიდებულია ინდივიდუალურ პროდუქტიულობაზე. საწარმოს პროდუქტიულობის შეფასებისათვის გამოიყენებენ: მიზნობრივ, სისტემურ და დროით მიდგომებს.

მიზნობრივ მიდგომებში მნიშვნელოვანია ორგანიზაციის ფინანსური მდგომარეობის გაუმჯობესება, კერძოდ ორგანიზაცია სიცოცხლისუნარიანია თუ მას შეუძლია დაფაროს თავისი საფინანსო ვალდებულებები. რაც გულისხმობს საქმიანობის ისე წარმართვას, რომ დააკმაყოფილოს პროდუქტიულობის მინიმალურად დასაშვები მოთხოვნები და ორგანიზაცია განვითარებადია თუ შესწევს უნარი არა მარტო დაფაროს ვალდებულებები, არამედ შექმნას სარეზერვო ფონდები, დააფინანსოს კონკურენტუნარიანობის ასამაღლებლად საჭირო პროგრამები.

საფინანსო მიდგომით პროდუქტიულობის გაანგარიშება ძალზედ მარტივია და იანგარიშება მოგების შეფარდებით აქტივების ან კაპიტალის ღირებულებასთან. სისტემური მიდგომით პროდუქტიულობა განისაზღვრება არა მარტო კონკრეტული არამედ გარე ფაქტორების შიდა ცვლადების გათვალისწინებით. მიღებული შედეგი განსაზღვრებს არა მარტო შესრულებული საქმიანობის პროდუქტიულობას, არამედ ქმნის წარმოდგენას მისი ხელმძღვანელის მართვის უნარზე.

დროითი მიდგომის მიხედვით პროდუქტიულობის გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება გარემომცველი არე და მასში მიმდინარე ცვლილებები აგრეთვე საკუთარი სასიცოცხლო ციკლის ეტაპი. დრო წარმოშობს გარკვეულ მოთხოვნებს და განვითარების ტენენციებს და გავლენას ახდენს ორგანიზაციის საქმიანობის შეფასების მაჩვენებლებზე. დღეს ფართოდ გამოიყენება შეფასების დროითი კრიტერიუმები, რომელიც ორგანიზაციის სასიცოცხლო ციკლთან ერთად ითვალისწინებს გარემომცველი არის პერიოდულ ცვლილებებს.

**„ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა “ - №3 (46) 2019**

პროდუქტიულობის ამაღლება როგორც საწარმოში ასევე ქვეყანაში წარმოადგენს კეთილდღეობის ამაღლების წყაროს. იგი ქვეყნის უნარია გააუმჯობესოს დროთა განმავლობაში ქვეყანაში ცხოვრების სტანდარტი და უზრუნველყოს ერთ დასაქმებულზე წარმადობის ამაღლება. ჩვენი ქვეყნის მასშტაბით წარმოებული პროდუქციის მოცულობა წარმოდგენილია ცხრილში.

*ცხრილი №1*

	2013 წ.	2014 წ.	2015 წ.	2016 წ.	2017 წ.
პროდუქციის გამოშვება სულ (მილნ. ლ)	23553,6	26068,6	29993,9	34156,9	38206,8
დასაქმებულთა რაოდენობა (კაცი)	550885	592147	626739	666790	708165
კაპიტალი (მილიონი ლარი)	20346,4	23183,8	24829,9	28195,1	34880,5
წარმოების და რეალიზაციის მთლიანი ხარჯი (მილ. ლარ.)	40531,2	46355,8	52861,2	59121,3	66258,5
ხელფასი და გასამრჯელო (ლარი)	760,1	800,5	896,8	938,3	1019,7
შრომის მწარმოებლურობა (ლარი)	42756	44024	47857	51226	53952
კაპიტალის მწარმოებლურობა პროდუქციის გამოშვება 1000 ლარის ძირითად კაპიტალზე	1157,1	1124,4	1208,0	1211,4	1095,4

ცხრილში მოცემული მაჩვენებლები ნათლად ასახავს ჩვენს ქვეყანაში ერთ სულზე გამოშვებული პროდუქციის მოცულობის ზრდას, რომელიც 2013 -17 წლის მონაკვეთში გაზრდილია 62% -ით. წინა წელთან შედარებით კი 11.85% -ით. ასევე ზრდადობით გამოირჩევა ცხრილში მოყვანილი ყველა მაჩვენებელი გარდა კაპიტალის მწარმოებლურობა, რომელიც 2013 -2017 წლებში შემცირებულია - 5,33%-ით, ხოლო 2016 წელთან შედარებით -9,58%-ია.

აღნიშნული მიუთითებს იმაზე, რომ საწარმოებში მთელი ქვეყნის მასშტაბით აუცილებელია კაპიტალდაბანდებები, ფონდალჭურვილობის ამაღლება რაც პროდუქტიულობის ამაღლებას შეუწყობს ხელს. ის რაც ეხება ქვეყანას ეხება ბიზნესსაც, სადაც უნდა განხორციელდეს კაპიტალის ინვესტიცია ისეთი

მიმართულებით რასაც მოყვება გრძელვადიან პერიოდში პროდუქტიულობის ამაღლება. ამავე დროს პროდუქტიულობა უნდა განიხილებოდეს, როგორც კონკურენციული უპირატესობა.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. შალვა მაჭავარიანი - მენეჯმენტის საფუძვლები: თეორიები, კონცეფციები და პრაქტიკული მიდგომები, 2014წ.;
2. <https://atsu.edu.ge/EJournal/BLSS2015/eJournal/Papers/Business/KikodzeNunu.pdf>
3. Geostat.ge
4. <http://www.economy.ge/uploads/ecopolitic>

**Роль руководства в повышении производительности предприятия**

**Нуну Ачуашвили, Я Годердзишвили**

**Резюме**

В последние годы в нашей стране были проведены значительные реформы для улучшения деловой среды, за которыми последовал экономический рост. Повышение эффективности управления процессами является наиболее важной и наиболее важной проблемой. Производительность - это один из количественных показателей, который определяется отношением конечной продукции к понесенным затратам. Повышение производительности как на предприятии, так и в стране является источником процветания. Предприятия по всей стране должны инвестировать в капитал и улучшить сбор средств для повышения производительности.

**Management's Role in Enhancing Enterprise Productivity**

**Nunu Achuashvili, Ia Goderdzishvili**

**Abstract**

In recent years, significant reforms have been implemented in our country to improve the business environment and that was followed by economic growth. Increasing the effectiveness of the management process is the most important and most important issue. Productivity -is one of the quantitative indicators that is determined by the ratio of the final output to the costs incurred. Increasing productivity both in the enterprise and in the country is a source of prosperity. Enterprises across the country need to invest in capital and improve fundraising to boost productivity.



უკ 330; 658

## მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების

### აუთსორსინგი მრეწველობაში

მადონა კუხალიაშვილი, ნატო კიბაბიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175,

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების აუთსორსინგი მრეწველობაში განხილულია სამრეწველო საწარმოდან ლოჯისტიკური საქმიანობის როგორც მისთვის არაძირითადი ანუ დამხმარე საქმიანობის აუთსორსინგზე გატანა, ანუ შესასრულებლად მისი სპეციალიზებულ ლოჯისტიკურ კომპანიაზე გადაცემა. ნაშრომში დასაბუთებულია ამ გადაწყვეტილების მიღების მიზანშეწონილობა იმ შემთხვევაში, თუ სამრეწველო საწარმოს გარე ლოჯისტიკური კომპანიის მომსახურება საკუთარი ძალებით შესრულებულ ლოჯისტიკურ მომსახურებაზე იაფი დაუჯდება. ლოჯისტიკური მომსახურების აუთსორსინგი ფართოდ არის გავრცელებული საზღვარგარეთის სამრეწველო საწარმოთა პრაქტიკაში. იგი დანახარჯების შემცირების ერთერთ ეფექტურ საშუალებად არის მიჩნეული.

**საკვანძო სიტყვები:** მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგება; ლოჯისტიკა; აუთსორსინგი; აუთსორსერი.

### შესავალი

ა. ტომპსონის და ა. ასტრიკლენდის ავტორობით გამოქვეყნებულ სახელმძღვანელოში სტრატეგიული მენეჯმენტი კონკურენციის ხუთი სახის სტრატეგიას შორის პირველი, მესამე და მეოთხე პირდაპირ ან არაპირდაპირ დანახარჯებს უკავშირდება. პირველს ეწოდება დანახარჯების მიხედვით ლიდერობის სტრატეგია, მესამეს ოპტიმალური დანახარჯების სტრატეგია, ხოლო მეოთხეს დაბალ დანახარჯებზე ფოკუსირებული სტრატეგია [1, გვ. 218219].

სიბრძნე არ სჭირდება იმის გარკვევას, რომ სამივე შემთხვევაში კონკურენტებთან შედარებით დაბალი და არა მაღალი დანახარჯები იგულისხმება. მაშასადამე, მეცნიერები ა. ტომპსონი და ა. სტრიკლენდი ასწავლიან კომპანიებს, რომ თუ უნდათ ბაზარზე ლიდერობა და პოზიციის შენარჩუნება, საქმიანობაში მათი სამიზნე უნდა იყოს დანახარჯების შემცირება. კომპანიის მთელი საქმიანობა ფასეულობის შექმნის ჯაჭვის პირველი რგოლიდან, ანუ მომწოდებლიდან, ბოლო რგოლამდე, ანუ პროდუქციის რეალიზაციამდე, ხარჯებს მოითხოვს, ზოგ რგოლში მეტს, ზოგ რგოლში ნაკლებს. კომპანიის მენეჯმენტი სისტემატური ანალიზის საფუძველზე უნდა პოულობდეს დანახარჯების შემცირების შესაძლებლობებს ისე, რომ ამით არც პროდუქციის ხარისხი გაუარესდეს და არც მიწოდების სერვისი.

### ძირითადი ნაწილი

კომპანიის ბიზნესპროცესები, როგორც წესი, იყოფა ძირითად და დამხმარე ბიზნესპროცესებად [2, გვ. 78]. ძირითადი პროცესების შედეგს (მრეწველობაში ეს არის წარმოების პროცესში შექმნილი პროდუქცია) გარე მომხმარებელი იყენებს, დამხმარე პროცესების შედეგს (მრეწველობაში ეს არის მომარაგება, კომპიუტერული უზრუნველყოფა, პერსონალის ტრენინგები და სხვა) კი თვით კომპანია [3, გვ. 46]. ძირითადი პროცესების დიდ ნაწილს კომპანიის საკვანძო კომპეტენციები სჭირდება, დამხმარე პროცესებს კი არა, ამიტომ, თუ არსებობს კომპანია რომლისთვისაც კონკრეტული სამრეწველო საწარმოს დამხმარე პროცესები მისთვის ძირითადი პროცესებია, და, რომლებსაც იგი გაცილებით ნაკლები დანახარჯით ასრულებს, სამრეწველო საწარმომ დაუფიქრებლად უნდა მიანდოს მას თავისი დამხმარე პროცესების შესრულება. ამ პროცესს აუტოსორსინგი ეწოდება, დამხმარე პროცესების გამცემ სამრეწველო საწარმოს შემკვეთი, ხოლო მიმღებს აუტოსორსერი.

საჭირო მასალანედლეულის შესყიდვა და მისით წარმოების მომარაგება სამრეწველო საწარმოში ფასეულობის შექმნის ჯაჭვის პირველად რგოლს წარმოადგენს, და, მასზე რამდენადმე დამოკიდებულია ამ საწარმოს საქმიანობის

ეფექტიანობა. ეკონომიკის არც ერთ დარგში და მით უფრო მრეწველობაში, არ მოიძებნება არა თუ საწარმო, არამედ მისი რომელიმე ქვედანაყოფიც კი, რომელსაც არ სჭირდებოდეს საქონელი, მასალები, ნედლეული ნახევარფაბრიკატები, დეტალები, მაკომპლექტებელი ნაწილები ან რაიმე სხვა. სამრეწველო საწარმოში ამ ფუნქციას ასრულებს მომარაგების განყოფილება, რომელსაც საბაზრო ეკონომიკის ქვეყნებში გავრცელებული ტერმინოლოგიით, საბაზრო ეკონომიკაზე საქართველოს გადასვლის შემდეგ, ჩვენთანაც მათ ლოგისტიკის სამსახურები ეწოდათ.

ლოგისტიკის ძირითადი ოპერაციებია [4, გვ. 20]:

- საქონლის (ნედლეული, მასალები, მზა პროდუქცია და სხვა) ტრანსპორტირება;
- საქონლის შეფუთვის სამუშაოების განხორციელება;
- დატვირთვა, განტვირთვა, გადატვირთვის სამუშაოთა ორგანიზაცია;
- შეკვეთების შედგენა;
- ლოგისტიკურ სამუშაოთა მოცულობის დაგეგმვა;
- საქონლის დასაწყობება და საწყობში გადაადგილების ორგანიზება;
- ლოგისტიკურ ოპერაციებზე დანახარჯების კონტროლი და სხვა.

ოპერაციების ამ ჩამონათვალთან ჩანს, რომ საწარმოს მატერიალურტექნიკური მომარაგების სამუშაოები რთულიცაა, სპეციფიკურიც, მოცულობითიც და საპასუხისმგებლოც. დღეს საწარმოს ლოგისტიკური სამსახურს ევალება საჭირო საქონლის (ნედლეული, მასალები და სხვა), საჭირო რაოდენობით, საჭირო ხარისხით, საჭირო დროს და წინასწარ შეთანხმებულ ფასში შემოტანა, საწარმოს სტრატეგიასთან, ტვირთნაკადების მოძრაობის ყველა გადაწყვეტილების შესაბამისობის უზრუნველყოფა, ლოგისტიკური პროცესები მხოლოდ ახალ, უტყუარ ინფორმაციაზე დაფუძნება, თითოეული ლოგისტიკური ოპერაციის ღირებულების ანგარიში, მრავალი ვარიანტიდან მცირე დანახარჯების მქონე ვარიანტის არჩევა და მრავალი სხვა. ეს საქმიანობა ფაქტიურად არის ლოგისტიკის მენეჯმენტი, რომელიც მოითხოვს მენეჯმენტის ყველა ფუნქციის შესრულებას მატერიალურტექნიკური ნაკადების მოძრაობის დასაწყისიდან საბოლოო

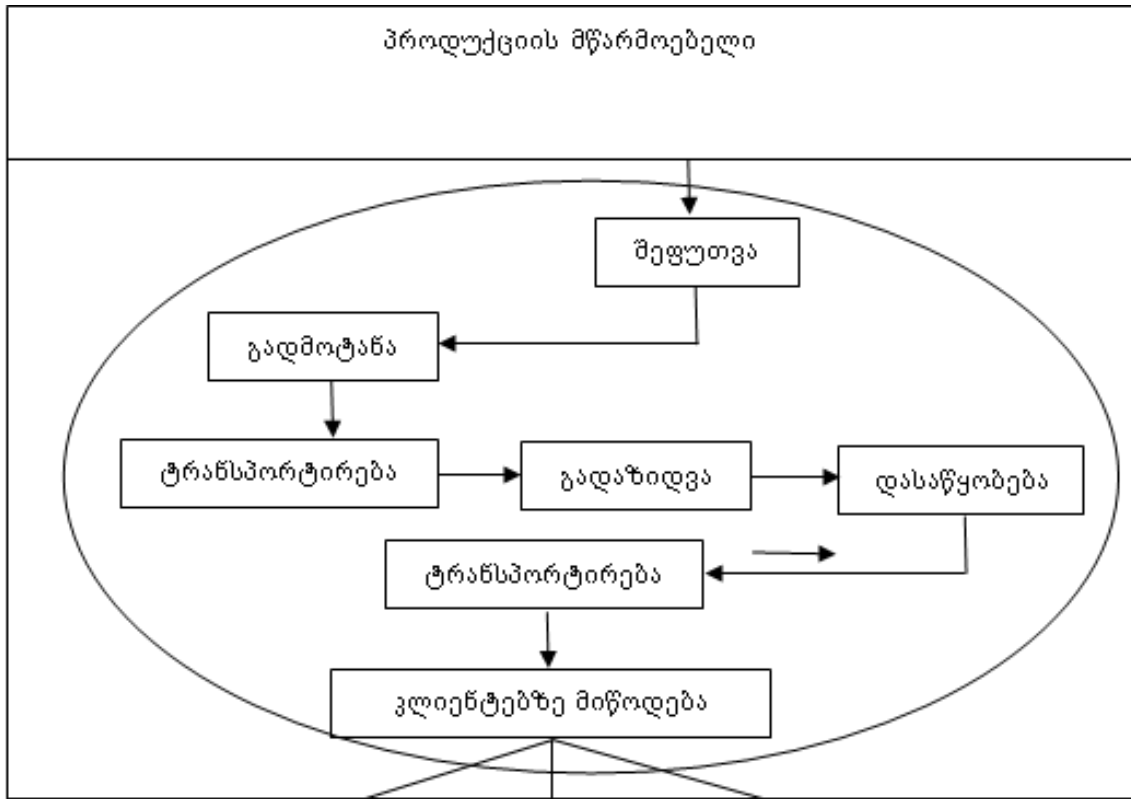
მომხმარებლამდე მის მიწოდებამდე. სამრეწველო საწარმოს მაგალითზე მატერიალური ნაკადის მოძრაობა იწყება მომწოდებლიდან, საბოლოო მომხმარებელი კი არის თვითონ სამრეწველო საწარმო.

ასეთ დროს სამრეწველო საწარმოს ძირითადი საქმიანობა არის რაიმე პროდუქციის წარმოება, ლოგისტიკური ანუ მომარაგებითი საქმიანობა კი მისთვის მხოლოდ დამხმარე საქმიანობაა. ეს რთული და სპეციფიკური საქმე საწარმოს ხელმძღვანელობისგან დიდ ყურადღებას და დიდ ხარჯსაც ითხოვს. მის კარგ ორგანიზებას სჭირდება კვალიფიციური მუშაკები, სატრანსპორტო საშუალებები, საწყობები, ტვირთამწები და მრავალი სხვა. სამრეწველო საწარმოთა პრაქტიკულ საქმიანობაში აქტუალური ხდება შემდეგი საკითხი რა ღირს ლოგისტიკური მომსახურება ანუ რა სჯობია სამრეწველო საწარმოსთვის, მას საკუთრებაში ჰქონდეს ლოგისტიკური ანუ მომარაგების სამსახური, თუ ეს საქმე დაკვეთით შეასრულებინოს მის ფარგლებს გარეთ არსებულ სპეციალიზებულ ლოგისტიკურ ორგანიზაციას, ანუ შიგასაფრმო ლოგისტიკა ჰქონდეს, თუ გარე ლოგისტიკა? ეს გადაწყვეტილება სამრეწველო საწარმომ უნდა მიიღოს მხოლოდ სპეციალური ასეთი შიდა და გარე ლოგისტიკის დანახარჯების გამოანგარიშებით და მათი ურთიერთშედარებით. უპირატესობა უნდა მიეცეს მცირე დანახარჯების ვარიანტს. ლოგისტიკური ფუნქციის პროვაიდერებზე გადაცემა სპეციალიზებულ სატრანსპორტო კომპანიების შექმნის შემდეგ დაიწყო. მათ, სხვა რიგით კომპანიებს აჩვენეს მისაღებ ფასებში მაღალხარისხოვანი მომსახურება. ტრანსპორტირებაში ჩაერთო ლოგისტიკის ყველა დანარჩენი ფუნქცია შეფუთვა, განფუთვა, დასაწყობება და სხვა (ნახაზი 1). ასე რომ წარმოიქმნა ლოგისტიკური მომსახურების პაკეტი, რომელიც აღარ მოიცავს პროდუქციის მხოლოდ ტრანსპორტირებას.

წარმოებაში ლოგისტიკური ფუნქციების გადაცემა აუთსორსინგზე მეტად ხშირად ხდება. თუმცა არის შემთხვევები, როდესაც კომპანიები თავს იკავებენ ამ ქმედების განხორციელებისგან. ეს ხდება შემდეგ შემთხვევებში [3, გვ. 139]:

როდესაც აუთსორსინგზე გადასაცემი ლოგისტიკური ფუნქცია ისე შეკრულია კომპანიის ძირითად ფუნქციასთან, რომ ამ უკანასკნელის მის გარეშე

განხორციელება სინერგიულ ეფექტს არ იძლევა. როდესაც აუტოსორსინგზე გადასაცემი ფუნქცია ადგილზეც მაღალი ხარისხით სრულდება.



*ნახაზი 1. პროდუქციის მიწოდების ლოგისტიკური ფუნქციების აუტოსორსინგი*

როდესაც გარე ინტეგრაცია არ იძლევა ეფექტს, მაგალითად, თუნდაც გეოგრაფიული დაშორების გამო როდესაც კომპანიას უნდა კონკურენტის წინააღმდეგ წარსდგეს სრულ საბრძოლო აღჭურვილობაში, ანუ რომ ის კონკურენტს სჯობია არა მხოლოდ ძირითადი პროდუქციის ხარისხით, ფასით და ა. შ., არამედ შიდა ძალებით შესრულებული ლოგისტიკითაც.

აუტოსორსინგზე დადებული შეთანხმება სხვადასხვანაირია. მისი შინაარსი დამოკიდებულია ლოგისტიკურ პროვაიდერისთვის გადაცემულ ლოგისტიკური ფუნქციების რაოდენობაზე, მათ შესრულების ვადებზე, მათ შორის კორდინირების ხარისხზე და ა. შ.

ლოგისტიკური საქმიანობის (როგორც შიდასაფირმო, ისე გარე) აუტოსორსინგი შეიძლება ხორციელდებოდეს 5 ფორმით:

პირველი ფორმა აუტოსორსინგს არ წარმოადგენს. ამ დროს კომპანია თავისი ძალებით ახორციელებს საკუთარ ლოგისტიკურ საქმიანობას. მეორეა როცა ამ სამუშაოებს გადასცემს ლოგისტიკის სპეციალიზებულ საწარმოს აუტოსორსინგზე, მესამე შემთხვევაა, როდესაც ლოგისტიკურ სამუშაოთა ერთ ნაწილს კომპანია თვითონ ასრულებს (შიდა ლოგისტიკა მაგალითად, კომპანიის საწყობში ტვირთის გადალაგება და სხვა), მეორე ნაწილს (მაგალითად, მზა პროდუქციის ტრანსპორტირება მომხმარებელამდე, ანუ გარე ლოგისტიკა) კი უსრულებს სპეციალური ლოგისტიკური საწარმო, მეოთხე შემთხვევაა, როდესაც კომპანიის ლოგისტიკურ საქმიანობას არა ერთი, არამედ რამდენიმე ლოგისტიკური საწარმო ახორციელებს, ხოლო მეხუთე შემთხვევაა, როდესაც ლოგისტიკური საქმიანობა ხორციელდება ადგილზე, კომპანიის ხარჯით, მხოლოდ ამ საქმის შემსრულებელი პერსონალი არის გარედან დაქირავებული.

ვიდრე კომპანია გადაწყვეტს ლოგისტიკური ფუნქციების აუტოსორსინგზე გატანას, მან უპირველესად საკუთარი შესაძლებლობები სკრუპულოზურად უნდა შეაფასოს. ეს ეხება არა მხოლოდ პერსონალის კვალიფიკაციას ამ საქმეში, არამედ გადაზიდვის ტექნიკურ საშუალებებს, საწყობებს და ა. შ. ერთი სიტყვით, უნდა შეფასდეს გაკეთდება თუ არა ეს საქმე ადგილზე და რის ხარჯად. თუ კომპანიამ გადაწყვიტა რომ ლოგისტიკური საქმიანობა გარეთ უნდა გაიტანოს და მისი შესრულება ლოგისტიკურ პროვაიდერს გადასცეს, და, შემდეგ ეს მომსახურება მისგან იყიდოს, მაშინ ასევე დეტალურად უნდა შეისწავლოს რეგიონში მოქმედი ლოგისტიკური პროვაიდერები, მათი კვალიფიკაცია, სანდოობა, პასუხისმგებლობა საქმეში და სხვა, და, მხოლოდ ამის შემდეგ გააკეთოს არჩევანი მათ შორის.

ლოგისტიკურ საქმიანობაში მეტად მრავალი განმეორებადი ოპერაციები გვხვდება. ესენია: ტვირთის დასაწყობება, გადაადგილება, გადაზიდვა და სხვა მრავალი. მათი რაოდენობა დიდ გავლენას ახდენს დანახარჯების სიდიდეზე და ამიტომ აუტოსორსინგის ოპტიმალურ გადაწყვეტილების მისაღებად ხარჯების გამომანგარიშება პროცესების მიხედვით უნდა მოხდეს.

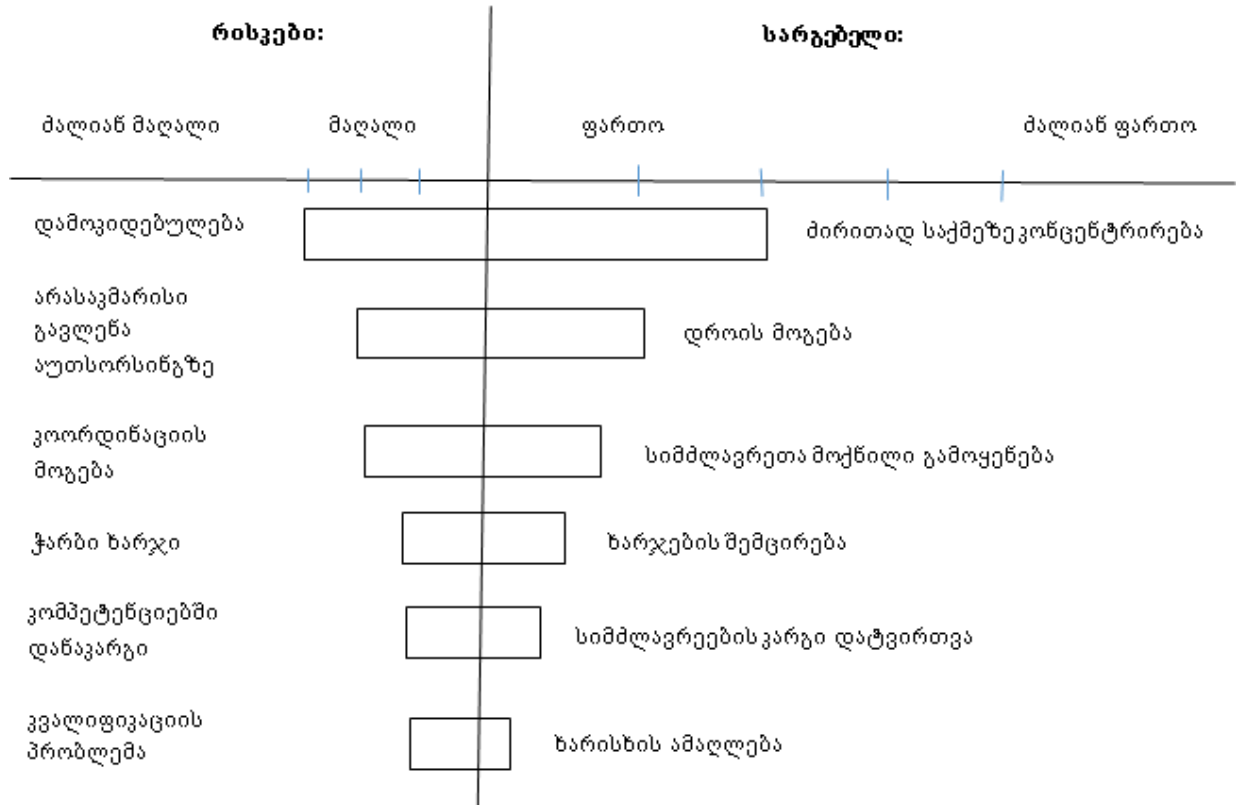
თითოეულ საწარმოში არსებობს მრავალი ისეთი. ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს აუტოსორსინგის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებაზე. ასეთ ფაქტორთა რიცხვს უპირველესად მიეკუთვნება რისკების შემცირება და კონტროლი. კომპანიიდან რაიმე საქმიანობის გარეთ გატანა ლოგისტიკური საქმიანობა იქნება იგი, თუ სხვა, იწვევს გარკვეულ რისკს. როცა ეს საქმე ადგილზე სრულდებოდა, მისი მიმდინარეობის შესახებ კომპანიის ხელმძღვანელობა მუდმივად საქმის კურსში იყო, მაგრამ კომპანიის საზღვრებს გარეთ გატანილ საქმეს იგი ამ დონით ვეღარ გააკონტროლებს და მხოლოდ იმის იმედზე იქნება, რაც იქ პროვაიდერმა თავის თავზე პასუხისმგებლობა აიღო, და, იგი ორმხრივ ხელშეკრულებში დააფიქსირა. ამ ვალდებულებების უზრუნველყოფის გარკვეული გარანტი იქნება ის, რომ საქმიანობის გამცემმა კომპანიამ პროვიდერიდან მოითხოვოს ხარისხის სერტიფიკატი, რომელსაც უნდა ფლობდეს ეს უკანასკნელი და აგრეთვე რამოდენიმე ხანში ერთხელ (სავარაუდოდ წელიწადში ერთხელ) მოსთხოვოს სამუშაოს შესრულების მიმდინარეობაზე აუდიტის დასკვნა.

მეორე ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს კომპანიაში აუტოსორსინგულ გადაწყვეტილებაზე არის მისი და პროვაიდერის (ანუ აუტოსორსერის) ინფორმაციული და კომუნიკაციური თავსებადობა. როგორც წესი, მატერიალურ ნაკადებს ყოველთვის თან სდევს ინფორმაციული ნაკადებიც. აუტოსორსინგის ხელშეკრულებაში ინფორმაციის მიწოდებაც უნდა იყოს მითითებული.

ასეთი ჩანაწერი იძლევა იმის გარანტიას, რომ შემკვეთს აუტოსორსინგზე გაცემული საქმის მიმდინარეობის შესახებ დროის გარკვეულ ინტერვალებით ექნება ინფორმაცია. მასში უნდა აღინიშნოს პროვაიდერის ანუ აუტოსორსერის საბაზრო პოზიციონირების შესახებ.

თუ პროვაიდერს ამ თვალსაზრისით მაღალი რეიტინგი აქვს, შემკვეთ კომპანიამ მასთან არა ერთჯერადი აუტოსორსინგული ხელშეკრულება უნდა გააფორმოს, არამედ მრავალჯერადი ხანგრძლივვადიანი ხელშეკრულება და ამ გზით ის თავის სტრატეგიულ პარტნიორად უნდა აიქციოს.

თუ შემკვეთი კომპანიის დირექტორთა საბჭო საბოლოოდ გადაწყვეტს, რომ საქმიანობის ნაწილი აუთსორსინგზე უნდა გაიტანოს, მაშინ ისიც უნდა გადაწყვიტოს, თუ რამდენად მყარი იქნება მისი კავშირი აუთსორსერთან. აქ საუბარია იმაზე თუ პარტნიორთან კოოპერირების რომელი ფორმით არის იგი დაინტერესებული იერარქიულით თუ ბაზარზე ორიენტირებულით.



ნახაზი 2. აუთსორსინგის სარგებლიანობა და რისკები

იერარქიული კოოპერაციის დროს შემკვეთ ფირმასა და აუთსორსერს შორის მეტად ძლიერი კავშირული ურთიერთობა ყალიბდება, ფაქტიურად ეს არის სათაო კომპანიასა და შვილობილი კომპანიას შორის არსებული ურთიერთობა. თუ ეს ორი კომპანია ერთმანეთს უკავშირდებიან, როგორც გარე პარტნიორები, მაშინ მათ შორის იგება ბაზარზე ორიენტირებული ურთიერთობები. ამასთან, მნიშვნელობა აქვს ეს ურთიერთობა იქნება მოკლევადიანი თუ გრძელვადიანი. კომპანიებს უნდა ახსოვდეთ, რომ გრძელვადიან კონტროლს უპირატესობის გარდა აქვს ნაკლიც, რაც



იმაში მდგომარეობს, რომ ამ კონტრაქტის გაუქმება საკმაოდ ძნელია. მოკლევადიანი კონტრაქტი მალე მთავრდება და თუ ამ პერიოდში გამოჩნდა უფრო ღირსეული აუთსორსერი, შემკვეთ კომპანიას ეძლევა შესაძლებლობა პარტნიორად ის აირჩიოს. ამასთან მოკლევადიანი კონტრაქტის დარღვევაც არ არის ძნელი.

კომპანია, რომელიც გადაწყვეტს საქმიანობის აუთსორსინგზე გატანას, პირველ რიგში ფიქრობს იმ სარგებელზე, რომელსაც ის იქიდან მიიღებს. მაგრამ მას არ უნდა დაავიწყდეს ის რისკებიც, რომლებიც აუთსორსინგს ახლავს (ნახაზი 2).

შემკვეთმა აუცილებლად უნდა იფიქროს იმაზეც, რომ არაძირითადი საქმიანობის მოცემულ შემთხვევაში, ლოგისტიკის საქმიანობის აუთსორსინგზე გაცემამ, მას შეიძლება შეუმციროს იმიჯი და რეპუტაცია და აქედან გამომდინარე, იმოქმედოს ბაზარზე მისი პოზიციის სიმყარეზე.

### დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი მასალა გვიჩვენებს, რომ ნებისმიერ კომპანიას შეუძლია არაძირითადი ოპერაციების შესრულება მიანდოს გარეშე ორგანიზაციას, რომელიც ამას უკეთესი ხარისხითაც შეასრულებს და ნაკლები დანახარჯებითაც. ამ ოპერაციას აუთსორსინგი ეწოდება. ამ ოპერაციას რისკიც ახლავს. ამ მიზეზით აუთსორსინგი უნდა განხორციელდეს მხოლოდ მაშინ, თუ, მისგან მიღებული სარგებელი აღემატება გაწეულ რისკს.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ტომპსონი ა., სტრიკლენდი ა. - სტრატეგიული მენეჯმენტი, თბ., გამომცემლობა შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2010, გვ. 218-219;
2. ხარხელი მ. - ოპერაციული მენეჯმენტი, თბ., 2010წ., გვ. 78;
3. როხვაძე მ. - აუთსორსინგი და აუთსტაფინგი, თბ., 2019წ., გვ. 40, 139;
4. ბოცვაძე კ., ერაძე კ., ბოცვაძე ვ. - ლოგისტიკური მენეჯმენტი და მოდელირება, თბ., 2010წ., გვ. 46.

## **Аутсорсинг материально-технических поставок в промышленность**

**Мадонна Кухалеишвили, Нато Кибабидзе**

### **Резюме**

В статье аутсорсинг материально-технического снабжения в промышленности обсуждаются вопросы аутсорсинга логистической деятельности от промышленного предприятия как неосновной или вспомогательной деятельности до передачи ее специализированной логистической компании для ее выполнения. В этой статье обосновывается целесообразность принятия этого решения в том случае, если услуги внешней логистической компании промышленного предприятия будут дешевле стоимости ее собственных логистических услуг. Аутсорсинг логистических услуг широко распространен в практике зарубежных промышленных предприятий. Он считается одним из наиболее эффективных средств снижения затрат.

## **OUTSOURCING OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPLIES TO INDUSTRY**

**Madona Kukhaleishvili, Nato Kibabidze**

### **Abstract**

In the article outsourcing logistics in the industry are considered the issues of outsourcing logistics activities from an industrial enterprise as a non-basic or auxiliary activity to the transfer to specialized logistics company for its implementation. This article substantiates the feasibility of making this decision if the services of an external logistics company of an industrial enterprise are cheaper than the cost of its own logistics services. Outsourcing of logistics services is widespread in the practice of foreign industrial enterprises. It is considered one of the most effective means of reducing costs.

## EFFICIENCY OF USING VARIOUS SOLAR DRYING UNITS FOR DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS

Ketevan Archvadze, Ilia Chachava

(Georgian Technical University, M. Kostava Str. №77, 0175,  
Tbilisi, Georgia)

**Abstract:** *There are three solar driers 4 constructed and developed at the Georgian Technical University - convectional, large and the sheet solar drier, as well as 12 variants of these structures. The advantages of using a solar dryers on agricultural products are shown compared to natural drying in the open air. Products dried in the solar driers have high consumer properties, vitamin composition is maximally conserved, allsow inactivation of enzymes and micro-organisms occurs in the dried product, substances are stored better, determining the nutritional and biological value of products (sugars, vitamins, etc.).*

**Keywords:** solar dryer, agricultural products, vitamins, dried fruits.

A stable supply of the country's population with high-quality, biologically complete, environmentally friendly food products can be ensured by developing the production potential of the food industry. The use of solar energy in a rational combination with other energy sources in many cases can save a significant amount of fuel and energy resources. The effect of the use of solar energy is especially noticeable in the implementation of the most energy-intensive heat-technological processes in solar plants. Recently, the problem of finding more and more alternative energy sources has become particularly relevant. Currently, various types of renewable energy sources include hydropower, solar, wind, animal and plant biomass.

For the efficiency of the drying process of agricultural products, it is recommended to carry out drying in a solar drying device. There are inventions of varying complexity of solar energy collectors. Three solar drying plants are designed and developed at the Georgian Technical University - convective, large-sized and sheet-mounted solar drying systems, as well as 11 variants of these designs. The use of solar dryers, as shown by studies, reduces drying time, improves the preservation of aroma, nutrients and taste, ensures sterility of products, and also facilitates the storage of dried product (no spoilage and stored longer than usual). As experiments have shown, the use of simple solar-drying plants both in small farms and city

dweller saves money, physical labor, and spares the environment (there is no release of heat and carbon dioxide into the environment). The use of high temperatures (in an electric dryer and ovens) for the preparation of dried fruits often leads to the destruction of vitamins. And drying the raw materials in a natural-solar-air way in the open air usually takes a long time, which also does not affect the quality of the product and its vitamin composition in the best way. But drying in helio-drying devices, as shown by analysis of the data of dried products for vitamins, is the most optimal, because The vitamin composition, consumer and taste qualities of the products are kept as high as possible, and enzymes and microorganisms inactivate in the dried products. Note that during storage, products dried in a solar dryer were more resistant to mold, stored longer than products dried by natural drying in the open air.



*Fig. No. 1. Large-sized solar dryer*

The proposed solar dryers are combination dryers. In windy weather, when the dried product cannot be left in the open air due to strong winds and the raw materials are brought under a canopy, then in these devices drying in windy weather occurs no less intensively than in hot weather if you turn the inlet towards the direction of movement winds (usually to the northwest, because in Georgia northwest winds blow most often). The high drying rate is due

to increased convective motion. The wind creates a fan effect both at the inlet of the solar dryer and at the outlet at the end of the pipe.



*Fig. No. 2. Convective solar dryer*

In the proposed plants, it is possible to dry various agricultural products, both under direct sunlight and without them. To this end, several options for this design are offered. In a solar drying plant, the air temperature is higher than in the environment (in the sun) from about 10 to 35 degrees Celsius, depending on the coating of the drying chamber. A convective solar dryer is offered for urban residents. This device is small in size, it can be placed on any site as you wish. A large-sized solar drying device is offered mainly for small-scale peasant farming. Although a similar design can be built dryers of the desired size.

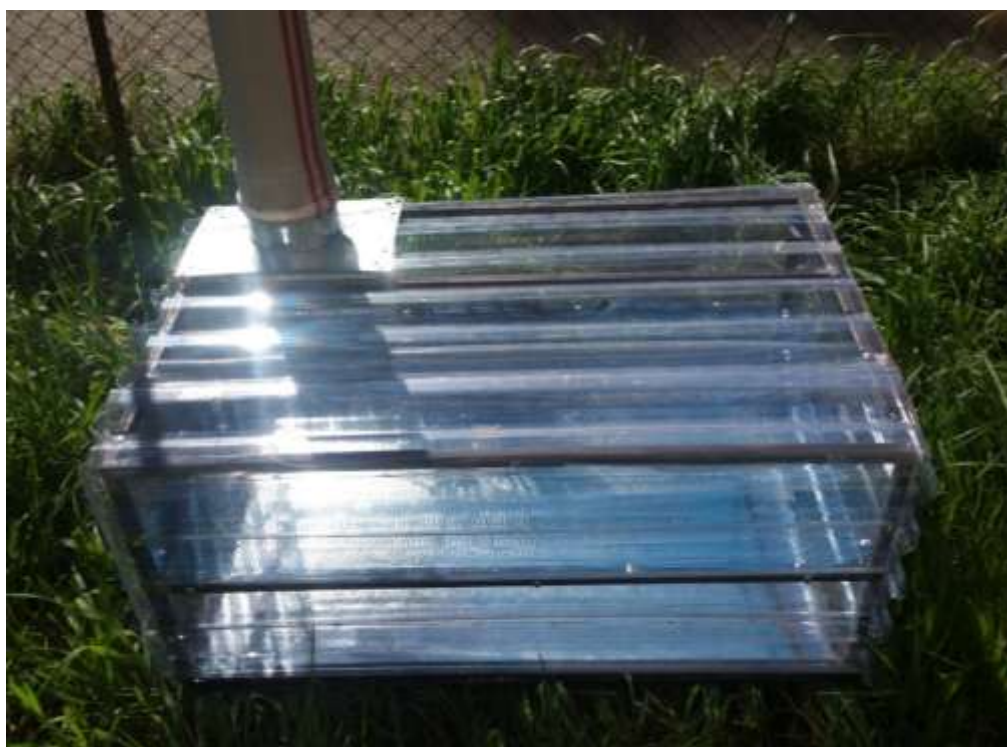
The drying process in solar dryers allows to ensure the sterility of products. When drying agricultural products in a solar dryer, the raw materials are left in the apparatus for a certain time from several hours to several days, depending on the products being dried without any tracking:

- for the drying process (no need to turn the product over);
- for the purity of the dried raw materials. The solar dryer is closed and during drying the product is not exposed to dust and rainfall, dew, is not damaged by birds, insects, especially wasps, and if it gets into the dryer, they die from high temperature;- за погодными условиями.



*Fig. No. 3. Sheet solar dryer*

В дождь и в ветренную погоду, высушиваемый на открытом воздухе продукт, убирается в закрытое помещение, тогда как в гелиосушилке продолжается сушка сырья.



*Fig. No. 4. Polycarbonate solar dryer*

Due to the shortened drying time, the product changes color (brown) to a lesser extent compared to the air-solar drying method, which makes the product of higher quality. At the same time, substances that determine their nutritional and biological value (sugars, vitamins, etc.) are better preserved. Drying in solar dryers also has other economic advantages, as a free energy source is used - the sun, drying time is significantly reduced, productivity is increased and production costs are reduced. Raw materials of fruit and berry products in a number of regions of Georgia are not used to the proper extent. Therefore, the use of solar dryers in both small and large specialized farms, in the private sector, can significantly replenish the volume of domestic dried fruit products, using not only high-quality, but also non-market, damaged fruits for drying, while reducing crop losses.

Some dried fruits contain preservatives that can act as allergens in sensitive people. And in the dried fruits prepared in the proposed solar dryers, there are no preservatives, dyes or flavorings. Before drying, the products may not be subjected to sulfitation, as well as blanching (when blanched, the raw materials are pre-processed in hot or boiling water, while a small part of the vitamins is destroyed). Studies have shown that at the initial stage of natural drying in rainy weather, the product may become moldy and unsuitable for further use. Natural drying should begin in sunny weather. The solar dryer (especially with ventilation) makes it possible to start drying in any weather conditions.

The solar dryer is located on any site oriented to the south in order to maximize the use of the radiant stream of solar energy. The higher the air temperature in the medium, the greater the difference in air temperature of the solar dryer and the environment. This unit is lightweight and convenient for transportation, during the day it can be moved and rotated in the sun. The proposed dryers are simple to manufacture and can be widely used in large and small farmers, private and subsidiary farms.

Thus, taking into account the foregoing, the proposed solar drying devices have a number of advantages compared to other known ones, namely:

- are simple to manufacture (they are easy to manufacture and repair using local materials);
- relatively inexpensive (compared to other types of solar dryers);
- effective;
- retain the quality characteristics of fruits and vegetables;
- economical to use;
- reduced drying process;

- High ambient temperatures shorten drying time.

### References:

1. Репетитор по химии. Под редакцией Егорова. Ростов н/Д.: «Феникс», 2007. - 762 с.
3. С.А. Кибовский, А. С. Мазинов, Е.В. Николаев, А.С. Слепокуров и др.. Солнечная энергетика в Крыму. Киев: «Симферополь», 2008, - 201 с.;
2. У.Р. Ярмухаметов. Солнечные энергетические установки с системой слежения за солнцем для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей, диссертация к-та техн. наук . Уфа, 2008.;
3. Т.Ф. Киселева. Технология сушки. Учебно-методический комплекс. Кемерово: «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». 2007, - 117 с.;
4. Валентас Кеннет Дж., Ротштейн Энрик, Сингх Р. Пол. Пищевая инженерия. Справочник с примерами расчетов. Пер. с англ. под общ. науч. ред. А. Л. Ишевского. СПб.: «Профессия», 2014, - 848 с.;
5. С.Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др.; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. Машины и аппараты пищевых производств, учеб. для вузов: в 2 т . М.: «Высш. Шк», 2007, -1379 с.;
6. Н.С. Казанцева. Товароведение продовольственных товаров. Учебник для ВУЗов . М.: «Дашков и Ко», 2007, - 400 с.;
7. Г. В. Калашников. Развитие процессов влаготепловой обработки пищевого растительного сырья (теория, технология и техника), дисс. докт. техн. наук: 05.18.12: в 2 т Калашников Геннадий Владиславович. Воронеж, 2004.;
8. В. А. Бутузов. Состояние и перспективы развития солнечных тепловых установок в России. Ж. «Гелиотехника» № 1. 2005, -114 с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГУЛИОСУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРИ СУШКЕ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Кетеван Арчвадзе, Илья Чачава

### Резюме

Предлагаются четыре гелиосушильные установки, сконструированные и разработанные в Грузинском техническом университете – конвективная,



крупногабаритная, поликарбонатная и листовая гелиосушильные установки, а также 12 вариантов указанных конструкций. Показаны преимущества использования гелиоаппаратов при сушке сельскохозяйственных продуктов по сравнению с естественной сушкой на открытом воздухе. Продукты, высушенные в гелиосушильном аппарате обладают высокими потребительскими свойствами. Максимально сохраняется витаминный состав, происходит инактивация ферментов и микроорганизмов в высушиваемых продуктах, лучше сохраняются вещества, определяющие пищевую и биологическую ценность продуктов (сахара, витамины и др.).

## სოფლის მეურნეობის პროდუქტის შრობისათვის მრავალფეროვანი

### ჰელიოსაშრობების გამოყენება და მათი ეფექტურობა

ქეთევან არჩვაძე, ილია ჩაჩავა

რეზიუმე

შეთავაზებულია 4 ჰელიოსაშრობის აპარატი, რომლებიც შემუშავებულია და შექმნილია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში - მსხვილგაბარტიანი, კონვექტიური, პოლიკარბონატული და ფურცლოვანი ჰელიოაპარატები, ასევე შეთავაზებულია 12 ვარიანტი აღნიშნული კონსტრუქციების. ნაჩვენებია ჰელიოსაშრობების გამოყენების უპირატესობები სოფლის მეურნეობის პროდუქტების შრობისას ბუნებრივ შრობასთან შედარებით. პროდუქცია, მიღებული ჰელიოსაშრობ დანადგარებში, ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებით, მაქსიმალურად ნარჩუნდება ვიტამინები, ხდება მიკროორგანიზმების და ფერმენტების ინაქტივაცია, უკეთესად ინახება ნივთიერებები, რომლებიც განსაზღვრავენ პროდუქტების კვებით და ბიოლოგიურ მნიშვნელობას (ვიტამინები და სხვ.).

სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ჟურნალში – “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა” სამეცნიერო ნაშრომის წარმოდგენა ხდება ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:

ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა.

ბ) სამუშაო ქაღალდის მინდვრის ზომები: ზედა – 35 მმ, ქვედა – 25 მმ, მარცხენა – 25 მმ, მარჯვენა – 25 მმ.

გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს Sylfaen – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი – Times New Roman შრიფტით.

დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (18B); ავტორის სახელი და გვარი – Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (14B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა სამუშაო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში – შრიფტით 12B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები – შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი – 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი – შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 5-15 სტრიქონი;

2. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს კომპაქტ დისკზე (CD-R) და ერთ ეგზემპლარად A4 ფორმატის ქაღალდზე (მკაფიოდ) დაბეჭდილი;

3. ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: სამეცნიერო ხარისხი, წოდება და თანამდებობა;

4. ჟურნალში ქვეყნდება მხოლოდ რეცენზირებადი ნაშრომები;

5. რედაქცია მხარს დაუჭერს ერთ ჟურნალში ერთი და იგივე ავტორების მიერ შესრულებულ არაუმეტეს სამი სტატიის გამოქვეყნებას;

6. ნაშრომის გვერდების რაოდენობა განისაზღვრება 5-დან 30 გვერდამდე;

7. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე; იბეჭდება ავტორთა ხარჯით.

## **К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ**

### **Порядок представления в редакцию научных работ**

В журнал “Транспорт и машиностроение” транспортного и машиностроительного факультета Грузинского технического университета научные работы представляются на грузинском, английском и русском языках с соблюдением следующих требований:

1. Работа должна быть выполнена на бумаге форматом А4 с интервалом 1,5 на печатном листе согласно требованиям стандарта ISO:

а) Работа подготавливается в Microsoft Word с использованием редакторов таблиц и формул; возможно использование программы Microsoft Excel.

б) размеры поля рабочего листа: верхнее – 35 мм, нижнее – 25 мм, левое – 25 мм, правое – 25 мм.

в) выполненная на грузинском языке работы должна быть набрана шрифтом Sylfaen, выполненный на английском и русском языках работы – шрифтом Times New Roman.

г) название работы должно быть набрано шрифтом Sylfaen (14B); имя и фамилия автора – шрифтом Sylfaen (13B); название организации, где выполнена работа, указывается в скобках – шрифтом 13B; резюме работы выполняется курсивным шрифтом 12; ключевые слова – шрифтом 12; текст работы – шрифтом 12; выполненная на русском языке работа – шрифтом 12; после литературы прилагается резюме на английском и русском языках со следующим указанием: название работы, имя и фамилия автора (авторов). Объём резюме не должен превышать 5-15 строк;

2. Работа должна быть представлена на компакт-диске (CD-R) и в одном экземпляре (разборчиво) напечатанной на бумаге формата А4;

3. К работе прилагаются данные об авторе (авторах): научная степень, звание и должность;

4. В журнале публикуются только рецензируемые работы;

5. Редакция согласится напечатать в одном журнале не более трёх статей выполненных одним и тем же автором;

6. Количество листов работы определяется от 5 до 30 страниц;

7. Автор несёт ответственность за содержание и качество работы; Печатается на авторский счет.

**FOR AUTHIORS**

**procedure for submission of scientific papers in journal**

In the Journal “Transport and Machine Building” of Transport and Mechanical Engineering Faculty of Georgian Technical University manuscripts will be submitted in Georgian, English and Russian languages with satisfying of the following conditions:

1. The paper must be performed on A4 page format with interval 1,5 by requirements of ISO standard:

a) The paper must be prepared in Microsoft Word with using of redactor for the tables and formulae; is possible to use the program Microsoft Excel.

b) Margins: top – 35 mm, bottom – 25 mm, left – 25 mm, right – 25 mm.

c) Performed in Georgian paper must be typed in Sylfaen, performed in English and Russian papers – in Times New Roman.

d) Title of paper must be typed in Sylfaen (14B); name and surname of author – in Sylfaen (13B); affiliation, in parenthesis – in 13B; abstract must be performed in italic 12; keywords – in 12; body-type – in 12; performed in Russian paper – in 12; after references should have the abstracts in English and Russian with following: title of paper, name and surname of author (authors). The abstract should not exceed 5-15 lines;

2. The paper must be submitted on compact-disk (CD-R) and one copy (legible) printed on format A4;

3. The paper should be accompanied with the information about author (authors): scientific degree, rank and position;

4. Only the peer reviewed works are published in the journal;

5. The editorial supports the publishing of no more than three articles published by the same authors in one journal;

6. Size of paper’s sheet is determined in range from 5 up to 30 pages;

7. The author is wholly responsible for the contents and quality of the paper; Printed by authors.

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (46) 2019

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №3 (46) 2019

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №3 (46) 2019

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

გამოდის პერიოდულად წელიწადში სამჯერ

Журнал выходит в год три раза

Published periodically for three times a year

გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

Издательство „ ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ ”

Publishing House „ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING”

№503 დეპარტამენტის სასწავლო-სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი „PRINT MEDIA”

Учебно – научный центр №503-го департамента „ PRINT MEDIA”

№503 department’s of scientific and research centre „ PRINT MEDIA”

**The number of state registration - № 4023; 105239910**

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2019წ. 25 დეკემბერი;

გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი

თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი - ოფსეტური №1.

Подписано к печати 25 : 12: 2019г; Формат издания л. 60X84 1/8;

Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

Signed for printing 25: 12: 2019;

Editor size 60X84 1/8; printed

sheet 11.25; printing paper - Offset N1.