

Transactions of Georgian Technical University. AUTOMATED CONTROL SYSTEMS, No 1(4), 2008

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ISSN 1512-3979

შ რ ო მ ე ბ ო

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

TRANSACTIONS

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Т Р У Д Ы

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

№ 1(4)



**თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2008**

სარედაქციო კოლეგია:

- ბაიაშვილი ზ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გოგიჩაიშვილი გ., გოცირიძე ი., დადიანი თ., ვერულავა ო., ზედგინიძე ი., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., ლომინაძე ნ., მაჭარაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ობგაძე თ., სესაძე ვ., ტორონჯაძე თ., ფრანგიშვილი ა., წვერაიძე ზ., ჯიბლაძე ნ.
- ჩოგოვაძე გ., კაკუბავა ი., კვიტაშვილი ა., მელაძე ჰ., მიქაძე ი., სალუქვაძე მ., ჭავჭავანიძე ვ., ხომერიკი ო.
- *გერმანია*: ბოლხი გ., ბოტჰე კ., ვედეკინდი ჰ., დე-მეერი ჰ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
- *აშშ*: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), კანადა: ქაჩიბაია ვ. (IT Industry)
- *რუსეთი*: ბაბაიანი რ., შჩუკინი ბ., სტრიჟევსკი ვ., ფომინი ბ.

პასუხისმგებელი რედაქტორი: გ. სურგულაძე.

რეფერატები: www.gtu.ge/jurnalebi/mas/refer.html

EDITORIAL BOARD:

- Baiashvili Z., Gasitashvili Z., Gigineishvili A., Gogichashvili G., Goziridze I., Dadiani T., Jibladze N., Kaishauri T., Kamkamidze K., Lominadze N., Macharadze T., Mdzinarishvili L., Natroshvili D., Obgadze T., Prangishvili A., Sesadze V., Toronjadze T., Tsveraidze Z., Verulava O., Zedginidze I.,
- Chogovadze G., Chavchanidze V., Kakubava I., Khomeriki O., Kvitashvili A., Meladze G., Mikadze I., Salukvadze M.
- *Germany*: Bolch G.(Erlangen univ.), Bothe K.(Humboldt univ. Berlin), De-Meer H.(Passau univ.), Meyer-Wegener K. (Erlangen univ.), Reisig W. (Humboldt univ.Berlin), Wedekind H.(Erlangen univ.)
- *USA*: Trivedi K. (Duke University)
- *Canada*: Kachibaia V. (IT Industry)
- *Russia*: Babaian R.(IPU), Tshukin B., Strijevski V.(Mephi) , Fomin B. (St-Petersburg El-Techn.Univ.)

Executive Editor: G. Surguladze.

References: www.gtu.ge/jurnalebi/mas/refer.html

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Баиашვილი ზ., ვერულავა ო., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გოგიჩაიშვილი გ., გოცირიძე ი., დადიანი თ., ჯიბლაძე ნ., ზედგინიძე ი., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., ლომინაძე ნ., მაჭარაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ობგაძე თ., პრანგიშვილი ა., სესაძე ვ., ტორონჯაძე თ., ცვერაიძე ზ.
- ჩოგოვაძე გ., კაკუბავა ი., კვიტაშვილი ა., მელაძე გ., მიქაძე ი., სალუქვაძე მ., ხომერიკი ო., ჩავჩანიძე ვ.
- *Германия*: Болх Г., Ботэ К., Ведыкин Х., Де-Мер Г., Меиер-Вегенер К., Рейсиг В.
- *США*: Триведи К. (Университет Дукэ)
- *Канада*: Качибая В. (IT Industry)
- *Россия*: Бабаян Р. (ИПУ), Щукин Б., Стрижевский В. (МИФИ), Фомин Б. (ЭлТехУнив.С-т Петербург)

Ответственный редактор: Г. Сургуладзе.

Рефераты: www.gtu.ge/jurnalebi/mas/refer.html

ISSN 1512-3979



გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008
Publishing House „Technical University“, 2008
Издательство „Технический Университет“, 2008

შ ი ნ ა ა რ ს ი

„Modellierung-2008“ – ახალი ხიდი მენეჯერებსა და წარმოებას შორის
რეისიგი ვ. (გერმანია), სურგულაძე გ., გულუა დ. 9

თეორიული ინჟინერობა

- განაწილებული და რეაქციული სისტემების სტენარები
ვოლფგანგ რეისიგი (გერმანია) 16

- ხარისხის მართვის სატატისტიკური მეთოდების გამოყენება პროგრამული
უზრუნველყოფის შემდგომ პროცესში
ჩახუნაშვილი ა. (შვედეთი) 22

- შემთხვევითი მჭკრივების კლასიფიკაცია ამოკრეფითი განაწილების
საფუძველზე
კვიტაშვილი ა. 32

- ინდივიდის ინტელექტის დინამიკის მათემატიკური მოდელირება. ფსიქიკის
ფრაქტალური სტრუქტურა
ობგაძე თ., ნერსესოვი გ. 39

- გლობალური ოპტიმიზაციის მეთოდების ეფექტურობის მსჯავრებულზე
შეფასება
ჯიბლაძე ნ., გაჩეჩილაძე ლ., იმედაძე თ. 46

- ორი ინტეგრატორის მქონე ობიექტის ოპტიმალური მართვა (სისტემის
გადაყვანა ნებისმიერი საწყისი მდგომარეობიდან კოორდინატთა სათავეში)
მჭედლიშვილი ნ., მოსაშვილი ი. 52

- კარალელური ტიპის ორგანიზაციის გამოთვლითი სისტემის მწარმოებლურობა
მისი საიმედოობის გათვალისწინებით
მიქაძე ი.ს., მიქიაშვილი ნ. 61

- გამომთვლელი მოწყობილობის მიერ დავალების შესრულების განსორციელება
დაუტვირთავი რეჟიმით
მიქიაშვილი ნ. 64

- საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა, როცა მტყუნებათა ნაკადი
განაწილებულია მიმდევრობით-კარალელური მრლანგის ნარებით
ანჯაფარიძე ტ., მიქაძე ზ., მუსერიძე ნ., შურლაია ი. 68

პრაქტიკული ინჟინერობა

- ბიზნეს-პროცესების მოდელირების თანამედროვე პრინციპები და
ინსტრუმენტული საშუალებები
სურგულაძე გ., თურქია ე., გიუტაშვილი მ. 73

- მრუდის “ტენი-ოპტიკური მასანიათმებელი” აპროქსიმაციის მეთოდი და
კალიბრების მასანიათმებლების განსაზღვრის ალგორითმი
ნოზაძე ც., სამხარაძე რ. 78

- პროცესების მდგომარეობათა ცვლილებების მოდელირება აპტრის ქსელებით
სამხარაძე რ., გვარამია ე., გაჩეჩილაძე ლ. 84

- ინჟინერობის XLS ფორმატში გენერირების პროგრამული კომპლემსი
ქართველიშვილი ი., კუმელაშვილი ნ. 89

- ხელნაწერი სიმბოლოების ნორმალიზაციის ალგორითმი ქართველიშვილი ი.	93
- ინფორმაციულ-მმართველი რიგობების სისტემის გამოითვლელი ალგორითმი გაბელავა ო., პოჩოვიანი ს., კეკელია ვ.	96
- მანიპულატორების მართვის მოდელი მოდიფიცირებული კმტრის ქსელით გაბელავა ო., პოჩოვიანი ს.	99
- გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერ საინფორმაციო სისტემებში OLAP კონცეფციის ერთი რეალიზაციის შესახებ პეტრიაშვილი ლ., ვაჭარაძე ი., ბასილაძე გ.	103
- პროდუქციის წარმოების ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური პროცესების უნიფიცირებული და იმიტაციური მოდელირება ოხანაშვილი მ., შარაშიძე თ.	108
<u>ტექნიკური ინფორმაცია</u>	
- მულტიმედია სისტემის მოდელის შემუშავება თევლორაძე მ.	114
- ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის პროექტირების საკითხისათვის კამკამიძე კ., მანუკოვი მ., თევლორაძე მ., სალდაძე მ.	120
- ასინქრონული დამგროვებელი ციფრული მოწყობილობების სინთეზის მეთოდის დამუშავება წინასწარ არჩეული ტრიგერის ბაზაზე ბენაშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., სვანიძე ნ.	128
- ქსელურ სისტემებში დატვირთვის განაწილების ოპტიმალური მეთოდები მაღალი ინტენსივობის საინფორმაციო ნაკადების არსებობისას ნატროშვილი ო., ხოშტარია ც., ნატროშვილი ნ., ხოშტარია ს.	135
- ხარისხის პარამეტრების ვიზუალიზირებული დიაგნოსტიკა ელექტროძრავების მსკალუათაციის ეტაპზე აბელაშვილი ნ.	143
- მნარგობრივტექნიკის ინფორმაციის მმრგობის საკითხები მოღებაძე ი., მურჯიკნელი გ.	147
<u>გამოყენებითი ინფორმაცია</u>	
- სამუშეომო ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემის დაკრომეტება ობიექტ- ორიენტირებული მიღგომით გოგიჩაიშვილი გ., ყენია რ.	152
- ლინგვისტური პროცესორები: მიმოსილვითი ანალიზი მეფარიშვილი ბ., მეფარიშვილი თ., ჯანელიძე გ.	156
- ხელოვნური ინტელექტი: პრობლემები და კერსკექტივები მეფარიშვილი ბ., მეფარიშვილი თ., ჯანელიძე გ.	163
- ინფორმაციულ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული სატრანსპორტო ნაკადების მონიტორინგის სისტემა გასიტაშვილი ზ., აბულაძე ი., წვერავა ვ.	172
- ახალი სამრთაშორისო ენის შემგნა ღროის მოთგონგაა ღვინეფაძე გ.	177
- სასწავლო მსკერტული სისტემების ჴოგადი მოდელის შესახებ კობიაშვილი ა., გვარამია ე.	185
- საქართველოს კომერციული ბანკების ლიკვიდურობის ანალიზი გიგუაშვილი ნ.	190

- ტმსტაპის ფედგმნა სირთულის გათვალისწინებით LMS Moodle-ს გარემოში ლომინაძე თ., ჟვანია თ., კაპანაძე დ.	195
- ჰოპვის ბიფურკაცია სამგნმრატორიანი სისტემისათვის დალაქიშვილი გ.	200
- პროგრამული აპლიკაციების მონაცემთა ბაზების დაპროექტება კატეგორიული მიდგომით სურგულაძე გ., თოფურია ნ., კაშიბაძე მ., საღინაძე დ.	206
- საგანგებო სიტუაციათა კლასიფიკაცია და სახელმწიფოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ზომებიანი ასექტები შონია ო., ოდიშარია კ., ელგენდარაშვილი ც., ნარეშელაშვილი გ.	214
- ოპერაციულ სისტემაში ჩის ური პროცესების მართვის მართი ალგორითმის შემსახვ კაშიბაძე მ.	219

**MODELLIERUNG-2008:
ახალი სიდი მცნიერებასა და წარმოებას შორის**

ვოლფგანგ რეისიგი¹, გია სურგულაძე², დავით გულუა¹

1-ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტი (გერმანია)

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

გადმოცემულია 12-14 მარტს ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტში გამართული საერთოგერმანული კონფერენციის “Modellierung-2008” შედეგების დეტალური ანალიზი. მასში მონაწილეობდა ამ ქვეყნის თითქმის ყველა უმაღლესი სასწავლებლისა და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებზე მომუშავე ცნობილი ფირმის წარმომადგენლები. კონფერენციის ორგანიზატორი იყო გერმანიის ინფორმატიკოსთა საზოგადოება, რომელიც 24500 წევრით ამ ქვეყნის ინფორმატიკოსთა უდიდეს გაერთიანებას წარმოადგენს. კონფერენციის მნიშვნელობა თეორიული ინფორმატიკის განვითარების საქმეში უდავოა. ცალკეულ სხდომებსა და ვორქშოპებზე კარგად გამოიკვეთა ინფორმატიკის უმნიშვნელოვანესი მიმართულებების – მოდელირების განვითარების თანამედროვე ტენდენციები, მისი პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისი. **Modellierung-2008** კონფერენციითა იმ სერიის ნაწილია, რომელთა მიზანია ინფორმატიკულ მეცნიერებათა და პრაქტიკული ანუ საწარმო- და ბიზნეს-ინფორმატიკის სფეროთა ურთიერთ-დაახლოება.

განაწილებული და რეაქციული სისტემების სცენარები

ვოლფგანგ რეისიგი

ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განაწილებული ან რეაქციული სისტემების დაპროექტების და ანალიზის ამოცანებისათვის ხშირად საჭირო ხდება სცენარების რეალიზაცია. ტექნიკური თვალსაზრისით სცენარის კონსტრუირება წარმოებს სასრული, განაწილებული პროცესების საშუალებით. სისტემის ნებისმიერი განაწილებული პროცესი ხშირად შედგება მისი სცენარის სხვადასხვა ეგზემპლარებისგან. სისტემის სცენარის არსის გაგება ხშირად საუკეთესო საშუალებაა თვით სისტემის აღსაქმელად. ნაშრომში განიხილება ეს საკითხები ურთიერთგამორიცხვის მოდელის, კროსტოლკ-ალგორითმისა და კექსის ავტომატის მაგალითებზე.

**ხარისხის მართვის სტატისტიკური მეთოდების გამოყენება
პროგრამული უზრუნველყოფის შემდგომ პროცესში**

ალექსანდრე ჩახუნაშვილი

სკარაბორგის ჰოსპიტალების ჯგუფი, სკოვდე (შვედეთი),
ჩალმერსის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი, გოტენბურგი

რეზიუმე

მიუხედავად იმისა, რომ ხარისხის მართვის სტატისტიკური მეთოდები ფართოდ გამოიყენება წარმოების ტრადიციულ დარგებში (მაგალითად, საავტომობილო, ელექტრონიკის, ქიმიური და კვების მრეწველობის დარგები), მათი გამოყენება პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხის გასაუმჯობესებლად საკმაოდ მწირია. თუმცა არსებობს მაგალითები, რომლებიც ცხადყოფს, რომ ხარისხის მართვის სტატისტიკური მეთოდები შესაძლებელია საკმაოდ წარმატებულად იქნას გამოყენებული პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების პროცესში. ამ სტატიაში ჩვენ მიმოვიხილავთ ხარისხის სტატისტიკური მართვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სფეროს, კერძოდ, პროცესის სტატისტიკურ მართვას და განვიხილავთ მისი გამოყენების შესაძლებლობებს პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის კონტექსტში.

**შემთხვევითი ოპტიმიზაციის კლასიფიკაცია ამოკრებითი
განაწილების საფუძველზე**

ავთანდილ კვიციანი

შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, თბილისი

რეზიუმე

განხილულია მცირე და დიდი ამოკრევების შემთხვევები, ანუ მისი ზომა $n < 30$ ან $n \geq 30$ წარმოდგენილი რიცხვთა შემთხვევითი მიმდევრობებით. იგულისხმება, რომ თითოეული შემთხვევითი კომპონენტებიანი ვექტორი გარდაიქმნება ერთ რიცხვად - ამ კომპონენტების საშუალო მნიშვნელობად. ამის შემდეგ ხდება ამ საშუალო მნიშვნელობების ამოკრევითი განაწილების აგება, რომელიც განსაზღვრავს მოცემული კლასის მწკრივებისათვის დამაჯერებლობის ინტერვალს შესაბამისი სიზუსტით. თუ ეს მანძილი ვერ უზრუნველყოფს დამაჯერებლობის ინტერვალის სასურველ სიზუსტეს, რასაც იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, იგი ცალკე განხილვის საკითხია. ასეთი არეები აიგება ორი ან მეტი კლასისათვის მასწავლები მწკრივების საშუალებით. ამის შემდეგ განისაზღვრება კლასების ყოველი წევრისათვის მანძილი მათ ცენტრებს (საშუალოებს) შორის, რაც განსაზღვრავს დამაჯერებლობის ინტერვალთა ფაქტობრივ სიზუსტეს. ამის შემდეგ ნებისმიერი ახალი უცნობი მიკუთვნების ვექტორის კლასიფიკაცია განისაზღვრება მისი მდგენელების საშუალო მნიშვნელობის მოხვედრით შესაბამის დამაჯერებლობის ინტერვალში, ანუ კლასის ქვე-სივრცეში, რომელიც ზოგად შემთხვევაში წარმოადგენს ჰიპერელიპსოიდს.

**ინდივიდის ინტელექტის დინამიკის მათემატიკური მოდელირება.
ფსიქიკის ფრაქტალური სტრუქტურა**

თამაზ ობგაძე, გიორგი ნერსესოვი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია საყოველთაოდ ცნობილი ტერსტონ – გილფორდ – მეილის ტესტოლოგიური მიდგომა და ჩარლსვორზ – პიაჟეს ეთოლოგიური მიდგომა. როგორც წესი, ტერსტონის მიერ გამოყენებულ ტესტებს შორის შეინიშნება დადებითი კორელაციები. მეორე რიგის ფაქტორული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს შემოვიღოთ ერთიანი ფაქტორი, ანალოგიურად სპირმენის ფაქტორისა. ინტელექტის ფსიქოლოგიის უამრავი ნაშრომის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, სხვადასხვა კონცეპციების და მიდგომების მიუხედავად, არ არსებობს ინტელექტის ერთიანი თეორია, რომელიც ახსნიდა ინტელექტის სხვადასხვა ასპექტს, არ არსებობს ინტელექტის დონის ევოლუციის ერთიანი ხაზი. ამ სივრცის შესავსებად, თ.ა. ობგაძის მიხედვით, შემოიღებულია ინტელექტის ინდექსის ცნება, რომლისთვისაც იგება მათემატიკური მოდელი და განისაზღვრება ზუსტი ამონახსნი ინდექსის დინამიკისათვის. ინტელექტის ინდექსის დინამიკის კვლევის პროცესში, დროის მასშტაბების სხვადასხვა სიგრძეებისთვის, შესწავლილია ინტელექტის ინდექსის ცვლილება დროში. ინტელექტის ინდექსის ასაკზე დამოკიდებულების მიღებული იდენტურობა, დროის სხვადასხვა მასშტაბებისთვის, მოწმობს თვითმსგავსობაობაზე, რაც დამახასიათებელია ფრაქტალური სიმრავლეების სტრუქტურისათვის. ინდივიდის ვარსკვლავური დაბადების თარიღი არის ათვლის წერტილი ყოველი დროითი მასშტაბისთვის.

**გლობალური ოპტიმიზაციის მეთოდების ეფექტურობის
მქსაპრიმენტული შეფასება**

ნოდარ ჯიბლაძე, ლელა გაჩეჩილაძე, თეიმურაზ იმედაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია გლობალური ოპტიმიზაციის მეთოდები: Ψ -გარდაქმნის მეთოდი, სიმძიმის ცენტრების მეთოდი და ექსტრემუმის ძებნის სხვადასხვა კომბინირებული მეთოდები. აღნიშნული მეთოდების ეფექტურობის შესაფასებლად ტესტურ ფუნქციებზე ჩატარებულია გამოთვლითი ექსპერიმენტები და გაანალიზებულია მიღებული შედეგები. შედარებითი ანალიზის საფუძველზე უპირატესობა ენიჭება სიმძიმის ცენტრების მეთოდს, რომელიც დასაშვები სიზუსტითა და მინიმალური დანაკარგებით უზრუნველყოფს გლობალური ექსტრემუმის მოძებნას.

**ორი ინტეგრატორის მქონე ობიექტის ოპტიმალური მართვა
(სისტემის გადაწყვეტა ნაბიჯობითი საწყისი მდგომარეობიდან
კორდინატთა სათავეში)**

ნინო მჭედლიშვილი, ია მოსაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ორმაგი ინტეგრირების მქონე ინერციული ობიექტის ოპტიმალური მართვის ამოცანა, რომლის გადასაწყვეტად ხდება ოპტიმალური მართვის განსაზღვრა, მოძრაობის ტრაექტორიების აგება ფაზურ სიბრტყეზე, მართვის კანონის პოვნა და მისი რეალიზაციის სტრუქტურული სქემის შედგენა. მოდელების და შედეგების შემოწმება ხდება Matlab/Simulink სისტემაში.

**პარალელური ტიპის ორგანიზაციის გამოთვლითი სისტემის
მწარმოებლურობა მისი საიმედოობის გათვალისწინებით**

ილია მიქაბე, ნანა მიქიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

გადმოცემულია პარალელური ტიპის გამოთვლითი სისტემების მწარმოებლურობის ალბათური მახასიათებლების განსაზღვრა, ორი იდენტური, დამოუკიდებელი გამოთვლელი მანქანის საიმედოობის გათვალისწინებით. იგულისხმება, რომ გამოთვლების მოცულობა ამ ამოცანის ამოხსნისათვის არის შემთხვევითი სიდიდე. მოძებნილია პარალელური სისტემის მიერ დავალების მოცემულ დროში შესრულების ალბათური მახასიათებლები, ჩაწერილი ლაპლას-სტილტესის ტერმინებში.

**გამომთვლელი მოწყობილობის მიერ დავალების შესრულების
განსორცხველვა დაუტვირთავი რეჟიმით**

ნანა მიქიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

წარმოდგენილია დაუტვირთავი, არარეზერვირებული მოწყობილობის მიერ დავალების მოცემულ დროში შესრულების ალბათური მახასიათებლების განსაზღვრა. ისინი ჩაწერილია ლაპლას-სტილტესის გარდაქმნის სახით, რომლის მიხედვით შესაძლებელია ამოცანის შესრულების შემთხვევითი დროის რიცხვითი და ალბათური მახასიათებლების მიღება.

**საინჟინერო-ტექნიკური უნივერსიტეტის განსაზღვრის, როცა მტყუნებათა ნაკადი
განსაზღვრულია მიმდევრობით-პარალელური მრუდების ნარევით**

**ტრისტან ანჯაფარიძე, ილია ზ. მიქაძე, ნოდარ მუსერიძე,
ირაკლი შურღია**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება ისეთ მოწყობილობათა საინჟინერო განსაზღვრის საკითხი, რომლებიც ხასიათდება ორი სახის მტყუნებით: თანდათანობითი (ცვეთითი) და კატასტროფული (უეცარი). თანდათანობითი მტყუნება განაწილებულია ერლანგის ნარევით, ხოლო უეცარი მაჩვენებლიანით. განსაზღვრულია საინჟინერო ძირითადი მაჩვენებლები, როგორცაა მზადყოფნის ფუნქცია და მზადყოფნის კოეფიციენტი.

**ბიზნეს-პროცესების მოდელირების თანამედროვე პრინციპები და
ინსტრუმენტული საშუალებები**

გია სურგულაძე, ეკატერინე თურქია, მეგი გიუტაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ბიზნეს-პროცესების მოდელირების თანამედროვე პრინციპები და საშუალებები ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ნოტაციის (BPMN- Business Process Modeling Notation) ბაზაზე, რომლის მიზანია ბიზნეს-სტრუქტურების დაპროექტებისა და აგებისთვის მოდელირების გრაფიკული ელემენტების სტანდარტიზაცია და ერთიანი საინფორმაციო ტექნოლოგიური ინფრასტრუქტურის შექმნა. წარმოდგენილი კონცეფცია ხელს უწყობს ბიზნეს-ოპერაციების შეფასებას და ბიზნესის მუდმივ, ეტაპობრივ ოპტიმიზაციას, სტრუქტურულ და არასტრუქტურულ მონაცემთა ინტეგრაციასა და მათ შემდგომ ანალიზს, სისტემების მონიტორინგს, პროცედურებისა და პროცესების ვიზუალიზაციასა და ვერსიების მართვას.

**მრუდის "ტენი-ოპტიკური მახასიათებელი" აპროქსიმაციის მეთოდი და
კალიბრების მახასიათებლის განსაზღვრის ალგორითმი**

ციური ნოზაძე - შიდა ქართლის საერო უნივერსიტეტი (გორი)

რომან სამხარაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ინფრაწითელი ხელსაწყოების ანალიზი აჩვენებს, რომ ცდომილებების მნიშვნელოვანი წილი მოდის მრუდის "ტენი-ოპტიკური მახასიათებელი" აპროქსიმაციის სიზუსტეზე. აპროქსიმაციის კოეფიციენტების განსაზღვრა რთული და მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების ჩატარებასთანაა დაკავშირებული. ნაშრომში წარმოდგენილია აპროქსიმაციის კოეფიციენტების განსაზღვრის მეთოდი მასალის სამი ნიმუშის საშუალებით, რომელთა ტენიანობა მიახლოებით შეესაბამებინა გასაზომი დიაპაზონის მინიმალურ, საშუალო და მაქსიმალურ მნიშვნელობას. აღნიშნული მეთოდი რეალიზებულია ინფრაწითელ მეთოდზე ორიენტირებულ გამოთვლით კომპლექსში "პოკ იკ ტენზომეტრისათვის" ავტომატიზებული ექსპერიმენტული კვლევებისათვის.

**პროცესების მდგომარეობების ცვლილებების მოდელირება
პეტრის ქსელების ბაზაზე**

რომან სამხარაძე, ეკა გვარამია, ლია გაჩეჩილაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში შემოთავაზებულია ახალი მიდგომა პროცესების მდგომარეობათა ცვლილების ვიზუალიზებისადმი. ამ მიზნით გამოიყენება პეტრის ქსელების აპარატი, კერძოდ VN-ქსელი. მის ბაზაზე შემუშავებულია პროცესების მდგომარეობათა ცვლილების ვიზუალიზების მოდელი.

**ინფორმაციის XLS ფორმატში გენერირების პროგრამული
კომპლექსი**

იოსებ ქართველიშვილი, ნათია კუმელაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია ინფორმაციის XLS ფორმატში გენერირების პროგრამული კომპლექსი. მოყვანილია ბაზისური და ნაწარმოები კლასები, კონსტრუქტორები, პროცედურები და ფუნქციები. ყველა მეთოდის ალგორითმისთვის დამუშავებულია პროგრამული კოდები, რომლებიც წარმოდგენილია სქემატურად და თითოეული მათგანი აღწერილია თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებით.

ხელნაწერი სიმბოლოების ნორმალიზაციის ალგორითმი

იოსებ ქართველიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია ხელნაწერი სიმბოლოების ნორმალიზაციის ალგორითმი, რომელიც წარმოდგენილია თითოეული ალგორითმული ბლოკების სახით. სადაც ყველა მათგანი გათვალისწინებულია ავტომატიზებული ამოცნობის გარკვეული ფუნქციის შესასრულებლად და დანახიათებულია თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებებით.

**ინფორმაციულ-მმართველი რობოტების სისტემის
გამომთვლელი ალგორითმი**

ომარ გაბედავა, სიმონ პოჩოვიანი, ვალერი კეკელია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში განხილული ინფორმაციულ-მმართველი რობოტების სისტემის აპარატურულ-პროგრამული რეალიზაცია, თანამედროვე ჰიბრიდული გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით გვაძლევს სისტემის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლებას და გამოთვლებზე დროითი დანახარჯების შემცირებას.

მანიპულატორების მართვის მოდელი მოდიფიცირებადი კაბრის ქსელით

ომარ გაბელავა, სიმონ პოჩოვიანი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მანიპულატორების ავტომატიზებული მართვის, ტექნიკური ხელვით, აღწერა. ოცემულია სამართავი ობიექტის მართვის სტრუქტურული სქემა და მართვის პროცესის მოდელი მოდიფიცირებული პეტრის ქსელის სახით.

გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერა საინფორმაციო სისტემაში OLAP კონცეფციის ერთი რეალიზაციის შემსახვა

ლილი პეტრიაშვილი, ირინა ვაჭარაძე, გიორგი ბასილაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ბიზნეს-პროცესების ოპერატიული ანალიზის OLAP-ისტრუმენტის გამოყენების საკითხი. შემოთავაზებულია განაწილებული მონაცემთა ბაზებიდან შერჩეული მონაცემების ერთიან გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერა სისტემაში სტრუქტურულიზებული ორგანიზება და შესაბამისი პროგრამული პაკეტის რეალიზაცია ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების C++ ენის Decision Cube კომპონენტის გამოყენებით მრავალფაქტორული ანალიზის ამოცანებისთვის.

პროდუქციის წარმოების ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური პროცესების უნიფიცირებადი და იმიტაციური მოდელირება

მაია ოხანაშვილი, თორნიკე შარაშიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია პროდუქციის წარმოების ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური პროცესების კვლევა სისტემური ანალიზისა და საწარმოს მარკეტინგული უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. განიხილება ინტეგრირებული მართვის ავტომატიზებული სისტემის აგების კონცეფცია UML სტანდარტებით და კლიენტ-სერვერ არქიტექტურით. შემოთავაზებულია პროდუქციის წარმოების პროცესის იმიტაციური მოდელის აგების მაგალითი. გამოკვლეულია ამ პროცესის უზრუნველყოფის რესურსების ოპტიმალური რაოდენობა, რომელიც იძლევა მაქსიმალურ მოგებას და განსაზღვრავს დამზადებული პროდუქციის მოცულობას.

მულტიმედია სისტემის მოდელის შემუშავება

მელა თევლორაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მულტიმედია სისტემის „ვიდეო შეკვეთითი“ შეფასების საკითხები. კერძოდ დამუშავებულია მარტივი მოდელი, რომელიც იძლევა საშუალებას შეფასდეს მულტიმედია სისტემის ისეთი პარამეტრები, როგორც არის სისტემის კლიენტების ოპტიმალური რაოდენობა, სისტემის ოპტიმალური დატვირთვა, და განისაზღვროს ოპტიმალური პარამეტრების მქონე ვიდეო-სერვერის პროცესორი.

**ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელების პროექტირების
საკითხისათვის**

**კონსტანტინე კამკამიძე, მიხეილ მანუკოვი,
მედეა თევდორაძე, მერაბ სალდაძე**
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

მოცემულ სტატიაში განხილულია საკითხები და პრობლემები, დაკავშირებული ტელემედიცინის ქსელების პროექტირების საკითხებთან. განხილულია ვიდეოკონფერენციის ადგილი და როლი ტელემედიცინაში. მოცემულია შერეული ტიპის ქსელის სტრუქტურა, რომელიც უზრუნველყოფს ლოკალური ქსელის აბონენტების ვიდეოკონფერენციაში ჩართვას, ამასთან ერთად უზრუნველყოფილია გასვლა არხების კომუტაციის ქსელებზე (სატელეფონო) და პაკეტების კომუტაციის ქსელებზე (ინტერნეტი). აღწერილია ქსელის ძირიადი და სპეციალიზირებული აპარატურული უზრუნველყოფა. მოყვანილია ვიდეოკონფერენციის ქსელის პრობლემები და შემოთავაზებულია მათი გადაჭრის გზები. კერძოდ, შემოთავაზებულია სერვერის პორცესორის მუშაობის დაგეგმვის ალგორითმი, ფაილურის სისტემის ორგანიზაცია, დისკური სისტემის ორგანიზაცია და ბუფერირება.

**ასინქრონული დამგროვებადი ციფრული მოწყობილობების სინთეზის
მეთოდის დამუშავება წინასწარ არჩეული ტრიგერის ბაზაზე**

ალექსანდრე ბენაშვილი, ლევან იმნაიშვილი, ნანა სვანიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

შემოთავაზებულია მეთოდი, რომელიც ასინქრონულად მიწოდებული ინფორმაციული სიგნალების ცვლილების დინამიკის სრულად გათვალისწინების და წინასწარ არჩეული ტრიგერის ბაზაზე ასინქრონული დამგროვებელი მოწყობილობების სინთეზის პროცესის მთლიანად ფორმალისების საშუალებას იძლევა.

**ქსელურ სისტემაში დატვირთვის განაწილების ოპტიმალური მეთოდი
მაღალი ინტენსიობის საინფორმაციო ნაკადების არსებობისას**

**ოთარ ნატროშვილი, ცისანა ხოშტარია, ნინო ნატროშვილი,
სიმონ ხოშტარია**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

დამუშავებულია კომპიუტერულ ქსელებში მაღალი ინტენსიობის კლიენტ-სერვერული ინფორმაციით ჭარბი დატვირთვების არსებობის დროს საკომუტაციო კვანძების გამოსასვლელ ინტერფეისებზე პაკეტების ოპტიმალური განაწილების მეთოდები.

**ხარისხის პარამეტრების ვიზრაციული დიაგნოსტიკა
ელემენტროპრავების მქსკლუატაციის მტავზე**

ნოდარ აბელაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

პროდუქციის, საციცოცხლო ციკლის ექსპლოატაციის ეტაპზე, მისი ხარისხის პარამეტრების განსაზღვრა და მითუმეტეს დეფექტების დიაგნოსტიკა ხარისხის კონტროლის მნიშვნელოვანი ამოცანაა. შემოთავაზებულია ვიზრაციული მოწყობილობის კონსტრუქცია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ვიზრაციული ობიექტების ხარისხის პარამეტრების შესახებ მსჯელობა ვიზრაციული სიგნალის მეშვეობით. ექსპერიმენტალური კვლევის მონაცემების ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის მეთოდით დამუშავების შედეგად დასაბუთებულია ზემოქმედების ფაქტორის გავლენის ეფექტურობა გამოსასვლელ სიგნალში.

ენერგოინფორმაციული ინფორმაციის უზრუნველყოფის საკითხები

იური მოდებაძე, გურამ მურჯიკელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ენერგოსისტემის დისპეტჩერული მართვისათვის საჭირო ინფორმაციის შეგროვებისა და გაერთიანების საკითხები. ასევე განხილულია თუ როგორ ხდება ამ ინფორმაციის დამუშავება, დამახსოვრება და ციფრული ნაკადის ფორმირება. აღწერილია შესაბამისი სტრუქტურული სქემები და მუშაობის პრინციპი. რეკომენდებულია, რომ ციფრული ნაკადი უნდა ფორმირდებოდეს სხვადასხვა სიჩქარით იმის და მოხედვით თუ ენერგოსისტემა როგორ რეჟიმში მუშაობს.

**სამუშეო ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემის
დაპროექტება ობიექტ-ორიენტირებული მიდგომით**

გიორგი გოგინაშვილი, რევაზ ყენია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

აღწერილია ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემა, რომლის მიზანია მუშეუმების საინფორმაციო სივრცის მოწყობა. სისტემას მრავალფეროვანი შესაძლებლობები და დიდი დაფარვის ზონა ექნება. სისტემა თავის თავში მოიცავს მუშეუმის შიდა ყოველდღიური სამუშაოების წარმართვას, ასევე ინფორმაციის სწრაფ და მარტივ მოძიებას, როგორც საქართველოს, ასევე უცხოეთის მომხმარებლისთვის, კერძოდ მუშეუმის თანამშრომელთათვის, მკვლევართათვის, მეცნიერთათვის და ა.შ. სისტემის დაპროექტება ხორციელდება UML ტექნოლოგიის გამოყენებით.

ლინგვისტური პროცესორები: მიმოხილვითი ანალიზი

**ბადრი მეფარიშვილი, თამარ მეფარიშვილი,
გულნარა ჯანელიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომი ეძღვნება ლინგვისტური პროცესორების განვითარების პრობლემებს. ჩატარებულია თანამედროვე HTML და XML ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი. შემოთავაზებულია განხილული პრობლემების გადაწყვეტის ახალი მიდგომა. ტექსტური პროცესორის რეალისტური მოდელი ითვალისწინებს აგრეთვე ბუნებრივი ენის ტექსტის გაგებას კომპიუტერის მიერ, ე.ი. როგორც შემეცნების ობიექტის, ასევე მისი ამოცნობის შესაბამისი პროცედურის არსებობას. შემოთავაზებულ მიდგომაში შემეცნების ობიექტად წარმოდგენილია ხელოვნური კონსტრუქცია – შემეცნებითი სახე. დასკვნაში შემოთავაზებული იდეის რეალიზაცია წარმოდგენილია როგორც ხელოვნური ინტელექტის განვითარების სამომავლო პარადიგმა.

ხელოვნური ინტელექტი: პრობლემები და პერსპექტივები

**ბადრი მეფარიშვილი, თამარ მეფარიშვილი,
გულნარა ჯანელიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ადამიანის ჭეშმარიტი არსი მისი ცნობიერებაა, შინაგანი არსება, რომელიც მისი სამშენველის ბირთვია. მიუხედავად ადამიანის ფსიქიკის მრავალი თეორიული თუ ქცევის ექსპერიმენტული კვლევისა (მაგალითად, კომპიუტერული ფსიქომეტრია, სოციონიკა და სხვ.) აზროვნება, ცნობიერება, თვით სამშენველიც ჯერ კიდევ შეუსწავლელია და მით უმეტეს არაფორმალიზებული. ბუნებრივია, ეს თემა მნიშვნელოვნად აღემატება მოცემული ნაშრომის ფორმატს, მაგრამ მისი სრულიად გვერდის ავლა ხელოვნური ინტელექტის თვალსაზრისით არ იქნება გამართლებული, რადგან ტვინის მექანიზმების შესწავლის გარეშე ხელოვნური ინტელექტის პრობლემები ვერ გადაწყდება.

**ინფორმაციულ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული სატრანსპორტო
ნაკადების მონიტორინგის სისტემა**

ზურაბ გასიტაშვილი, ინგა აბულაძე, ვლადიმერ წვერავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სატრანსპორტო ნაკადების მართვა, განსაკუთრებით კი დიდ ქალაქებში, ძალიან აქტუალურ თემას წარმოადგენს. როგორც კერძო, ასევე საზოგადოებრივი სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის გაზრდამ გამოიწვია საგზაო ქსელის გადატვირთვა, მრავალსაათიანი საცობები, გაძნედა ფეხით მოსიარულეთა მოძრაობა, გაიზარდა საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების (სსშ) რიცხვი და ა.შ. ამ პრობლემების გადაწყვეტის მიზნით ნაშრომში დამუშავებულია ინფორმაციულ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული სატრანსპორტო ნაკადების მონიტორინგის სისტემა.

ახალი სამართაშორისო ენის შემხანა დროის მოთხოვნა

გელა ღვინევაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ახალი სამართაშორისო საკომუნიკაციო ენის შექმნის საკითხი. ნაზგასმულია მისი შექმნის მნიშვნელობა ხალხებს შორის როგორც ჩვეულებრივი, საყოფაცხოვრებო, ასევე სამეცნიერო ურთიერთობების ხელშეწყობისათვის. ამ ურთულესი ამოცანის გადაჭრის გასაადვილებლად შემოთავაზებულია ახალი მიდგომები, კერძოდ, აღნიშნულ საქმეში ყოველი ერის სპეციალისტების ჩართვა, ენის ავტომატიზებული დაპროექტება და სხვ.

სასწავლო მასაერთული სისტემების ზოგადი მოდელის შემსახვა

ანა კობიაშვილი, ეკა გვარამია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

აღწერილია ევრისტიკულ ცოდნაზე დაფუძნებული სასწავლო ექსპერტული სისტემის მოდელი. დამუშავებულია ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემის მოდელი, რომელიც ახდენს მონაცემთა იდენტიფიკაციას მათი მახასიათებლების მიხედვით. შემოთავაზებულია ადეკვატური ინფორმაციის ძებნის პრინციპები სტუდენტებისათვის, რომლებიც ეფუძნება კომპეტენტური კონსულტანტისა და ტიუტორის კომპონენტებს.

საქართველოს კომერციული ბანკების ლიკვიდურობის ანალიზი

ნონა გიგუაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში ჩატარებულია საქართველოს კომერციული ბანკების ლიკვიდურობის ანალიზი ძირითადი კოეფიციენტების მიხედვით. გამოთვლების შედეგები შედარებულია საქართველოს ეროვნული ბანკის მიერ დაწესებულ ნორმატივებთან. დადგენილია, რომ საქართველოს კომერციულ ბანკებს გააჩნიათ ლიკვიდური აქტივების ჭარბი დონე, რაც დეპოზიტორების სიმშვიდის საფუძველს ქმნის.

**ტესტების უძღვანა სირთულის გათვალისწინებით
LMS Moodle-ს გარემოში**

თამარ ლომინაძე, თალიკო უვანია, დავით კაპანაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

მიმოხილულია სწავლების მართვის სისტემის, LMS Moodle-ს შესაძლებლობები და სასწავლო პროცესში მისი გამოყენების ადგილი. აღწერილია LMS Moodle-ს გარემოში ტესტების გენერირების პრინციპები და ასევე, შეკითხვათა ძირითადი ტიპები, რომელთა შექმნაც სისტემაში შეიძლება. განხილულია ასევე, არსებული ტიპებისაგან განსხვავებული ტიპის, ტესტის სირთულის გათვალისწინებით შექმნის კონცეფცია.

ჰოპფის ბიფურკაცია სამგენერატორიანი სისტემისათვის

გონა დალაქიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ენერგოსისტემებში ჰოპფის ბიფურკაცია მრავალგენერატორიანი, კონკრეტულ შემთხვევაში კი, სამგენერატორიანი სისტემისთვის. მოცემული მათემატიკური მოდელის განხილვის საფუძველზე შეიძლება განისაზღვროს პარამეტრების მნიშვნელობათა ჯგუფები, რომლებიც შეესაბამება ბიფურკაციის წერტილებს და მიიღება ჰოპფის ბიფურკაციის ინდიკატორი. მიღებულია ექსპერიმენტის გარდამავალი პროცესის გრაფიკი და ფაზურ სიბრტყეზე მისი სახე, საბოლოოდ კი – შედეგი, n – განზომილებიანი ფაზური ტორი.

**პროგრამული აკლიკაციების მონაცემთა ბაზების დაპროექტება
კატეგორიულ მიდგომით**

გია სურგულაძე, ნინო თოფურია, მარინე კაშიბაძე, დავით სალინაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება დაპროგრამების UML ტექნოლოგიის და ობიექტ-როლური მოდელირების ORM ინსტრუმენტის გამოყენებით არსთა-დამოკიდებულების ERM მოდელის ავტომატიზებულ რეჟიმში აგების ამოცანა. კატეგორიული მიდგომისა და ლოგიკურ-ალგებრული მეთოდების გამოყენებით განხორციელებულია საპრობლემო სფეროს მონაცემთა სტრუქტურებისა და ცოდნის ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირება.

**საგანგებო სიტუაციათა კლასიფიკაცია და სახელმწიფოს უსაფრთხოების
უზრუნველყოფის ზოგიერთი ასპექტები**

**ოთარ შონია, კორნელი ოდიშარია, ცირა ელგენდარაშვილი,
გულბათ ნარეშელაშვილი**
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია საგანგებო სიტუაციების კლასიფიკაცია, განხილულია სახელმწიფოს უშიშროების ერთ-ერთი ძირითადი გარანტის, საგანგებო სიტუაციათა მართვის სისტემის ეფექტურობის ამაღლების ზოგიერთი ასპექტები.

**ოპერაციულ სისტემაში ჩიხური პროცესების მართვის
ერთი ალგორითმის შესახებ**

მარინა კაშიბაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება ოპერაციულ სისტემებში ჩიხური პროცესების არსებობისა და მათი გამორიცხვის შესაძლებლობანი. შემუშავებულია ასეთი პროცესების მართვის მოდელი პეტრის ქსელის ინსტრუმენტის საფუძველზე. ჩატარებულია ამ მოდელის იმიტაციური გამოკვლევა და აგებულია შესაბამისი დროითი მახასიათებლები.