საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

შორენა დავითელაშვილი

ქაოსური პროცესების ანალიზი დინამიკურ სისტემებში სინერგეტიკული მეთოდების გამოყენებით

სადოქტორო პროგრამა: „მართვის სისტემები, ავტომატიზაცია და ტესტ-ინჟინერინგი“

შიფრი 0403

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2019 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის

მართვის სისტემების დეპარტამენტზე

ხელმძღვანელი: პროფესორი ვალიდა სესაძე;

რეცენზენტები: ______________________________

____

დაცვა შედგება 2019 წლის „____“ _______________ „____“ საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ______________________

_________________________ საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს

სხდომაზე, კორპუსი _____ აუდიტორია _____

მისამართი: 0175 თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ___________

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა. დღესდღეობით, მეტად მნიშვნელოვანია ქაოსური დინამიკის მქონე არაწრფივი სისტემების მართვის პრობლემა. კერძოდ, ქაოსის წინააღმდეგ ბრძოლა, რომელიც ხშირად არღვევს დინამიკური სისტემების ფუნქციონირების ხარისხს.

სამეცნიერო კვლევებში ტერმინი "ქაოსი" გამოყენებულია ისეთი სისტემების აღსაწერად, რომლებიც ერთი შეხედვით არიან სრულიად შემთხვევითი დინამიკის, მაგრამ ამავე დროს მათ გააჩნიათ დაფარული წესრიგი.

ქაოსური დინამიკის მართვის აქტუალური სამეცნიერო პრობლემა ჯერ არ არის მოგვარებული. მისი გადაჭრის არსებული ასპექტების უამრავი რაოდენობიდან შესაძლოა გამოვყოთ ზოგიერთი მეთოდი და კანონი, რომლებიც ამცირებენ არარეგულარულ რხევებს არაწრფივ სისტემებში და უზრუნველყოფენ თავდაპირველი ქაოსური მოდელის სტაბილიზაციას.

თანამედროვე ტექნიკურ მეცნიერებაში განიხილება ისეთ რთული სისტემები, რომლებიც თვისებებით და საქციელით ძლიერ გვანან ბუნებრივებს. აქედან გამომდინარე წარმოიქმნება მოთხოვნილება, გამოვლინდეს ბუნებრივ სისტემებში მიმდინარე მექანიზმები, მოხდეს მათი ფუნქციონირების განსაზღვრა და განვითარების პროგნოზირება; კვლევის მიღებული შედეგები კი გამოყენებულ იქნას ტექნიკურ სისტემებში.

ტელე-კომუნიკაციის სფეროში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს ინფორმაციის გადაცემისა და ზუსტად აღდგენის სისტემების საიმედო, მდგრადი მუშაობა.

კავშირის არხით სიგნალის გადაცემისას შესაძლოა ის დამახინჯდეს და შემდეგ მიმღებ მხარეზე მოხდეს მისი შეცდომით აღდგენა. რაც საკმაოდ არასასურველი მოვლენაა. გამოსახულების სიგნალების დამახინჯება ხშირად გამოწვეულია საკომუნიკაციო ხაზის ცნობილი მახსიათებლებით და შესაძლოა მათი გამოსწორება შესაბამისი კორექტირებით. დაბრკოლებები, რომლებიც ჩაერევიან, წინასწარ არ არის ცნობილი, ამიტომ არ

შეიძლება მათი სრულიად აღმოფხვრა. დაბრკოლებები მრავალფეროვანია, როგორც მათი წარმოშობის, ასევე ფიზიკური თვისებებით.

ჩვენ ვსარგებლობთ თანამედროვე მეცნიერების გაერთიანებული მიმართულებით სინერგეტიკით. სინერგეტიკა - ესაა მეცნიერება თვითორ-განიზაციის შესახებ არაწრფივ დისიპაციურ სისტემებში. ის შეისწავლის ფი-ზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ სისტემებში მიმდინარე განვითარების რთული პროცესების კანონზმიერებებს.

სინერგეტიკულ კონცეფციაზე გადასვლა მოითხოვს ახალ სამეცნიერო კვლევებს. ასეთ კვლევას ეხება აღნიშნული ნაშრომი, სადაც წარმოდგენილია პრინციპულად ახალი სინერგეტიკული მიდგომა არაწრფივი დინამიკური ქაოსური სისტემების სინთეზისათვის. ჩვენ ვიყენებთ ინფორმაციის დინამიკური დამუშავების და დაცვის მეთოდს და აგრეგირებული რეგულატორების ანალიზური კონსტრუირების მეთოდს. შემდეგ კი სინერგეტიკული სისტემის თვისებები გადაგვაქვს კონსტრუ-ირებულ სისტემაზე.

არაწრფივი სისტემების ოპტიმალური მართვისათვის მი-ზანშეწონილია არა მხოლოდ მათემატიკური კონსტრუქციების გამოყენება, ასევე ფიზიკური კანონზომიერებებიც, მართვის თეორიის და სინერგეტიკის თეორიის გამოყენებაც. რაც საშუალებას გვაძლევს ახლებურად მივუდგეთ სისტემების სინთეზის პროცედურას.

სინერგეტიკის მიხედვით, ღია სისტემებში, რომლებიც გარემოსთან ცვლიან ენერგიას, ნივთიერებას ან ინფორმაციას, წარმოიქმნება თვით-ორგანიზაციის პროცესები; ანუ პროცესები იბადება ფიზიკური, ბიოლო-გიური, ეკონომიკური და სოციალური ქაოსიდან. შედეგად მათ აქვთ ახალი მდგრადი მოწესრიგებული სტრუქტურა, სისტემას გააჩნია უკვე ახალი თვისება.

კვლევის მიზანი

ჩვენს ნაშრომში გადაწყვეტილია მართვის ამოცანა, რომელიც უზრუნველყოფს ქაოსური რხევების ჩახშობას ლორენცის ქაოსურ სისტემაში.

მსგავსი ტიპის ამოცანები წარმოიქმნება იმ შემთხვევებში, როდესაც აუცილებელია კონსტრუქციებში აღმოიფხვრას არასასურველი ვიბრაცია, სხვადასხვა ხმაური და ა.შ.

მაგალითად: ტელე-კომუნიკაციურ სისტემაში კავშირის არხით სიგნალის გადაცემისას შესაძლოა მას დაემატოს არასასურველი ხმაური და შეცვალოს ინფორმაცია.

დასახული მიზნის შესაბამისად ნაშრომში გადაწყვეტილია შემდეგი ძირითადი **ამოცანები:**

1. რეგულარული და ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემების ბაზური არაწრფივი მათემატიკური მოდელების კვლევა.
2. ქაოსური გენერატორების აგების მეთოდების კვლევა და ლორენცის ქაოსური გენერატორის არაწრფივი მოდელის შესწავლა.
3. დინამიკური სისტემების რეკონსტრუქციის მეთოდების კვლევა.
4. ქაოსური რხევების ბუნებაზე მოქმედი „მმართველი პარამეტრის" გა-ზომვის მეთოდიკის შემუშავება.
5. მიმდინარე „მმართველი პარამეტრის" არაწრფივი დინამიკური დამ-კვირვებლის სინთეზი მიმდინარე ატრაქტორის სტრუქტურისა და დახურული ინფორმაციის შემდგომი აღდგენის მიზნით.
6. „მმართველი პარამეტრების" გენერატორების სინთეზი ქაოსურ დინა-მიკურ სისტემებში.

კვლევის მეთოდები. დისერტაციაში დასახული ამოცანების მიღწევისათვის გამოყენებული იქნა თანამედროვე არაწრფივი დინამიკისა და სინერგეტიკის მეთოდები, მართვის სინერგეტიკული თეორიის მეთოდები და დიფერენციალური განტოლებების თეორიები, ასევე, დინამიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირების მეთოდები.

სინთეზისა და მოდელირებისათვის გამოყენებული იქნა MatLab მათემატიკური პაკეტი.

მეცნიერული სიახლე. ნაშრომის მეცნიერული სიახლით მიღებული ძირითადი შედეგები:

1. დინამიკური ქაოსის არაწრფივი სისტემების რეკონსტრუქციის სინერგეტიკული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია მმართველი პარამეტრების მიმდინარე იდენტიფიკაციის პროცესზე.
2. ინფორმაციის დამუშავებისა და გადაცემის მეთოდი, რაც ეყრდნობა ლორენცის ტიპის ქაოსური ატრაქტორის ფორმირებას ფაზურ სივრცეში თავისუფლების ხარისხის რიცხვის შემცირების გზით, ანუ სისტემაში წარმოიქმნება თვითორგანიზების პროცესი.
3. ლორენცის ტიპის ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემებში „მმართველი პარამეტრების" გენერატორების სინთეზის მეთოდი, რომელიც ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემებში მოძრაობის რეგულარული ფორმირების საშუალებას იძლევა, რომელიც აუცილებელია ინფორმაციის მართვისა და დამუშავების რიგი ტექნოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტისათვის.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა. დისერტაციაში შემუშავებული კონფიდენციალური ინფორმაციის დინამიკური დამუშავებისა და დაცვის მეთოდი ემყარება სინერგეტიკული დამკვირებლის გამოყენებით სისტემის დინამიკის გლობალური რეკონსტრუქციის მეთოდს. მისი გამოყენებით შესაძლებელია ინფორმაციის დამუშავებისა და დაცვის ახალი კლასის თვითორგანიზებადი სისტემის შექმნა.

სადისერტაციო ნაშრომის აპრობაცია და პუბლიკაციები

კვლევის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატიებში:

1. ვ. სესაძე, ნ. სესაძე, შ. დავითელაშვილი. სინერგეტიკის წარმოშობა და განვითარება საუკუნეების მიჯნაზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები #2(500) 2016წ. 57-63 გვ.

2. Valida Sesadze, Neli Sesadze, Shorena Davitelashvili. Origin of Synergetics and development on the boundary of centuries. Inernational Scientific Journal “ Air Transport”. Aviation University of Georgia, #1(11)/2016. 83-87 pages.
3. ვალიდა სესაძე, შორენა დავითელაშვილი. ქაოსური სისტემების მართვის ამოცანები. სტუ-ს თემატური სამეცნიერო შრომების კრებული, მას, ონლაინ ჟურნალი. #1(28) 2019. 72-80 გვ.
4. ვალიდა სესაძე, შორენა დავითელაშვილი. ეკოლოგიური პროცესების მართვა მართვის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით. საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“. #19. (2019წ.) 60-64გვ.

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებული იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საერთაშორისო კონფერენციებზე:

1. პროფ. კონსტანტინე კამკამიძის დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია. „ციფრული ტექნოლოგიები: დღევანდელობა და გამოწვევები“ 2018 წელი.
2. სტუდენტთა 87-ე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. 2019 წელი.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია ნაშრომის აქტუალურობა. მოკლედ არის გადმოცემული ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული შედეგები. წარმოდგენილია სამეცნიერო სიახლე და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

პირველ თავში წარმოდგენილია რეგულარული დინამიკისა და ქაოსური დინამიკის მქონე რხევითი სისტემის საბაზისო არაწრფივი დინამიკური მოდელების ხარისხობრივი თვისებების განხილვა და ანალიზი, რომლებიც ინფორმაციების გენერატორების როლში გვევლინება.

ასევე განხილულია რეგულარული ოსცილატორების სისტემების გავრცელებული მოდელები: ვან დერ პოლის ოსცილიატორის მოდელი, რელეს გენერატორის მოდელი, პუანკარეს მოდელები და ბრიუსელიატორის მოდელები, რომლებსაც ცვლადების მერყევი ბუნება ახასიათებთ დროში და სივრცეში. ასეთ ატრაქტორებს „ზღვრული ციკლის“ ტიპის ატრაქტორებს უწოდებენ.

ნაშრომში ასევე განხილულია და გამოკვლეულია ქაოსური დინამიკის მქონე არაწრფივი რხევითი სისტემების ბაზური მათემატიკური მოდელები, როგორიცაა ლორენცის, რესლერის მოდელი და ჩუას გენერატორები.

მეორე თავში გამოკვლეული იქნა მონაცემთა ფარული გადაცემის მიზნით ინფორმაციის დამუშავების სხვადასხვა მეთოდი, რომელიც ქაოსური სისტემების გამოყენებას ეფუძნება. ასევე გამოკვლეულია დინამიკური სისტემების გლობალური რეკონსტრუქციის მეთოდი, როგორც ინფორმაციის დამუშავებისა და ფარული გადაცემის მეთოდი. განხილულია ინფორმაციული სიგნალების რეკონსტრუქციისადმი ზოგადი მიდგომის მეთოდი პარამეტრებით მოდელირებადი ქაოსური გენერატორების გამოყენებით. არაკ - (აგრეგირებული რეგულატორების ანალიზური კონსტრუირება) მეთოდის საფუძველზე შემუშავდა არაწრფივი დინამიკური დამკვირვებლის სინთეზის მეთოდი „მმართველი პარამეტრის“ მიმდინარე იდენტიფიკაციისათვის ატრაქტორის სტრუქტურის აღდგენისა და ფარული ინფორმაციის შემდგომი აღდგენის მიზნით. მოყვანილია ასევე კომპიუტერული მოდელირების შედეგები რომლებიც მიღებული იქნა ინფორმაციის რეკონსტრუქციის სისტემით სი-ნერგეტიკული დამკვირვებლის ბაზაზე.

ამავე თავში ასევე წარმოდგენილია ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემაში „მმართველი პარამეტრების“ გენერატორების სინთეზის მეთოდი, რომელიც ემყარება არაკ-ის მეთოდს, რაც ლორენცის ტიპის მოდელის სტრუქტურაში სასურველი ატრაქტორების ფორმირების საშუალებას იძლევა.

ინფორმაციის დინამიკური დამუშვების და დაცვის მეთოდი - დინამიკური სისტემის გლობალური რეკონსტრუქციის საფუძველზე:

საწყისი დინამიკური სისტემა, რომელიც ქმნის დამუშავების სიგნალს, აღიწერება არაწრფივი დიფერენციალური განტოლებით:

$$\frac{dx}{dt} = F(x, \mu^0), \qquad x \in R^n, \ \ \mu^0 \in R^m \tag{1}$$

სადაც x - გენერატორის ცვლადების მდგომარეობის ვექტორი,

F – ქაოსური გენერატორის მოდელის მარჯვენა ნაწილის ვექტორი,

μ^0-ქაოსური გენერატორის მუდმივი (ნომინალური) პარამეტრების ვექტორი.

μ^0 ვექტორის ცალკეული პარამეტრები საკმაოდ ნელა მოდულირდებიან გადამცემ ინფორმაციულ სიგნალებად $\mu_i(t)$. რის შედეგადაც წარმოიქმნება ქაოსური გენერატორის ახალი პარამეტრები:

$$\mu_i^*(t) = \mu_i^0 + \mu_i(t), \qquad i = 1, \dots, m \tag{2}$$

ნელი მოდულაციის პირობები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი უტოლობის სახით:

$$\left|\overline{\frac{d\mu_i}{dt}}\right| \ll \left|\overline{\frac{dx_j}{dt}}\right| \tag{3}$$

ნებისმიერი i და j -სათვის.

მაშინ (2)-ის გათვალისწინებით (1) განტოლებათა სისტემა შეიცვლება შემდეგნაირად:

$$\frac{dx}{dt} = F(x, \mu^0 + \mu(t)) \tag{4}$$

სადაც, $\mu^0 = (\mu_1^0, \mu_2^0, \dots, \mu_m^0)$, $\mu(t) = \big(\mu_1\,(t), \mu_2\,(t), \dots . \mu_m\,(t)\big)$.

(4) მოდელის ზოგიერთი ცვლადის შეცვლით (თითოეული ტიპის ქაოსური გენერატორისთვის ეს ჩანაცვლება სხვადასხვაა) იგი გარდაქმნება და მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\dot{x}_1(t) = x_2; \ \dot{x}_2 = x_3; \ \dot{x}_{n-1} = x_n; \ \dot{x}_n = f(x, \mu^*) \tag{5}$$

შემდეგ, გენერირებული $x_n(t)$ სიგნალი გადაეცემა კავშირის არხზე, ხოლო მიმღებ მხარეს, $x_1(t), \dots, x_{n-1}(t)$ სიგნალების მნიშვნელობები

მიიღება თანამიმდევრულად (5) განტოლებათა სისტემის რიცხვითი (ან აპარატურული) ინტეგრაციით.

ამასთან ერთად, მიმღებ მხარეზე $x_i(t), i = 1, \ldots . n$ სიგნალების ცნობილი მნიშვნელობებიდან μ^* უცნობი პარამეტრები მოიძებნება განტოლებიდან უმცირესი კვადრატების მეთოდით (6) განტოლების გამოყენებით:

$$f(x, \mu^*) = 0 \tag{6}$$

საბოლოოდ, რეკონსტრუირებული ინფორმაციული სიგნალები მიღე-ბულია (2) გამოსახულებიდან, ანუ

$$\widehat{\mu_i}(t) = \widehat{\mu_i^*}(t) - \mu_i^0 ,$$

სადაც, $\widehat{\mu_i}(t)$ - რეკონსტრუირებული ინფორმაციული სიგნალია,

$\widehat{\mu_i^*}(t)$ - განახლებული მოდულირებული პარამეტრი.

მოყვანილი რეკონსტრუქციული მიდგომა არსებითად სტატიკურია. პირობა (3) მოითხოვს ავირჩიოთ ისეთი t*, რომ მის საზღვრებში პარამეტრის მნიშვნელობა $\mu_i^* \approx const$ მუდმივი იყოს. თუმცა არაწრფივ დინამიკაში კარგად არის ცნობილი ლორენცის, რელსერის და სხვა ქაოსური გენერა-ტორების ჰიპერმგრძნობელობა საწყისი პირობებისა და მმართველი პარა-მეტრის მცირე ცვლილებების მიმართ.

შემოთავზებულია ინფორმაციის დამუშვების დინამიკური მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია $\mu * (t)$-ს მიმდინარე პარამეტრების გამოთვლაზე სინერგეტიკული დამკვირვებლის დახმარებით.

დამკვირვებლის აგება განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე: ლორენცის ქაოსური მოდელისათვის ავაგოთ დამკვირვებელი.

$$\dot{x(t)} = \sigma(y - x);$$
$$\dot{y}(t) = rx - y - xz;$$
$$\dot{z}(t) = -bz + xy \tag{7}$$

სადაც, $x = (x,y, z)$ - ცვლადების მდგომარეობის ვექტორია, $\mu^0 = (\sigma, \boldsymbol{r}, b)$ - მუდმივი (ნომინალური) პარამეტრების ვექტორი.

ჩვენი მოდელი (7) გარდავქმნათ (5) სახით. ამისათვის შევცვალოთ ცვლადები:

$$X = x; Y = \sigma(y - x); Z = \sigma\big((r + \sigma)x - (\sigma + 1)y - xz\big).$$

შედეგად ვიღებთ ახალ სისტემას

$$x(\dot{t}) = Y;$$

$$\dot{y}(t) = Z;$$

$$\dot{z}(t) = f(X, Y, Z, \boldsymbol{\mu^0}) \tag{8}$$

სადაც

$$f(X, Y, Z, \boldsymbol{\mu^0}) = b\sigma X r_i - b(\sigma + 1)Y - (b + \sigma + 1)Z - X^2Y - \sigma X^3 + \frac{Y((\sigma+1)Y+Z)}{X} \tag{9}$$

$$r_i = r - 1.$$

შემდგომ განვიხილოთ ლორენცის ქაოსური გენერატორის ახალი პარამეტრი:

$$r^*(t) = r + \mu(t) \ . \tag{10}$$

(8-10) სისტემის მიერ წარმოქმნილი Z (t) სიგნალი გადაეცემა კავშირის არხზე ამასთან, დასაშვებია შემდეგი ვარაუდები:

- მოდულაციის სიგნალი $\mu(t)$ არის მუდმივი ნაწილაკი, ანუ ხდება ციფრული ინფორმაციის გადაცემა;
- σ, b პარამეტრები - ცნობილია, ხოლო r პარამეტრი არის მოდული-რებული, ამასთან ერთად $r > 0$.

როგორც ცნობილია r პარამეტრის მნიშვნელობის მიხედვით (σ, b -ს, მუდმივობის დროს) ლორენცის სისტემაში აღმოცენდება ქაოსური რეჟიმი. მაგალითად, როდესაც $24{,}74 < r < 30{,}1$ ლორენცის სისტემაში (7) აღინიშნება ფუნქციონირების ქაოსური რეჟიმი, ანუ ქაოსური რხევების გენერაცია.

ამასთან დაკავშირებით, შემოთავაზებულია სისტემისათვის მიმღებ მხარეს (8) $r_i = r - 1$ პარამეტრისათვის დამკვირვებლის აგების პროცედურა. სინერგეტიკული მართვის თეორიის შესაბამისად, (8) სისტემის პარამეტრის r_i-ის დამკვირვებლის ასაგებად, აუცილებლად უნდა შეიცვალოს უცნობი პარამეტრი მისი დინამიკური მოდელით, რომელიც ასახავს ამ პარამეტრის ევოლუციას. ჩვენს შემთხვევაში ეს არის მოდელი :

$$\dot{w}(t) = 0,$$

რადგანაც ამ დიფერენციალური განტოლების ამონახსენი არის $w(t) = contst$, და ის ასახავს r_i პარამეტრის ნახტომისებურ ცვლილებას დროში,

აღნიშნულის საფუძველზე, ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი გაფართოებული სისტემა, რომელიც გამოიყენება დამკვირვებლის სინთეზის პროცედურაში:

$$\dot{x}(t) = Y;$$

$$\dot{y}(t) = Z;$$

$$\dot{z}(t) = b\sigma Xw - b(\sigma+1)Y - (b+\sigma+1)Z - X^2Y - \sigma X^3 + \frac{Y((\sigma+1)Y+Z)}{X}; \qquad (11)$$

$$\dot{w}(t) = 0$$

სადაც, $G_i = -b(\sigma+1)Y - (b+\sigma+1)Z - X^2Y - \sigma X^3 + \frac{Y((\sigma+1)Y+Z)}{X}$,

w - დინამიკური მოდელის პარამეტრი r_i- ის მუდმივი მდგომარეობის ცვლადი.

როგორც ჩანს, (11) სისტემაში, (8) -ისგან განსხვავებით, r_i პარამეტრი შეცვლილია დინამიკური მოდელის მუდმივი მდგომარეობის პარამეტრის ცვლადით w. (11) სისტემაში დაკვირვებადი (ცნობილი) არის X, Y, Z ცვლა-დები, ხოლო არა დაკვირვებადი (უცნობი) ცვლადი - w.

დავუშვათ $\hat{w}$ - საძებნი r_i პარამეტრის შეფასებაა და $\hat{w} = \hat{r_i}$. პარამეტრის შეფასების შესაქმნელად შემოვიტანოთ მაკრო ცვლადი:

$$\psi = w - \hat{w} \qquad (12)$$

და ჩავწეროთ დაყვანის განტოლება:

$$\hat{w} = Q(X,Y,Z) + \nu_i \qquad (13)$$

სადაც, $Q(X,Y,Z)$ - უცნობი ფუნქცია, (11) სისტემის მდგომარეობის დაკვირვების ცვლადის, ν_i - დინამიკური მდგომარეობის დამკვირვებლის ცვლადი.

მაშინ განტოლების რედუქციის წარმოებული დროის მიხედვით

$$\frac{d\hat{w}}{dt} = \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial X}\frac{dX}{dt} + \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Y}\frac{dY}{dt} + \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Z}\frac{dZ}{dt} + \frac{d\nu_i}{dt}$$

(14)

(12) მაკროცვლადი უნდა აკმაყოფილებდეს სინერტიკული მართვის თეორიის ფუნქციონალურ განტოლებას:

$$\dot{\psi}(t) + L(X,Y,Z)\psi = 0, \tag{15}$$

სადაც $L(X,Y,Z)$ - არის უცნობი ფუნქცია, რომელიც უზრუნველყოფს (15) განტოლების მდგრადობას.

მაკრო ცვლადის წარმოებულს დროის მიხედვით (12) აქვს სახე:

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{dw}{dt} = \frac{d\widehat{w}}{dt}$$

ამ განტოლებაში ჩავსვათ შესაბამისი გამოსახულები (11) - (14) , მივიღებთ

$$-\frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial X}Y - \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Y}Z - \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Z}(b\sigma Xw + G_1) - \frac{dv_1}{dt} + L(X,Y,Z)(w - \widehat{w}) = 0 \tag{16}$$

რადგანაც, დამკვირვებელის განტოლება არ უნდა შეიცავდეს არადაკვირვებად მდგომარეობის ცვლადებს, აუცილებელია ამოვწეროთ ბოლო განტოლებიდან ყველა შესაკრები, რომელიც შეიცავს არადაკვირვებად ცვლადს w:

$$w\left(-\frac{\partial Q\,(X,Y,Z)}{\partial Z}b\sigma X + L(X,Y,Z)\right) = 0.$$

მიღებული ტოლობა სრულდება შემდეგი პირობის დაკმაყოფილების დროს $-\frac{\partial Q\,(X,Y,Z)}{\partial Z}b\sigma X + L(X,Y,Z) = 0$ (17)

ისე, როგორც $w \neq 0$.

(17) -დან ჩანს, რომ

$$\frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Z} = \frac{L(X,Y,Z)}{b\sigma X}$$

გაინტეგრალებით მივიღებთ:

$$Q(X,Y,Z) = \frac{L(X,Y,Z)}{b\sigma X}Z \tag{18}$$

მიღებული თანაფარდობის გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$L(X,Y,Z) = aX^2 \tag{19}$$

სადაც, $a > 0$ - მუდმივი კოეფიციენტია, რომელიც ადგენს უცნობი პარამეტრის r_i დინამიკას (სიჩქარე).

(18) და (19)-დან გვაქვს:

$$Q(X,Y,Z) = \frac{a}{b\sigma} ZY \tag{20}$$

ეხლა, ვიცით რა $Q(X,Y,Z)$ (20) და $L(X,Y,Z)$ (19)-დან ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ დამკვირვებლის დინამიკური შეშფოთების განტოლება:

$$\frac{d\nu_i}{dt} = -\frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial X} Y - \frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Z} G_i - L(X,Y,Z)\widehat{w} = -\left(\frac{a}{b\sigma} Z\right) Y - \left(\frac{a}{b\sigma} X\right) G_i - aX^2 \left(\frac{a}{b\sigma} XZ + \nu_i\right),$$

რადგან $\frac{\partial Q(X,Y,Z)}{\partial Y} = 0.$

(21)

ასევე გვაქვს r_i პარამეტრის შეფასების გამოსახულება :

$$\widehat{w} = \hat{r}_i = \frac{a}{b\sigma} XZ + \nu_i. \tag{22}$$

საბოლოოდ, (2.18) (9) და (2.30) (21)-დან მივიღებთ:

$$\hat{r} = 1 + \hat{r}_i = 1 + \frac{a}{b\sigma} XZ + \nu_i \tag{23}$$

ამგვარად, r_i პარამეტრის სინთეზირებული სინერგეტიკული დამკვირვებელი შედგება ორი კომპონენტისგან:

1. დინამიკური, დიფერენციალური განტოლებისაგან (16);
2. სტატიკური, მოცემული (18) გამოსახულებისგან.

ახლა (10) თანაფარდობიდან ვიპოვოთ მიმღებ მხარეზე რეკონსტრუირებული ინფორმაციული სიგნალი :

$$\mu_{\text{რეკონსტრ.}}(t) = \hat{r} - r, \tag{24}$$

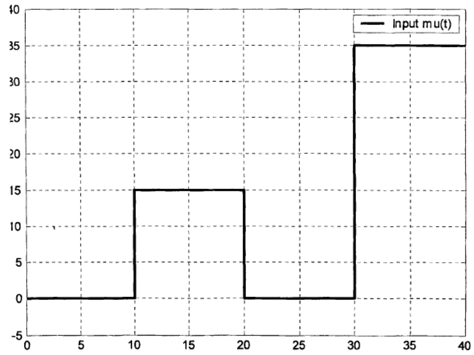
ანუ რეკონსტრუირებული საინფორმაციო სიგნალი ტოლია შესაფასებელი პარამეტრის და მისი ნომინალური მნიშვნელობის სხვაობის.

მოდელირების შედეგები

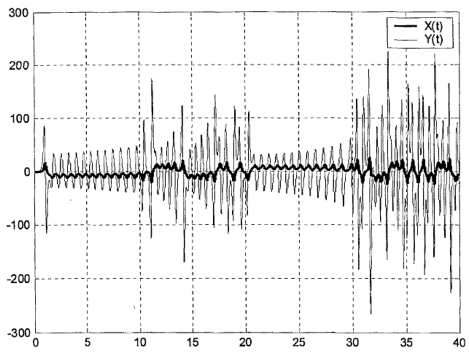
პარამეტრის სინერგეტიკული დაკვირვებით, ლორენცის ქაოსური გენერატორების საფუძველზე, ინფორმაციის რეკონსტრუქციით მიღებულ სისტემას მოდელირება გავუკეთეთ MATLAB -ის მათემატიკურ პაკეტში.

ლორენცის სისტემის უცვლელი პარამეტრები: $b = {}^{8}/_{3}$, $\sigma = 10$; მოდულირებული პარამეტრის ნომინალური მნიშვნელობა $r = 24$.

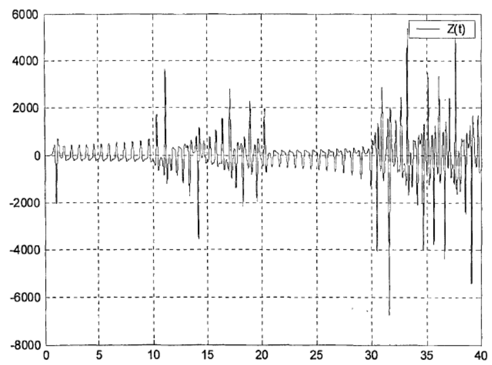
საინფორმაციო სიგნალი $\mu(t)$ გადამცემზე ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. ხოლო ნახაზებზე 2 და 3 ილუსტრირებულია რეკონსტრუირებული (8) სისტემის მოდელირების შედეგები, ანუ ქცევა გადამცემზე. ხოლო ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია (8) სისტემის ფაზური პორტრეტი.



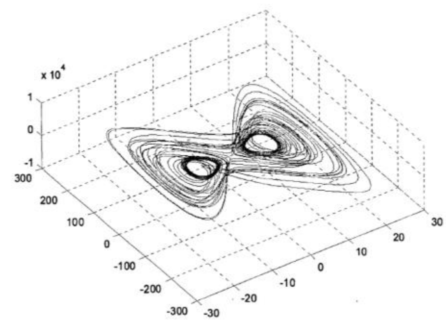
ნახ. 1 - ინფორმაციის სიგნალი გადამცემზე



ნახ. 2– მიმღებზე X(t) და Y(t) ცვლადების ცვლილებათა გრაფიკი



ნახ. 3 – მიმღების გამოსასვლელზე Z(t) ცვლადის ცვლილებათა გრაფიკი

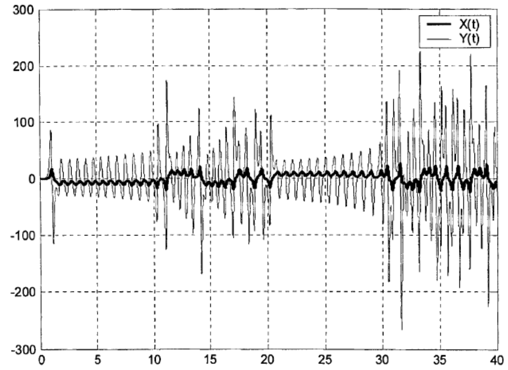


ნახ. 4 – (8) სისტემის ფაზური პორტრეტი

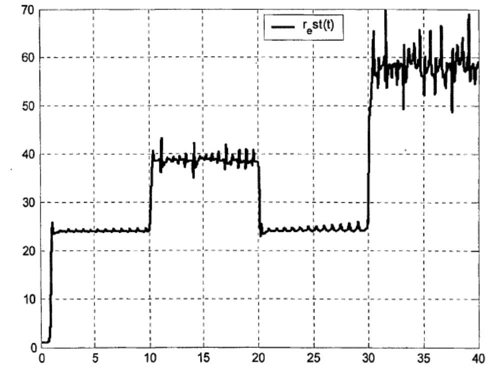
ეხლა ავირჩიოთ სინერგეტიკული დამკვირვებლის პარამეტრი a=0,2. რეკონსტრუირებული (8) სისტემის ქცევა მიმღებზე ილუსტრირებულია

ნახაზზე 5. r პარამეტრის შეფასება $\hat{r}(t)$ ილუსტრირებულია ნახ.6-ზე. (24) გამოსახულების თანახმად, რეკონსტრუირებული ინფორმაციის სიგნალი მიმღებზე $\mu_{რეკონსტრ.}(t)$ ნაჩვენებია ნახ. 7-ზე.

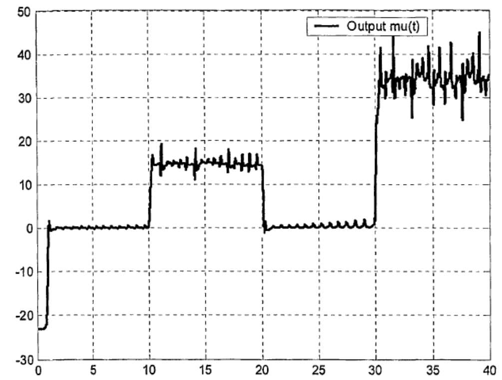
ამრიგად, შესწავლილი და გამოკვლეულია ინფორმაციის დინამიკური დამუშავებისა და დაცვის ახალი მეთოდი, რომელიც სინერგეტიკული დამკვირვებლის გამოყენებით სისტემის დინამიკის გლობალური რეკონსტრუქციის მეთოდს ეფუძნება.



ნახ. 5 – მიმღებზე X(t) და Y(t) ცვლადების ცვლილებათა გრაფიკი



ნახ. 6 - მიმღებზე $\hat{r}(t)$ პარამეტრის შეფასების ცვლილების გრაფიკი



ნახ. 7 - მიმღების გამოსასვლელზე რეკონსტრუქციული საინფორმაციო სიგნალი

მოდელირების შედეგებიდან ჩანს, რომ პარამეტრის სინთეზირებული დამკვირვებელი ზუსტად აფასებს r მმართველ პარამეტრს და ახდენს ინფორმაციული სიგნალის რეკონსტრუქციას.

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია როგორც „მმართველი პარამეტრის“ მიმდინარე მნიშვნელობის, ასევე „მმართველი პარამეტრის“ ცნების განსაზღვრა და ქაოსის მართვის სისტემების სინთეზის პროცედურის აგება. ასევე შეგვიძლია გამოვიყენოთ ეს მეთოდი საკომუნიკაციო არხებით ინფორმაციის საიმედო გადაცემისათვის.

ამ მეთოდის გამოყენებით, ჩვენ შეგვიძლია განსაზღვროთ არა მხოლოდ "მმართველი პარამეტრის" მიმდინარე მნიშვნელობა, ასევე ფორმირება გაუკეთოთ არაწრფივი ლორენცის ტიპის სისტემაში სასურველ ატრაქტორებს.

ქაოსური დინამიკის სისტემებში "მმართველი პარამეტრების" გენერატორების სინთეზის მეთოდი. ახლა ჩვენ სინთეზირებას გავუკეთებთ r (t) გენერატორის "მმართველ პარამეტრს", ამისათვის, (7) მოდელი გავაფართოვოთ და ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\dot{x}(t) = y,$$
$$\dot{y}(t) = -(1+\sigma)y - \sigma(1-r+z)x,$$
$$\dot{z}(t) = -bz + \frac{1}{\sigma}xy + x^2, \qquad (25)$$

$$\dot{r}(t) = u(x,y,z) = F(t),$$

სადაც $u(x,y,z) = F(t)$ - r (t) "მმართველი პარამეტრის სასურველი ცვლილების გენერატორი (რათა შეიქმნას შესაბამისი სტრუქტურები - ატრაქტორები ლორენცის მოდელში).

ამრიგად, ისმება შემდეგი ამოცანა : სინთეზირდეს u (x, y, z) უკუ კავშირი, რომელიც უზრუნველყოფს ნებისმიერი საწყისი პირობებისას x_0, y_0, z_0, r_0 ლორენცის მოდელის სტრუქტურაში სასურველი ატრაქტორების შესაბამისი ბიფურკაციებით ფორმირებას. მაგალითად, “ჩანგლის“ ტიპი. ამ ამოცანის ამოსახსნელად შემოვიტანოთ შემდეგი მაკრო ცვლადი:

$$\psi = z - r + \mu - \alpha cosx \qquad (26)$$

ψ მაკრო ცვლადის წარმოებული:

$$ttty\psi(t) = \frac{\partial\psi}{\partial z}\dot{z}(t) + \frac{\partial\psi}{\partial r}\dot{r}(t) + \frac{\partial\psi}{\partial x}\dot{x}(t) \qquad (27)$$

სადაც, $\frac{\partial\psi}{\partial z} = 1, \frac{\partial\psi}{\partial r} = -1, \frac{\partial\psi}{\partial x} = \alpha sinx.$

ჩავსვავთ რა ψ-ს (26) $\dot{\psi}(t)$ (27) ფუნქციაში $T\dot{\psi}(t) + \psi = 0$

მივიღებთ:

$$\dot{z}(t) - \dot{r}(t) + \alpha ysinx + \frac{1}{T}\psi = 0$$

შევცვალოთ ამ განტოლებაში შესაბამისი ასახვა z (t) და r (t) -სათვის (25)-დან, მივიღებთ:

$$-bz + \frac{1}{\sigma}xy + x^2 - u + \alpha ysinx + \frac{1}{T}\psi_2 = 0 ,$$

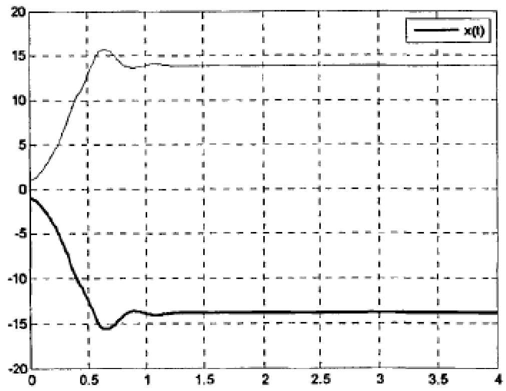
საიდანაც,

$$u = -bz + \frac{1}{\sigma}xy + x^2 + \alpha ysinx + \frac{1}{T}\psi \qquad (28)$$

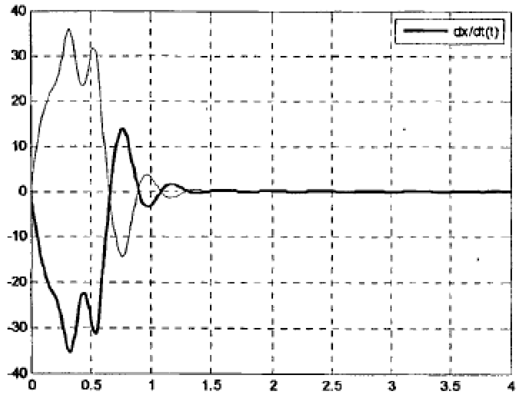
აშკარაა, რომ (25) და(28) სისტემა დაწყებული x_0, y_0, z_0, r_0 თვითნებური საწყისი პირობებიდან, $t = (3 \div 4)$ დროის შემდეგ T გადის მრავალსახეობაზე $\psi = 0$ (25), რომლის გასწვრივ მოძრაობაც აღიწერება დიფერენციალური განტოლებით

$$\ddot{x}_\psi(t) + (1+\sigma)\dot{x}_\psi(t) + \sigma\big(1 - \mu + \alpha cosx_\psi\big)x_\psi = 0 \qquad \textit{(29)}$$

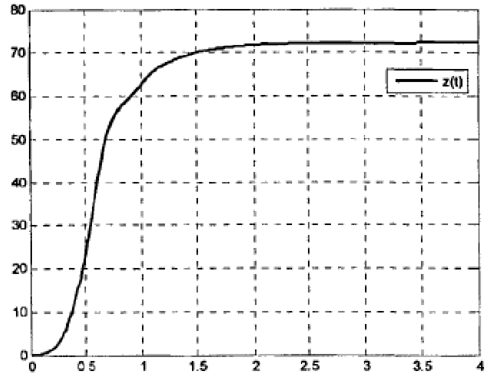
8-12 ნახაზებზე ნაჩვენებია (25), (28) სისტემის მოდელირების შედეგები, $\sigma = 10; b = \frac{8}{3};\ \mu = 0{,}5;\ \alpha = -2; T = 0{,}2$ პარამეტრებისათვის, როდესაც საწყისი პირობებია: $r(0) = 28, x(0) = 1, \dot{x}(0) = 02, z(0) = 0.$ ამ შემთხვევაში, (29) განტოლების სტრუქტურიდან გამომდინარე, (25) და (28) სისტემა თავისი მოძრაობის ფინალურ ეტაპზე გადის „ჩანგლის“ ტიპის ბიფურკაციის ატრაქტორზე. მისი პარამეტრები დამოკიდებულია $\pm x_0$ -ის საწყისი კოორდინატის ნიშანზე. რაც თვალნათლივ ჩანს ნახ. 8-ზე. ამასთან ერთად, $z(t), r(t), \psi(t)$ -ს ცვლილებების გრაფიკი ერთმანეთისგან პრაქტიკულად არ განსხვავდება. 8-12 ნახაზებიდან ჩანს, რომ (25), (28) სისტემაში არ ხდება რაიმე ქაოსური მოძრაობის რეჟიმი. თუმცა, როგორც ცნობილია, ლორენცის მოდელში პარამეტრებით $\sigma = 10; b = \frac{8}{3};\ r_0 = 28$ ასეთი რეჟიმი ყოველთვის არსებობს.



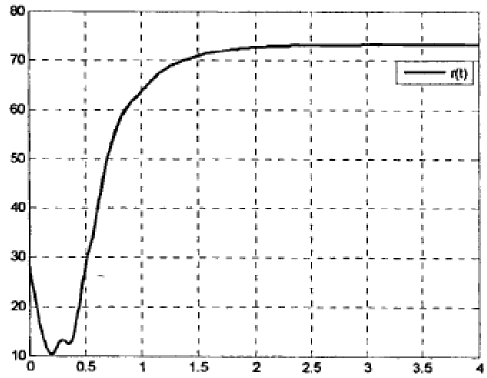
ნახ.8 – x(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



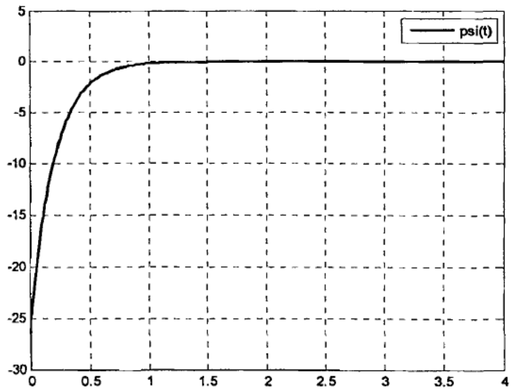
ნახ.9 $\dot{x}(t)$ -ს ცვლილების გრაფიკი



ნახ.10 – z(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



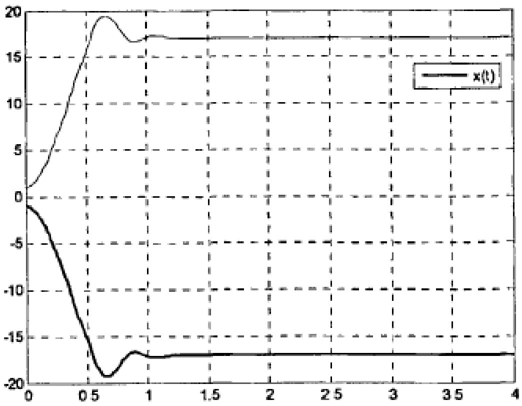
ნახ.11- r(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



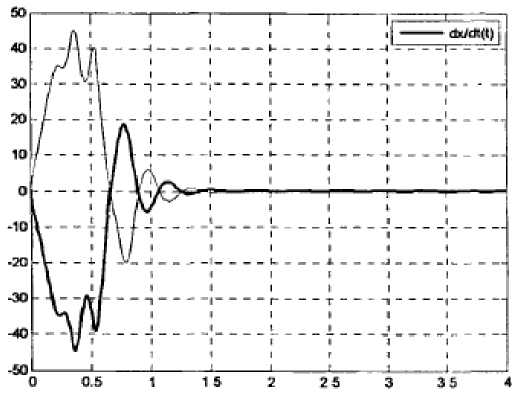
ნახ. 12 ψ(t)-ს ცვლილების გრაფიკი

ანალოგიურად, 13-17 ნახაზებზე ნაჩვენებია (11), (14) სისტემის მოდელირების შედეგები პარამეტრებისათვის $\sigma = 10; b = \frac{8}{3}$; $\mu = 0{,}5$; $\alpha = -2; T = 0{,}2$, როდესაც საწყისი პირობებია: $r(0) = 28, x(0) = 1, \dot{x}(0) = 0{,}2$, $z(0) = 0$. ამ შემთხვევაში (11) და (14) სისტემა თავისი მოძრაობის ფინალურ ეტაპზე გადის „ჩანგლის“ ტიპის ბიფურკაციის ატრაქტორზე. მისი

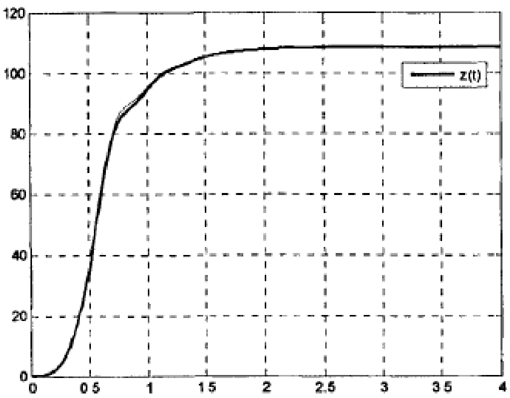
პარამეტრები დამოკიდებულია $\pm x_0$ -ის საწყისი კოორდინატის ნიშანზე. აღნიშნული თვალნათლივ ჩანს ნახ. 13-ზე. ამასთან ერთად, $z(t), r(t), \psi(t)$ -ს ცვლილებათა გრაფიკები ერთმანეთისგან თითქმის არ განსხვავდებიან. 13-17 ნახაზებიდან ჩანს, რომ (11) და (14) სისტემებში არ ხდება რაიმე ქაოსური მოძრაობის რეჟიმი.



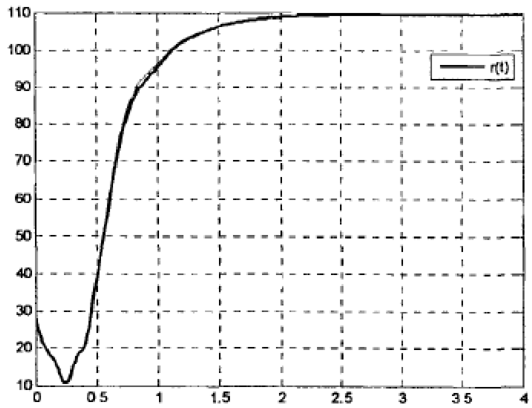
ნახ.13 – x(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



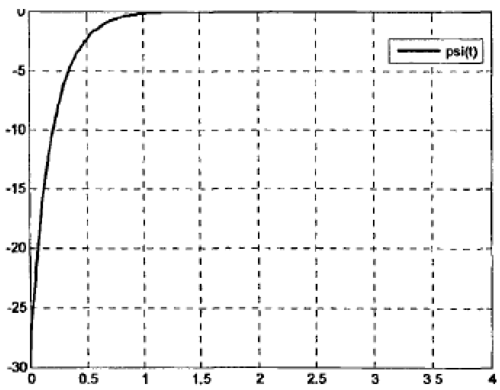
ნახ.14- $\dot{x}(t)$ -ს ცვლილების გრაფიკი



ნახ.15–z(t) -ს ცვლილების გრაფიკი

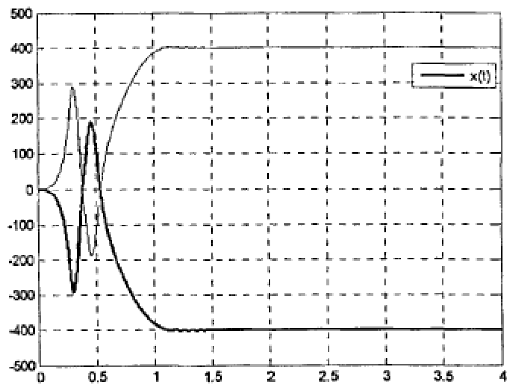


ნახ.16-r(t)-ს ცვლილების გრაფიკი

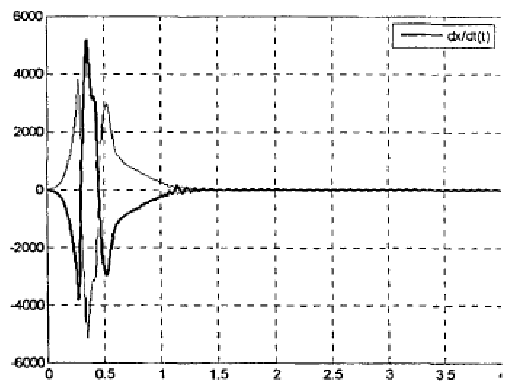


ნახ. 17 ψ(t)-ს ცვლილების გრაფიკი

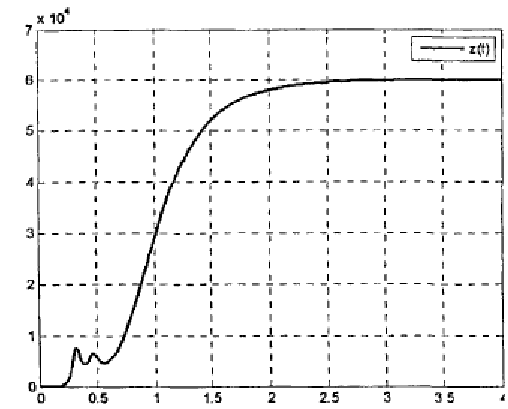
r მმართველი პარამეტრის დიდი მნიშვნელობის შემთხვევაში, მიღებული (11), (14) სისტემის მოდელირების შედეგები , ნაჩვენებია ნახაზებზე 18-22. ამჯერად მოხდა შემდეგი პარამეტრების შერჩევა: $\sigma = 10; b = \frac{8}{3};\ \mu = 0{,}5;\ \alpha = 2; T = 0{,}2$ და საწყისი პირობებია $r(0) = 150, x(0) = \pm 0{,}5, \dot{x}(0) = 0, z(0) = 0{,}5.$ ამ შემთხვევაში (11), (14) სისტემა თავისი მოძრაობის ფინალურ ეტაპზე გადის „ჩანგლის“ ტიპის ბიფურკაციის ატრაქტორზე. მისი პარამეტრები დამოკიდებულია $\pm x_0$ -ის საწყისი კოორდინატის ნიშანზე. აღნიშნული თვალნათლივ ჩანს ნახ. 18-ზე.



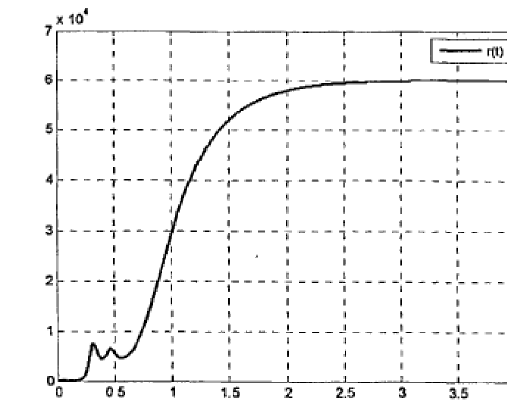
ნახ.18 – x(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



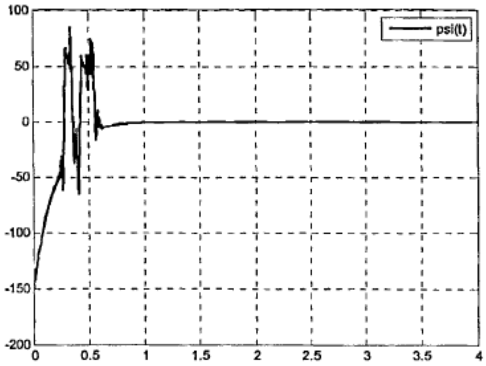
ნახ.19- $\dot{x}(t)$ -ს ცვლილების გრაფიკი



ნახ.20 – z(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



ნახ.21- r(t) -ს ცვლილების გრაფიკი



ნახ. 22 ψ(t)-ს ცვლილების გრაფიკი

ამრიგად, r(t) მმართველი პარამეტრის გენერატორის სინთეზირებით ლორენცის მოდელი იქცევა ჩვეულებრივ დიფერენიცალურ განტოლებათა სისტემად, სადაც აღარ არის არც უცნაური ატრაქტორი, არც ფრაქტალურობა და აღარც ქაოსი.

ლორენცის მოდელის ანალოგიურად შესაძლებელია სხვა გენერა-ტორების სინთეზირება (მაგ: რესლერის, ანდრონოვ-ჰოპფის).

საბოლოო ჯამში, ორივე მეთოდი იძლევა საშუალებას აიგოს ინფორ-მაციის ქაოსურ-დინამიკური დამამუშავებელი სისტემების ახალი კლასი.

მესამე თავში აღწერილია პროგრამული მოდელი, რომლის დახ-მარებითაც შესაძლებელია გამოიკვლეულ იქნას ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემის ქცევა მმართველი პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობების შემთხვევაში. მოცემული მოდელის დახმარებით შესაძლებელია ინფორმაციის დამუშავების პროცესის მოდელირება გადამცემზე და სიგ-ნალის რეკონსტრუქციის პროცესი მიმღებ მხარეზე.

აგრეგირებული რეგულატორების ანალიზური კონსტრუირების მე-თოდის გამოყენებით აგებული კომპლექსი „მმართველი პარამეტრის" გენერატორის მოდელირების შესაძლებლობას იძლევა; ის გამოიყენება კომპლექსური სისტემების ფუნქციონირების დროს წარმოქმნილი ქაოსური რეჟიმების სამართავად.

სადისერტაციო ნაშრომის დასკვნა შეიცავს სამეცნიერო და გამო-ყენებითი შედეგების ჩამონათვალს. ეს შედეგები მიღებულ იქნა ქაოსური

დინამიკის მქონე არაწრფივი დინამიკის ობიექტების მართვის სინერგეტიკული მეთოდების შემუშავების პროცესში და გადაცემული ინფორმაციის ზუსტი სახით აღდგენისათვის დამკვირვებლის სინერგეტიკული სინთეზის პროცესში.

მიღებული ძირითადი შედეგები

1. შემუშავებულ იქნა სინერგეტიკული მეთოდი დინამიკური ქაოსის მქონე არაწრფივი სისტემების რეკონსტრუქციისთვის, რომელიც დაფუძნებულია მმართველი პარამეტრის იდენტიფიკაციის პროცესზე.
2. შეიქმნა ქაოსური სისტემების პარამეტრების დამკვირვებელთა სინერგეტიკული სინთეზის მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს ინვარიანტული მრავალსახეობების - მიზნობრივი ატრაქტორების შემოღების იდეას სინთეზირებული სისტემების მდგომარეობათა სივრცეში.
3. შესწავლილია ლორენცის ქაოსური დინამიკის სისტემაში "მმართველი პარამეტრების" გენერატორების სინთეზის მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ქაოსური დინამიკის სისტემებში რეგულარული მოძაობის რეჟიმის ფორმირება.
4. შექმნილია მოდელი და პროგრამა, რომელიც საშუალებას იძლევა, გამოვიკვლიოთ ქაოსური დინამიკის მქონე სისტემების ქცევა.

Abstract

Analyze of Chaotic Processes in Dynamic Systems by Using of Synergetic Methods

Nowadays, it is most important a problem of managing nonlinear systems like chaotic dynamic. Privately, fighting against chaos, which often breaks the functioning quality of dynamic systems.

Actual scientific problem of chaotic dynamic management has not been solved yet. We can choose some methods and laws from numerous of quantity of existing aspects to solve it, which increase irregular staggers in nonlinear systems and provide the stabilization of original chaotic model, or its transferring in a sustainable condition.

In modern technical science it is discussed such complex systems, which they resemble ones to natural with their characters and action. Therefore, it will originate demand for revealing the current mechanisms in natural systems, occurring determination of their functioning and development predicting; and obtained results of research to be used in technical systems.

Steady, reliable work of information transmission and precisely restoring, is one of the important problems in TV Communication.

It can be distorted during the transferring of signal with connection channel and then happen to restore it incorrectly to the receiving side. This is rather undesirable phenomenon. Distortion of image signals is often caused by the outstanding characteristics of communication lines and can be improved with a suitable correct. Obstacles that will be involved, is not known in advance, so it is not possible to eliminate it completely. Barriers are different as with their origins as physical features.

In order to be artificial systems in harmony circumstance in relation to the natural world, we profit of united direction of modern science, synergetic. Synergetic - it is a science of self-organization in nonlinear dissipation systems.

Synergetic - this integral science, researches self-organization processes and includes live nature, technical and economic. It gives us an opportunity to create a new metaena between humanitarians and engineers; to understand nature and technique in whole by means of entire synergetic conception.

To move on to the synergetic conception, it certainly requires new scientific studies. The work concerns such research, where represented principally a new synergetic approach for nonlinear dynamic chaotic systems. We are using information dynamic processing of information and method of protection. After that we transfer synergetic system features into the designed system.

For optimal managing of nonlinear systems it is advisable to use not only mathematical constructions, but also physical regularities, management theory and using of synergetic theory, as well. Which gives us a chance to approach newly to the procedure of synthesis.

According to the new integral science, in the open systems, which change the energy, substance or information with an environment, creates the processes of self-organizations. So, the processes are born from physical (biological, economical, social) chaos. Resulting, they bring new steady, neat structure; system has already got a new feature.

Researching Purpose:

It is decided a management task in our report, which provides chaotic vibrations suppression in Lawrence chaotic system.

Such kinds of tasks will be appeared in the case, when it is necessary to exterminate undesirable vibration and others into the constructions.

For instance: during signal transferring with a connection channel in the TV communication system, it can be added unwanted noise and substitute information.

According to the goal, it is determined the following main **tasks:**

1. Research of basic nonlinear mathematical models research of regular and chaotic dynamic systems.
2. Searching of methods of chaotic generators construction and learning of nonlinear model of Lorenz chaotic generator.
3. Research of reconstruction methods of dynamic systems.
4. Developing of 'Managing Parameter' of measurement method acting on the nature of chaotic oscillations.
5. Current 'Managing Parameter' dynamic observer's synthesis for purpose of further regeneration of the current attractor structure and closed information.
6. 'Managing Parameter' synthesis of generators into the chaotic dynamic systems.

Conclusion: Thus, there was done a new method of protection and dynamic processing of information based on the method of global reconstruction of system dynamic by using of synergetic observe, which exactly evaluates manager parameter and accordingly does informational signal reconstruction. This gives us an opportunity to use information with wrong way in the tasks of transferring/restoring of information into the connection channels of given method.

There was also developed method of synergetic synthesis of generators 'Managing Parameter', which is based on using the aggregated regulators analytical construct method and makes possible to occur the formation of a desirable attractors in Lorenz model structure.

Both methods are used to process of information and create self-organizing system of the new class protection.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Haken H. Information and Self-Organization. Verlag Springer. 2006. 258 p
2. Никитенков Н.Н. Синергетика для инженеров. Изд-во ТПУ, 2009. 168 с
3. Haken H. "Modellierungskonzepte der Synergetik und Theorie der Selbstorganisation". Review of Modern Physics , Journal. 1975.
4. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами. Изд. стереотип. 2018 г. 240с.
5. Lichtenberg, Allan, Lieberman, Michael. Regular and Chaotic Dynamics. Verlag Sringer. 1992. 643p.
6. Edward N. Lorenz. Deterministic nonperiodic flow. Journal of the Atmospheric Sciences. Vol. 20, #2, March, 1963, pp. 130-141 1963.
7. Anishchenko V. S., Dynamical Chaos-Models and Experiments. Publisher: WSc Pub Co Inc . 1995. 400 p.
8. Guckenheimer J., Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems. Bifurcations of Vector Fields. Publisher: Springer; 1st ed. 1983. Corr. 6th printing 2002 edition (February 8, 2002) . 462 pages.
9. Залогин Николай, Кислов Владимир. Широкополосные хаотические сигналы в радиотехнических и информационных системах. Издательство Радиотехника. 2006. 208ст.
10. Шахтарин Б.И., Кобылкина П.И., Сидоркина Ю.А. и др. Генераторы хаотических колебаний. Изд. Горячая Линия - Телеком . 2014. 248 стр.
11. Магницкий Николай. Методическое пособие по курсу "Основы хаотической динамики". Издательство Ленанд. 2017. 46ст.
12. Шабунин А.В. Синхронизация и мультистабильность в связанных системах с хаотической динамикой. Изд-во Сарат. ун-та, 2013. — 137 с
13. Анищенко В., Астахов В., Вадивасова Т. Регулярные и хаотические автоколебания. Интеллект. 2009. 312с.
14. ა. გუგუშვილი. მართვის სისტემები, მესამე ნაწილი. სინერგეტიკა. სტუ. თბილისი. 2004. 690.