

არამკაფიო კონტროლისთვის ცოდნის ბაზის შედგენის ვარიანტი

პაატა ჯოხაძე, გიგა თუშიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია არამკაფიო კონტროლისთვის ცოდნის ბაზის შედგენის საკითხები. ბოლო წლებში ელექტროამბრავების მართვის სისტემებში ხელოვნური ინტელექტის ელემენტების ინტეგრაციისადმი ინტერესის ზრდასთან ერთად, სულ უფრო ხშირად იყენებენ, ეგრეთწოდებულ, რეგულირების არამკაფიო ალგორითმებს. ამ ინოვაციურ კონცეფციაზე აგებულ რეგულატორებს რიგ შემთხვევებში, კლასიკურ რეგულატორებთან შედარებით, გარდამავალი პროცესის მაჩვენებლების უკეთესი ხარისხის უზრუნველყოფა შეუძლია. გარდა ამისა, მართვის არამკაფიო ალგორითმების სინთეზის ტექნოლოგიის გამოყენებით, შესაძლებელია რეგულირების რთული კონტურების ოპტიმიზება მრავალმხრივი და საკმაოდ რთული მათემატიკური კვლევების ჩატარების გარეშე.

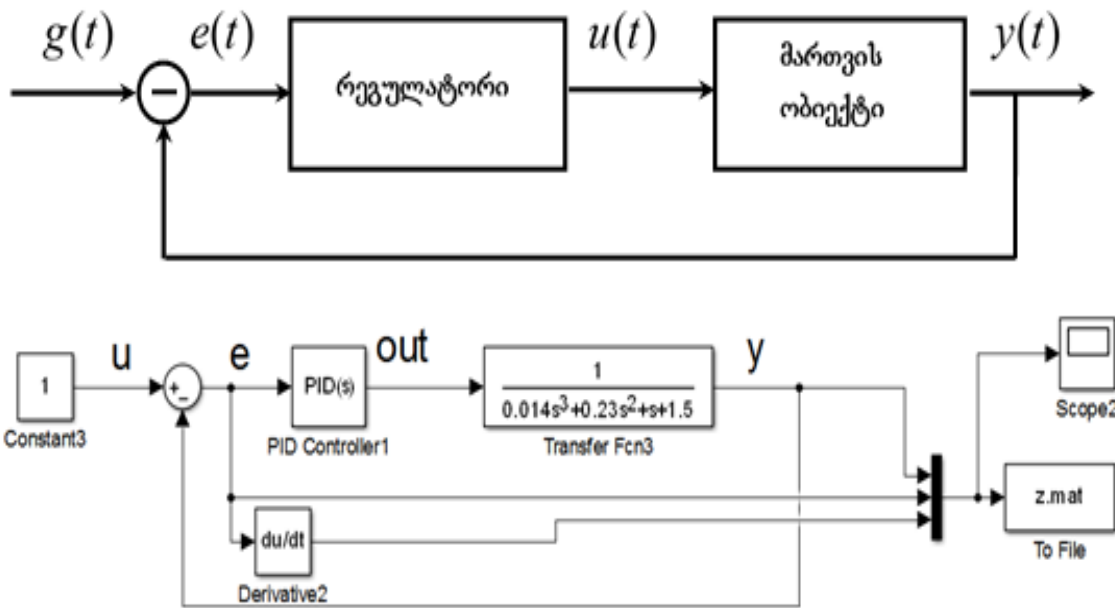
საკვანძო სიტყვები: არამკაფიო ლოგიკა. არამკაფიო კონტროლერი. მართვის სისტემა. პიდ რეგულატორი.

1. შესავალი

არამკაფიო კონტროლის შემუშავების პროცესში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს წესების ბაზის შედგენის ამოცანა. მისი გადაწყვეტისთვის სხვადასხვა მეთოდი გამოიყენება: გამოცდილი ოპერატორის (ექსპერტის) გამოკითხვა, სხვადასხვა სიტუაციებში ოპერატორის გადაწყვეტილებების აღრიცხვა ან მართვის სასურველი ტრაექტორიის დაკვირვება, გარკვეული შეხედულებების შესაბამისად. ნაშრომში წარმოდგენილია არამკაფიო ცოდნის (წესების) ბაზის შემუშავების მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია სიჩქარის სტაბილიზაციის შეკრული სისტემის მახასიათებლების ანალიზზე. წარმოდგენილია მისი რეალიზება და გამოყენება.

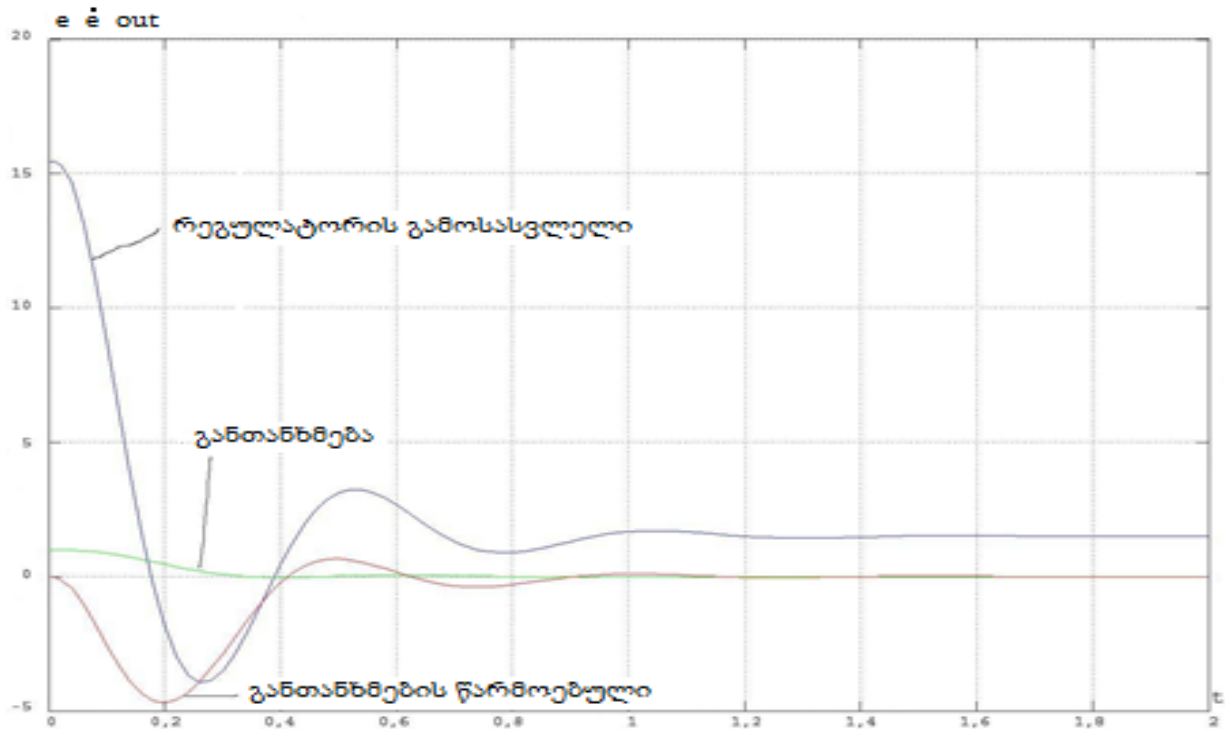
2. სასურველი ტრაექტორიის არჩევა

სასურველი ტრაექტორიის მაგალითად, განხილულია შეკრული სისტემა პიდ (პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური) რეგულატორით და მესამე რიგის ობიექტით (ნახ.1). შემავალ, გაზომვად კოორდინატებად არჩეულ იქნა, განთანხმება (გადახრა) და განთანხმების პირველი რიგის წარმოებული (განთანხმების ცვლილების სიჩქარე), გამომავალ კოორდინატად კი პიდ რეგულატორის გამოსასვლელი (მმართველი ზემოქმედება). მოდელირების დროს შესასვლელებისა და გამოსასვლელის მონაცემები იწერებოდა z.mat ფაილში. MATLAB [1] გარემოში მოდელირების დროს „განთანხმების“ „განთანხმების წარმოებულის“ და „გამოსასვლელის“ სასურველი მახასიათებლები წარმოდგენილია რიცხვითი მნიშვნელობების მატრიცის სახით, 0 დან 2 წმ ინტერვალში 0.01 წმ ბიჯით. სისტემის განხილულ მოდელში: $u(t)$ – მმართველი ზემოქმედებაა, $g(t)$ – დავალებაა ხოლო $e(t)$ – განთანხმებაა. მოცემული აღნიშვნები შენარჩუნებულია ყველგან.



ნახ.1. სისტემა უარყოფითი უკუკავშირითა და პიდ რეგულატორით

პიდ რეგულატორიანი სისტემის მათემატიკური მოდელი გამოკვლეულია გარდამავალი პროცესის მიმდინარეობის მიხედვით, შემდეგი პარამეტრებისთვის: „განთანხმება“, „განთანხმების წარმოებული“, „გამოსასვლელი“, მართვის ობიექტის უცვლელი პარამეტრების დროს დავალების სიგნალის ერთეულოვან ნახტომისებურ სიგნალზე (ნახ.2).



ნახ.2. სისტემა უარყოფითი უკუკავშირითა და პიდ რეგულატორით

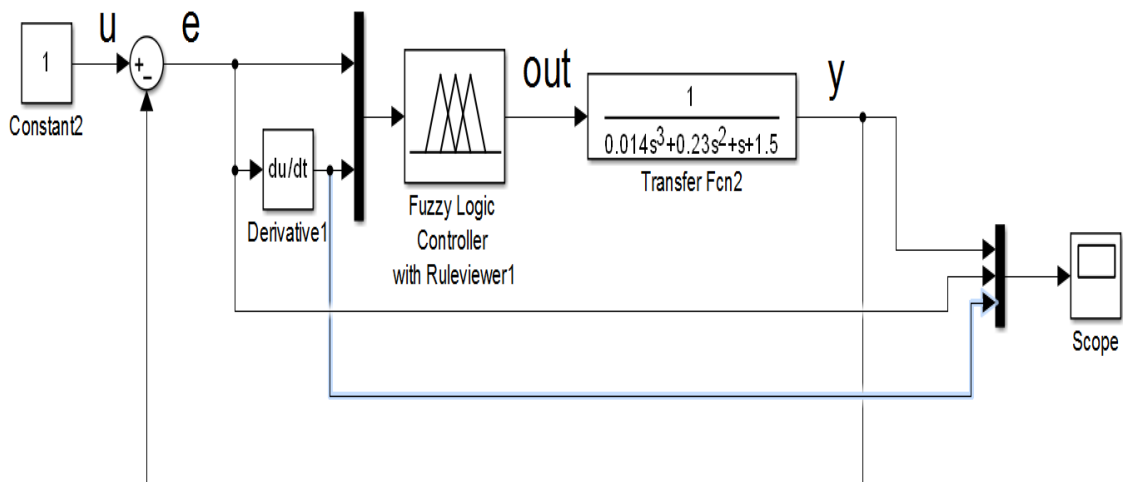
3. არამკაფიო კონტროლერისთვის წესების ბაზის შემუშავება.

არამკაფიო კონტროლერზე დაკისრებული მთავარი ფუნქციაა - სისტემის მიმდინარე მდგომარეობის მიხედვით გამომავალი მართვის მნიშვნელობის ფორმირება.

კონტროლერში შემავალი მკაფიო ინფორმაციის დამუშავების პროცესი მოკლედ შემდეგნაირად აღიწერება: შემავალი ცვლადების მიმდინარე მნიშვნელობები გარდაიქმნება ლინგვისტურში (ფაზიფიცირდება). მიღებული ლინგვისტური ცვლადებითა და კონტროლერის ცოდნის ბაზის გამოყენებით ხორციელდება არამკაფიო ლოგიკური გადაწყვეტილების მიღება, რის შედეგადაც დგინდება გამომავალი ცვლადების ლინგვისტური მნიშვნელობები. დამუშავების ბოლო ეტაპია მმართველი პარამეტრების „მკაფიო“ მნიშვნელობების მიღება (დეფაზიფიკაცია). არამკაფიო ცოდნის ბაზის შემუშავება რამდენიმე ამოცანის ამოხსნაზე დაიყვანება:

- შემავალი ლინგვისტური ცვლადების შერჩევა რეგულირების შეკრული სისტემის ქცევის წინაწარ გათვლილი სასურველი რეჟიმის მიხედვით;
- ყოველი ლინგვისტური ცვლადისთვის ლინგვისტური მნიშვნელობების ნაკრების (ტერმების) შერჩევა;
- ყოველი ტერმისთვის აპროქსიმირებადი არამკაფიო სიმრავლის შერჩევა.

არამკაფიო რეგულატორის ბაზაზე შემუშავებული სისტემის მოდელის მიზანია, სასურველი სიჩქარის უზრუნველსაყოფად კონტროლერის გამოსასვლელზე საჭირო ზემოქმედების ფორმირება. ასეთი ამოცანის გადასაწყვეტად არამკაფიო კონტროლერს უნდა გააჩნდეს ორი შესასვლელი და ერთი გამოსასვლელი (ნახ.3).



ნახ.3. უარყოფითი უკუკავშირის მქონე სისტემა არამკაფიო რეგულატორით

მართვის ალგორითმის რეალიზებისთვის შეიქმნა უნივერსალური პროგრამა, რომლის სტრუქტურული სქემა ნაჩვენებია მე-4 ნახაზზე. მისი მუშაობა შემდეგნაირად ხორციელდება:

- გამოიძახება შენახული ელემენტების მატრიცა;
- ყოველი შესასვლელისა და გამოსასვლელისთვის განისაზღვრება მოდულით მაქსიმალური მნიშვნელობა, -max-დან +max-მდე მნიშვნელობების დიაპაზონი ყოველი

შესასვლელისა და გამოსასვლელისთვის დაიყოფა ტერმებად, რომელთა რაოდენობის შერჩევას მომხმარებელი ახორციელებს;

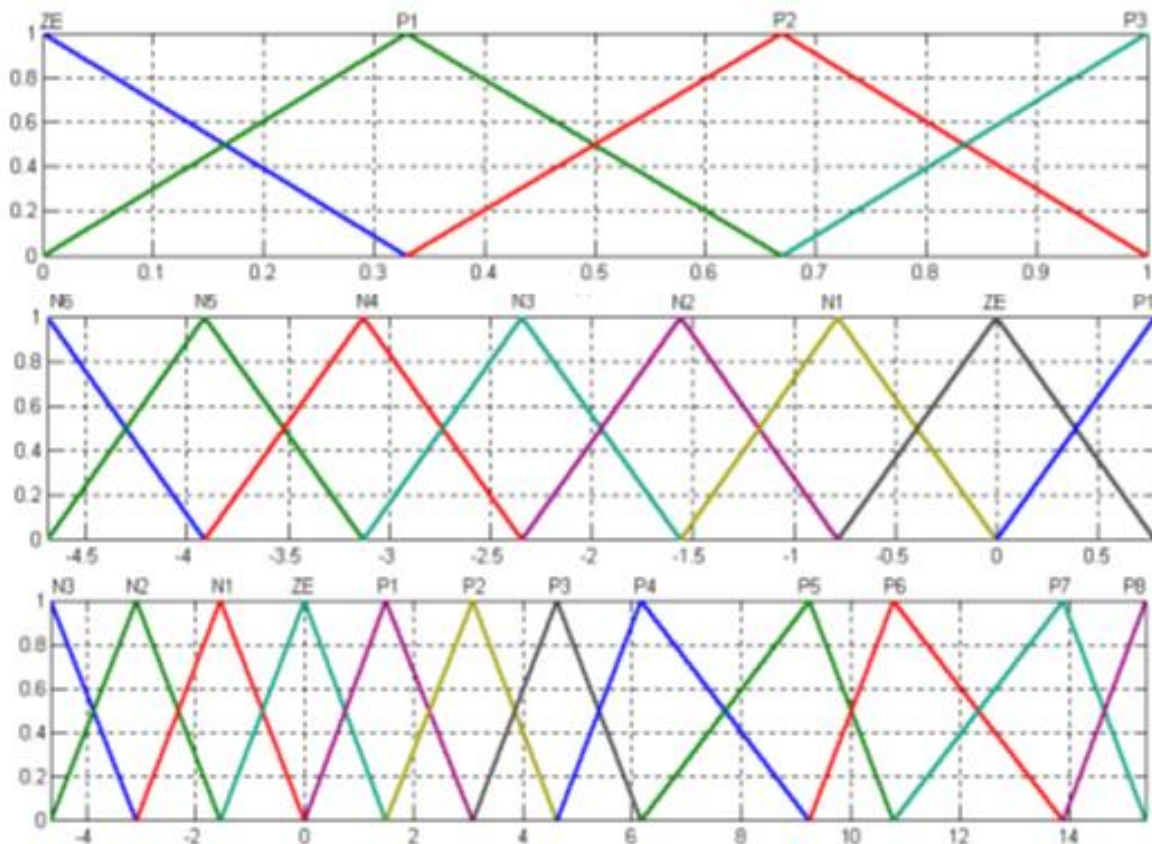
- ცვლადების მნიშვნელობის მიკუთვნების შესაბამისად ყოველ ბიჯზე ამა თუ იმ ტერმისთვის ფორმირდება წესი – „შესასვლელი“ / „გამოსასვლელი“;
- ისეთი წესები, რომელთათვისაც შესასვლელის ცვლილება არ იწვევს გამოსასვლელის ცვლილებას, ერთიანდება.

ამ ალგორითმის შესრულების შედეგად ფორმირდება კონტროლერის ცოდნის ბაზა.



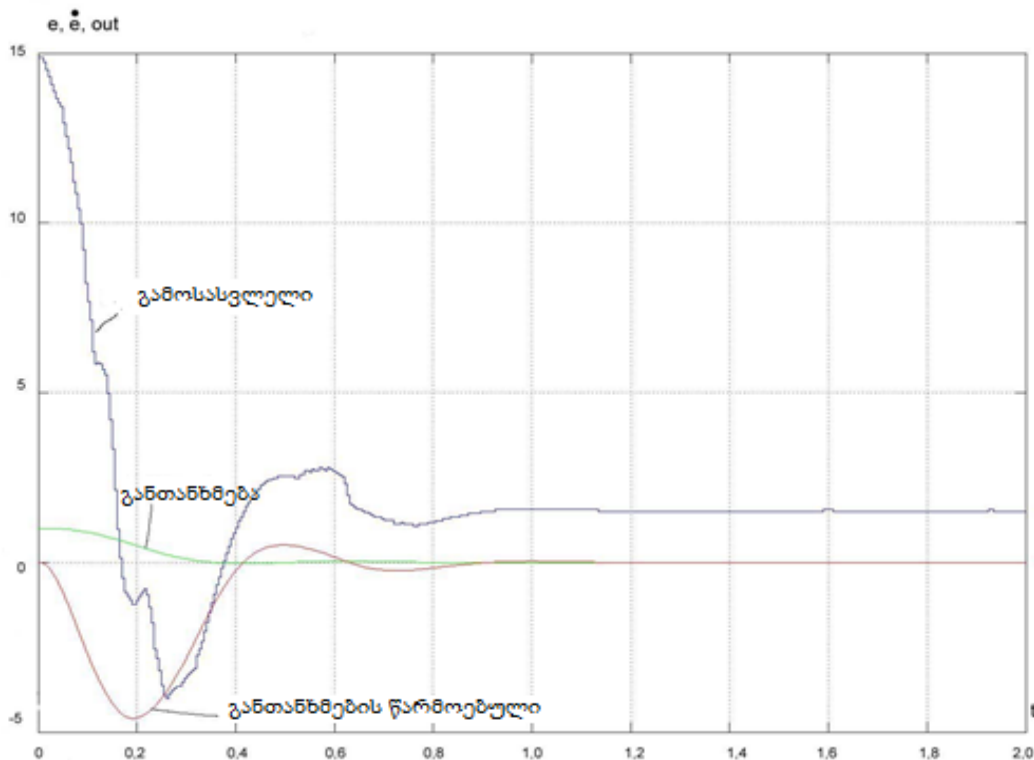
ნახ.4. პროგრამის მუშაობის სტრუქტურული სქემა

არამკაფიო კონტროლერისათვის წესების ბაზის შედგენის მაგალითი მოცემულია მე-5 ნახაზზე. ლინგვისტური ტერმები და მათთან დაკავშირებული არამკაფიო სიმრავლეები, ცვლადებისათვის „განთანხმება“, „განთანხმების წარმოებული“ და „გამოსასვლელი“, შესაბამისად.



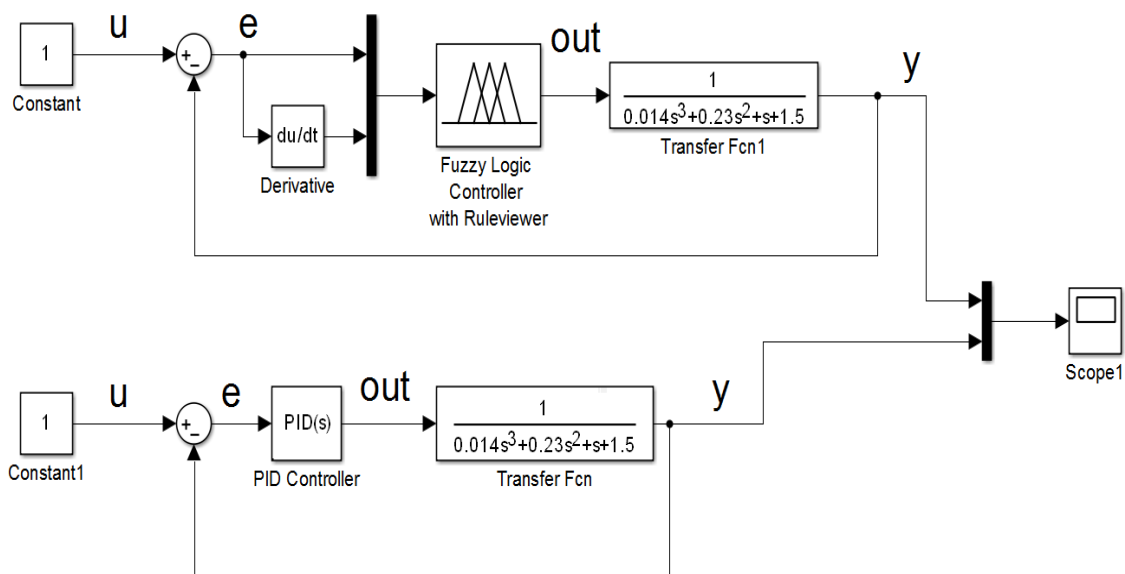
ნახ.5. ლინგვისტური ტერმები და მასთან დაკავშირებული არამკაფიო სიმრავლეები

მიღებული ცოდნის ბაზის მქონე არამკაფიო რეგულირების სისტემის მოდელი გამოკვლეულ იქნა „განთანხმება“, „განთანხმების წარმოებული“ და „გამოსასვლელი“ პარამეტრების გარდამავალი მახასიათებლების მიხედვით, დავალების სიგნალის ნახტომისებური ცვლილებისას მართვის ობიექტის უცვლელი პარამეტრების პირობებში (ნახ.6).

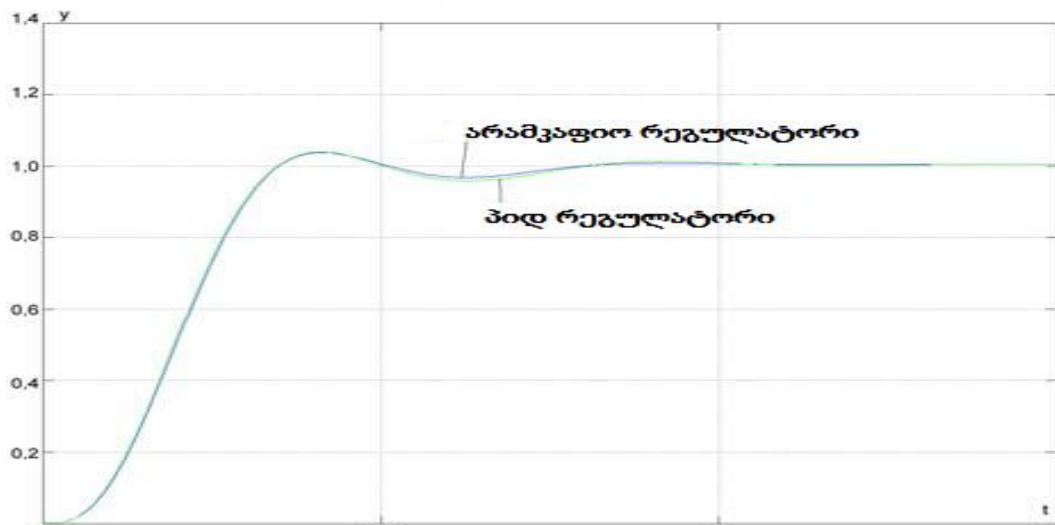


ნახ.6. გაზომვადი სიდიდეების გარდამავალი პროცესი

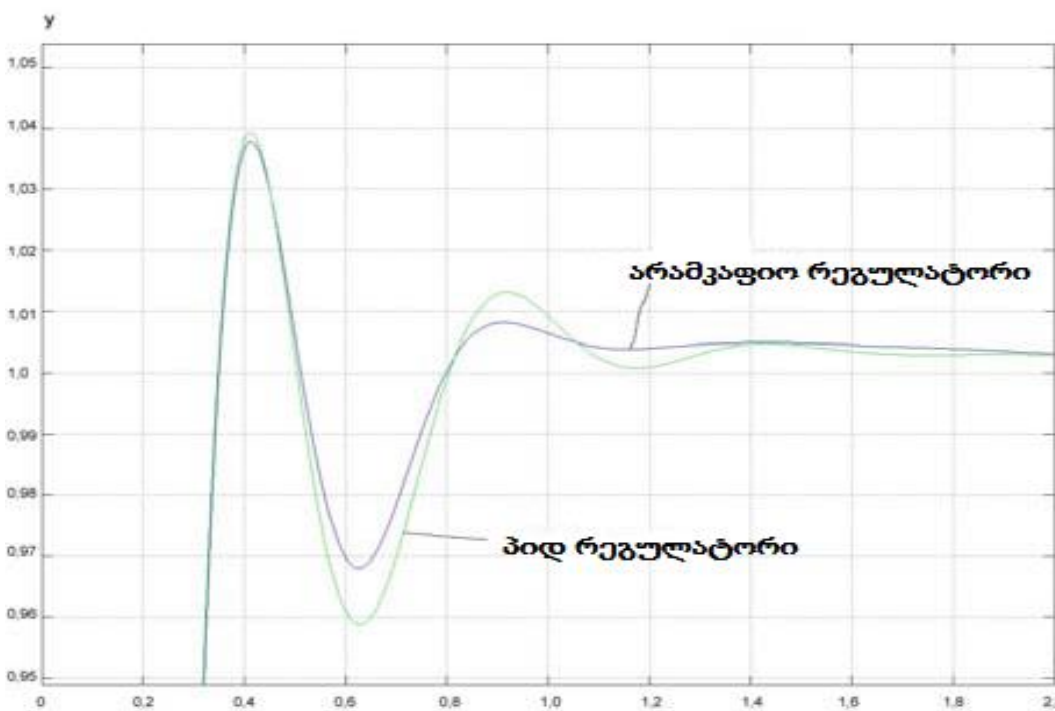
ერთეულოვან ნახტომისებურ სიგნალზე პიდ და არამკაფიო რეგულატორიანი სისტემების მოდელირების შედეგები მოყვანილია მე-7 დამე-8 ნახაზებზე, შესაბამისად.



ნახ7. სისტემა პიდ რეგულატორით და არამკაფიო რეგულატორით



ა)



ბ)

ნახ. 8. არამკაფიო და პიდ რეგულატორიანი სისტემების გარდამავალი პროცესები:
 ა) ორი სისტემის გარდამავალი პროცესი, ბ) გარდამავალი პროცესი რხევითი ნაწილის
 მასშტაბის გაზრდით

გრაფიკიდან ჩანს, რომ არამკაფიო რეგულატორის მქონე მართვის ობიექტის გამოსასვლელის მრუდს ნაკლები გადარეგულირება და რხევათა რიცხვი გააჩნია.

4. დასკვნა

როგორც მოდელირების შედეგებმა აჩვენა, არამკაფიო რეგულატორიანი სისტემის ობიექტის უცვლელი პარამეტრების შემთხვევაში, რომელიც უკვე არსებული სისტემის მახასიათებლების მიხედვით არის აგებული, კლასიკურ სისტემებთან შედარებით,

უკეთესი დინამიკური მაჩვენებლები აქვს (ნახ.8). ამასთან, როგორც კლასიკურში, ასევე არამკაფიო რეგულირების სისტემაში, გამომავალი სიდიდის დამყარების დრო დაახლოებით ერთნაირია. პროგრამული მეთოდის გამოყენებით ცოდნის ბაზის ავტომატურმა შემუშავებამ შესაძლებელი გახდა მიგვეღო შედარებით მაღალი ხარისხის გარდამავალი პროცესი რეალურად არსებული სისტემისთვის.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. Дьяконов В.Н., Абраменкова И.В., Круглов В.В. (2001). MATLAB 5 с пакетами расширений. -М., изд. «Нолидж»
2. Бобко В.Д., Золотухин Ю.Н., Нестеров А.А. (1998). О нечёткой динамической коррекции параметров ПИД-регулятора. -М, Автометрия, №1, с.50-55.

OPTION OF DRAWING UP A KNOWLEDGE BASE FOR THE FUZZY CONTROLLER

Jokhadze Paata, Tushishvili Giga
Georgian Technical University

Summary

This paper discusses the issues of drawing up a knowledge base for the fuzzy controller. In recent years, with increasing interest in integrating the elements of artificial intelligence in electric drive control systems, increasingly used so-called. fuzzy control algorithms. The regulators created on the basis of this concept provide a higher quality of the transient process than the classical regulators. In addition, the use of technology for the synthesis of fuzzy control algorithms makes it possible to optimize complex control loops without the use of multilateral and rather complex mathematical research.

ВАРИАНТ СОСТАВЛЕНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА

Джохадзе П., Тушишвили Г.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассмотрены вопросы составления базы знаний для нечеткого контроллера. В последние годы, с ростом интереса интегрирования элементов искусственного интеллекта в системах управления электроприводами, все чаще используются т.н. алгоритмы нечеткого регулирования. Созданные на основе этой концепции регуляторы обеспечивают более высокое качество переходного процесса, чем классические регуляторы. Кроме этого, использование технологии синтеза нечетких алгоритмов управления дает возможность оптимизировать сложные контуры управления без использования многосторонних и довольно сложных математических исследований.