

პროექტის შიფრი: FR/45/4-101/14

პროექტის ხანგრძლივობა: 01.05.2015-30.04.2018

პროექტის დასახელება: გაუსის მთელ რიცხვებზე ხვევადი კოდების, განზოგადებული კასკადური კოდების და სივრცით-დროითი კოდების აგება და გამოკვლევა და მათი სინთეზი უწყვეტი ფაზის მოდულაციასთან

კვლევის ქვემიმართულება: 4-101 ინფორმაციის თეორია და კოდირება

პროექტის ხელმძღვანელი: სერგო შავგულიძე

წამყვანი ორგანიზაციის დასახელება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

პროექტის მიზანია განზოგადებული კასკადური კოდების, ხვევადი კოდების და უწყვეტფაზიანი მოდულაციის ბაზაზე სივრცით-დროითი კოდების კონსტრუირების ახალი მიდგომის წარდგენა და ანალიზი. პროექტის ჩანაფიქრისა და მიზნების აქტუალობა განპირობებულია დიდი რაოდენობის ისეთი ანტენებისა და საანტენო სისტემების ფართო გამოყენებით, რომლებიც მუშაობისას ერთმანეთთან უშუალო სიახლოვესაა განლაგებული და გავლენას ახდენს რადიო და სატელევიზიო გადაცემების სტაბილობასა და ხარისხზე, ასევე ხელშეშლამდგრადაობაზე. ეს ამოცანა მით უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენს იმ ფიჭური კოშკების და თანამგზავრული ანტენების რიცხვის მკვეთრ ზრდასთან დაკავშირებით, რომლებიც განთავსებულია ქალაქის უბნებში საცხოვრებელი შენობების სიახლოვეს. მეტიც, მრავალ-ანტენიანი სისტემები ხშირად გამოიყენება უსადენო სისტემების გადაცემის ფიზიკური სიჩქარის გასაზრდელად. უახლესი ტექნოლოგიები ეხება როგორც მრავალ-შესასვლელ მრავალ-გამოსასვლელიან (MIMO) სისტემებს, ასევე „გონიერ“ საანტენო სისტემებს, რომლებიც იყენებენ მრავლობით სიგნალებს, რომლებიც გადაიცემა უსადენო გარემოში, და უსადენო გარემოდან შემოსულ მრავლობით სიგნალებს, გადაცემის ეფექტურობის გასაუმჯობესებლად. ორგანიზომილებიან სიგნალთა სივრცეებისათვის შეცდომების მაკონტროლებელი კოდების აგება ფართოდ განიხილება უახლეს ტექნიკურ ლიტერატურაში. ზოგიერთმა ავტორმა ააგო ახალი შეცდომების მაკონტროლებელი კოდები გაუსის მთელ რიცხვებზე მანჰამის მეტრიკის გამოყენებით, მაგრამ დღეისათვის ძალზე მცირე რაოდენობის კოდებია აგებული გაუსის მთელ რიცხვთა ველზე და რგოლზე.

წარმოდგენილ პროექტში შემუშავებულია ახალი მიდგომები სივრცით-დროითი კოდების შესაქმნელად, რაც უზრუნველყოფს გადაცემის მაღალ ხარისხს, ენერგეტიკულ და სპექტრალურ ეფექტურობას და დაბალ სარეალიზაციო სირთულეს. ამ მიზნის მისაღწევად, წარმოდგენილია ისეთი მიდგომა სივრცით-დროითი კოდების შესაქმნელად, რომელსაც შემდეგი სიახლეები ახასიათებს:

- ა. აგებული და განალიზებულია განზოგადებული კასკადური, ხვევადი და სივრცით-დროითი კოდები, რომლებიც დაფუძნებულია გაუსის მთელ რიცხვებზე, ეიზენშეტეინის მთელ რიცხვებზე და ლიფშიცის მთელ რიცხვებზე.

ბ. გამოკვლეულია სივრცით-დროითი კოდებისა და უწყვეტი ფაზის მოდულაციის სინთეზი.

გ. შემუშავებული და გამოკვლეულია კოდირებული სივრცითი მოდულაციის და განზოგადებული სივრცითი მოდულაციის ახალი სქემები.

კვლევის მოსალოდნელი შედეგია: ახალი მეთოდოლოგიის შემუშავება შეცდომის მაკონტროლებელი კოდების, კოდური მოდულაციის და სივრცით-დროითი კოდების ახალი სახეობების კვლევისთვის. პროექტის სამეცნიერო მნიშვნელობა განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ ჩვენს მიერ შექმნილი ახალი კოდური მოდულაციის სისტემები თავისი მახასიათებლებით უზრუნველყოფს მსოფლიოში ამჟამად არსებულ ანალოგებზე უკეთეს ხარისხს. წარმოდგენილი პროექტის სამრეწველო და ეკონომიკური მნიშვნელობა მდგომარეობს იმ გარემოებაში, რომ მისი შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას პრაქტიკულად ყველა სახის თანამედროვე კავშირგაბმულობის სისტემაში, როგორც არის კოსმოსური და თანამგზავრული კავშირგაბმულობა, ტელე- და რადიოგადაცემა, ნავიგაციის კავშირგაბმულობა, მეოთხე და მეხუთე თაობის მობილური კავშირი, საჰაერო კავშირგაბმულობა და სხვა. ჩვენს მიერ შემუშავებული კონსტრუქციების ფართოდ გამოყენება მნიშვნელოვნად გაზრდის ამ სისტემების ეფექტიანობას. ეკონომიკური ფაქტორებიც ასევე ცალსახად განსაზღვრულია, ვინაიდან დღეისათვის უზარმაზარი კაპიტალდაბანდებები იდება თანამედროვე ციფრული საკომუნიკაციო სისტემების განვითარებაში. შეთავაზებული კვლევის მეთოდები პრაქტიკულად საინტერესო შედეგებთან ერთად გადაგზავნილია საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო კავშირის (ITU) შესაბამისი სექტორებისათვის.

აღნიშნული კვლევის ბაზაზე გამოქვეყნდა შემდეგი პუბლიკაციები:

1. J. Freudenberger and S. Shavgulidze, "New four-dimensional signal constellations from Lipschitz integers for transmission over the Gaussian channel," IEEE Transactions on Communications, Vol. 63, No. 7, July 2015. P. 2420-2427.
2. Tsiklauri G.Z., Shavgulidze S.A., Asanidze A.V. and Freudenberger J. "Generalized Concatenated Codes Based on Signal Constellations over Gaussian Integers," Georgian Engineering News, No.1, 2016, P.5-13.
3. შავგულიძე ს. ა., წიკლაური გ. ზ., ასანიძე ა. ვ., მთვრალაშვილი თ. ი., "ხელშემწამდგრადი კოდების აგების შესაძლებლობები მესერზე", საქართველოს საინჟინრო სიახლენი", No. 4, 2016, გვ. 18-22.
4. N. Ugrelidze, M. Sordia, and S. Shavgulidze, "Bit error rate of spatial modulation systems for Nakagami-m fading", In proceedings of TENCON 2016 - IEEE Region 10 Conference, Marina Bay Sands, Singapore, 22-25 November 2016, 6 Pages.
5. J. Spinner, J. Freudenberger, and S. Shavgulidze, A Soft Input Decoding Algorithm for Generalized Concatenated Codes, IEEE Transactions on Communications, Vol. 64, No. 9, September 2016. P. 3585-3595.

6. J. Freudenberger and S. Shavgulidze, Signal Constellations based on Eisenstein Integers for Generalized Spatial Modulation, IEEE Communications Letters, Vol. 21, No. 3, March 2017. P. 556-559.
7. J. Freudenberger, M. Rajab, and S. Shavgulidze, A Channel and Source Coding Approach for the Binary Asymmetric Channel with Applications to MLC Flash Memories, 11<sup>th</sup> International ITG Conference on Systems, Communications and Coding, Hamburg, Germany, February 6-9, 2017, 6 pages.
8. J. Freudenberger, D. Rohweder, and S. Shavgulidze, "Generalized multistream spatial modulation with signal constellation based on Hurwitz integers and low complexity detection," IEEE Wireless Communications Letters (accepted for publication), 2017.
9. S.A. Shavgulidze and A.V. Asanidze, "Coding Scheme based on rings of integers and continuous phase modulation," Georgian Engineering News, No. 3, 2017 (მიღებულია გამოსაქვეყნებლად).