

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი გაგუა

გაზსადენების საექსპლუატაციო რეჟიმების და ტექნოლოგიური
პარამეტრების გამოკვლევა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

აკტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა: „ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია“
შიფრი: 0405

თბილისი

2019

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი
ჰიდროენერგეტიკისა და სამილსადენო სისტემების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელები: პროფესორი დიმიტრი ნამგალაძე
ასოცირებული პროფესორი ლენა შატაკიშვილი

რეცენზენტები:

დაცვა შედგება 2019 წლის ”.....” ივლისს, საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და
ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე,
კორპუსი VIII, აუდიტორია 210
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი
ასოცირებული პროფესორი

გ. გიგინეიშვილი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

გაზგამანწილებელი სისტემის მთავარ მოთხოვნას წარმოადგენს საიმედოობის უზრუნველყოფა, ეფექტურობა ეკონომიკურ ჭრაში და მის მართვადობა. გაზით მოხმარების უზრუნველყოფა ხდება გაზგამანწილებელი ქსელების მშენებლობით და მათი ძველი სისტემების რეკონსტრუქცია მოდერნიზაციის საშუალებით. გაზგამანწილებელი სისტემის რეზერვები წარმოადგენს გაზის მოხმარების პროცესების ოპერატიული მართვის გაუმჯობესებას, პროგრამული უზრუნველყოფით და თანამედროვე მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს ფუნდამენტალური კვლევები გაზგამანწილებელი სისტემების გაზომვების, როგორც მოკლევადიან და ხანგრძლივი მართვის სფეროში დარგში არსებული სიტუაცია არადაკმაყოფილებელია. ამასთან დაკავშირებით, გაზომვების სისტემების ფუნქციონირების მართვის რაციონალური მეთოდების კვლევა წარმოადგენს **აქტუალურ** პრობლემას. აღნიშნული პრობლემის მათემატიკური აპარატის მნიშვნელობა იზრდება და საშუალებას გვაძლევს შეიქმნას ისეთი მოდელები, რომლებიც ადექვატურად იწვევს ოპერატიული მართვის რეალიზაციას.

ნაშრომი ეძღვნება გაზგამანწილებელი სისტემების **აქტუალურ** სამეცნიერო პრობლემებს, კერძოდ თეორიული მიდგომის გამოყენების შესწავლას, ამ სისტემების დაპროექტების ახალი ეფექტური მეთოდების შემუშავებასა და განვითარებას და მათი მშენებლობის სავარაუდო დანახარჯების შეფასებას. აგრეთვე ხდება გაზგამანწილებელი ქსელის ოპტიმიზაციის შეფასება, ეკონომიკური ეფექტურობა და მათი ფუნქციონირების გაუმჯობესების ღონისძიებების გატარება.

ქვეყნისათვის აუცილებელია გაზომვების ორგანიზაციული სტრუქტურის დახვეწა, საქმიანობის ეკონომიკური შედეგების გაღრმავება და ლიბერალიზებული გაზის ბაზრის ფორმირება.

ამასთან დაკავშირებით, ნატურული ექსპერიმენტების სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე გაზგამანაწილების ქსელების ტექნოლოგიური საიმედოობის გაზრდა წარმოადგენს სამეცნიერო-ტექნიკურად აქტუალურ ამოცანას.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს საშუალო წნევის გაზგამანაწილებელი ქსელის ოპერატიული მართვის შემუშავება, გაზგამანაწილების ქსელების ტექნოლოგიური საიმედოობის გაზრდა სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები: შემუშავდა მათემატიკური მოდელი, რომელიც გვაძლევს გაზგამანაწილებელი სისტემის ფაქტორულ ანალიზს, ფაქტორებს რომლებიც იწვევს გაზის მოხმარების რეჟიმების ცვლილებას. შემუშავდა გაზგამანაწილებელი ქსელების გაზმოხმარების პროგნოზის ალგორითმისა და მეთოდის დადგენა; გაზგამანაწილების ქსელების საიმედოობის კრიტერიუმის შემუშავება; გაზგამანაწილებელი ქსელების ელემენტების საიმედოობის მახასიათებლების ერთგვაროვანი ჯგუფების შერჩევა და დასაბუთება; საავარიო სამსახურების შესაძლებლობების გაუმჯობესების შესწავლა; გაზგამანაწილების ქსელების საიმედოობის კრიტერიუმი, რომელიც წარმოადგენს გაზის მოცულობის შეფარდებას იმ მოცულობასთან, რომელიც მიეწოდება მომხმარებელს კონტრაქტის შესაბამისად. კრიტერიუმი ინტეგრალურია, რაც მოიცავს გაზსადენების, მოწყობილობისა და გაზის სამსახურების სიმედოობას.

კვლევის ობიექტად შერჩეულია შპს “სოკარ ჯორჯია გაზის” საქართველოს მაღალი, საშუალო და დაბალი წნევის გაზგამანაწილების ქსელები. ვარკეთილის, ვაზისუბნის დასახლებებსა და თბილისის ზღვას შორის მდებარე ოლიმპიური სოფლის სასტუმროს, ბიზნეს ცენტრისა და სავაჭრო პავილიონების ქსელები. აგრეთვე შპს „საქორგაზის“ აჭარასა და იმერეთის რეგიონების ქსელები.

საკითხის თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე დამუშავების მიზნით, გაანალიზებულია გაზის სექტორის განვითარების პროგნოზირების

მსოფლიო გამოცდილება და დასმულია საქართველოში გაზის სექტორის სტრუქტურის საშუალოვადიანი პროგნოზირების ამოცანა. დასახულია მისი განხორციელების კომპლექსური პროგრამა. ამ პროგრამის შესაბამისად კვლევის საწყის ეტაპზე ჩატარებულია საქართველოში ენერგეტიკული რესურსების ანალიზი 2010-2015 წლებში. სამუშაოს შესრულების შემდგომი ეტაპი მიეძღვნა საქართველოში გაზის სექტორში სტატისტიკურ და ნატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით პრობლემის კვლევას და ქვეყანაში გაზის სექტორში საბაზო საინფორმაციო ბაზის შექმნას.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და სიახლე მდგომარეობს შემდეგში: შემუშავებულია ქალაქის გაზგამანაწილებელი სისტემის მართვის რეგრესიული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ფაქტობრივ ანალიზზე; შემუშავებულია ქალაქის გაზგამანაწილებელი სისტემის წინასწარი და ზუსტი მოხმარების რეჟიმების პროგნოზი, რაც ახორციელებს გაზის ნაკადების რეჟიმების მართვას; დისერტაციაში შემუშავებული თეორიული და პრაქტიკული დებულებები, რომელიც უზრუნველყოს საიმედოობის გაზრდას და გაზმომარაგების სისტემების ფუნქციონირებას; უნივერსალური ხასიათის მეთოდები, რომლებიც სისტემურად უკავშირდება გაზის განაწილების საიმედოობის პროგნოზირებას და საავარიო სამსახურების ეფექტური მართვის საკითხებს.

შედეგების გამოყენების სფერო. კვლევის შედეგები წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბუნებრივი გაზის განაწილების ლიცენზიატებისათვის. ასევე გარკვეული მიდგომა-რეკომენდაციაა საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიისათვის. საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული სექტორის განვითარების სტრატეგიული გეგმისთვის დამუშავებულია (2011-2020წწ) მეცნიერულად დასაბუთებული პროგნოზები და პროგრამის ტექნიკური უზრუნველყოფა.

აპრობაცია. სადისერტაციო სამუშაოს შედეგები მოხსენებულ იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და

ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ჰიდროენერგეტიკის და მაგისტრალური სამილსადენო სისტემების დეპარამენტში ჩატარებულ I, II და III კოლოქვიუმებზე. ასევე. 01.05.2019 წელს იმავე დეპარტამენტში - წინასწარ დაცვაზე და სტუ-ის სტუდენტთა 86-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე (თბილისი, 2018 წ.).

ცნობები დისერტაციის მოცულობის და სტრუქტურის შესახებ.
სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, ხუთი თავისაგან, დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. სრული მოცულობა შეადგენს 165 გვერდს, მათ შორის 74 ნახაზი, 28 ცხრილი. გამოყენებული ლიტერატურის სია შეიცავს 126 დასახელებას.

ნაშრომის მოკლე შინაარსი

პირველ თავში მოცემულია საქართველოს ბუნებრივი გაზის სექტორში მოხმარების პროგნოზირების და დაზიანების შესახებ ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვა და ანალიზი. განხილულია გამანაწილებელი ქსელების ენერგოეფექტურობის მაქსიმალური დონეს ანალიზი; გარანტირებული უსაფრთხოება და მომხმარებლების საიმედო და უწყვეტი გაზმომარაგება; ტექნიკური მომსახურების, რემონტისა და ავარიულ-აღდგენითი სამუშაოების პირობების შესრულება; გაზმომარაგების რეჟიმების რეგულირება და დაცვა რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესაბამისად; გაზმომარაგების სისტემის ტექნიკური მდგომარეობის პროგნოზირება და დიაგნოსტიკა; ამავე თავში ჩატარდა ქ. თბილისის ოლიმპიური სოფლის გაზიფიკაციის სისტემის აღწერა და დახასიათება.

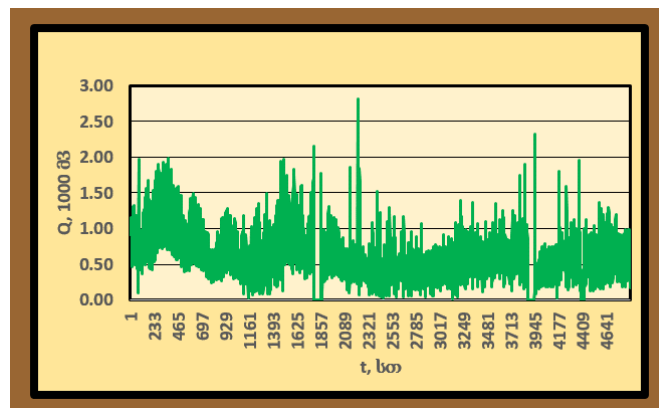
მეორე თავში განხილულია ბუნებრივი გაზის გაზგამანაწილებელი ქსელის მიწოდება-მოხმარების პროგნოზირება, ქ. თბილისის ოლიმპიური სოფლის საშუალო ქსელის მაგალითზე. ბუნებრივი გაზის მოხმარების ძირითად ამოცანა წარმოადგენს მისი რაციონალური მოხმარება. თანამედროვე გაზგამანაწილებელი სისტემები თავისი განვითარების მოცემულ ეტაპზე უნდა პასუხობდეს იმ მოთხოვნებს, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ გამანაწილებელი ქსელების ენერგოეფექტურობის მაქსიმალური დონე, გარანტირებული უსაფრთხოება, მომხმარებლების საიმედო გაზმომარაგება, მომხმარებლების გაზმომარაგების უწყვეტობა და ა.შ.

ამ თავის მიზანია შეიქმნას მეცნიერულად დასაბუთებული, ნატურულ მონაცემებზე დაყრდნობილი თეორია, რომლის საშუალებით შესაძლებელია გაზგამანაწილებელი ქსელების გაზსადენების მოხმარების პროგნოზირება, საიმედოობის გაზრდა, შესაბამისი ღონისძიებების შემუშავება და ეკონომიკური ეფექტურობის ამაღლება.

ჩვენს მიერ დადგინა ქ. თბილისის ოლიმპიური სოფლის საშუალო ქსელის არსებული მრიცხველის მიერ გაზომილი გაზის საათური სტანდარტული მოცულობების მწკრივი 2016 წლის იანვრიდან - აგვისტომდე, ხოლო შემდეგ მოვახდინეთ მიღებული მწკრივის სტატისტიკური დამუშავება. ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია აღნიშნული გაზის საათური სტანდარტული მოცულობების აღნიშნული მწკრივი.

გარდა ამისა, ნახ. 2 (ა)-ზე, მაგალითისათვის, ნაჩვენებია 2016 წლის თებერვალის თვის მწკრივის საათური მოცულობების მწკრივის გრაფიკი; ნახ. 2 (ბ)-ზე მოყვანილია თებერვალის თვის თვითეული დღის საათური მწკრივების გრაფიკები, ხოლო ნახ. 2 (გ)-ზე ნაჩვენებია თებერვალის თვის დღე-ღამური მოცულობების მწკრივის გრაფიკი.

პროგნოზი შესრულდა ორ ეტაპად: ძირითადი ფაქტორების საპროგნოზო შეფასების მიღება და საკუთრივ პროცესის განვითარების პროგნოზი. გამოსაკვლელი მახასიათებელის პროცესის მოდელი, შეიცავს სამ შემადგენელს; პროგნოზის საშუალო სიდიდე (ტრენდი); პროგნოზის შემადგენელი, რომელიც ასახულია სეზონური რხევებს (სეზონური ტალღა); შეცდომების შემთხვევითი სიდიდეები. მოხმარების დროითი მწკრივების მწკრივების გამოკვლევის და პროგნოზირებისას, პერსპექტიული ყველაზე მიმართულებაა - ადაპტიური მეთოდები.



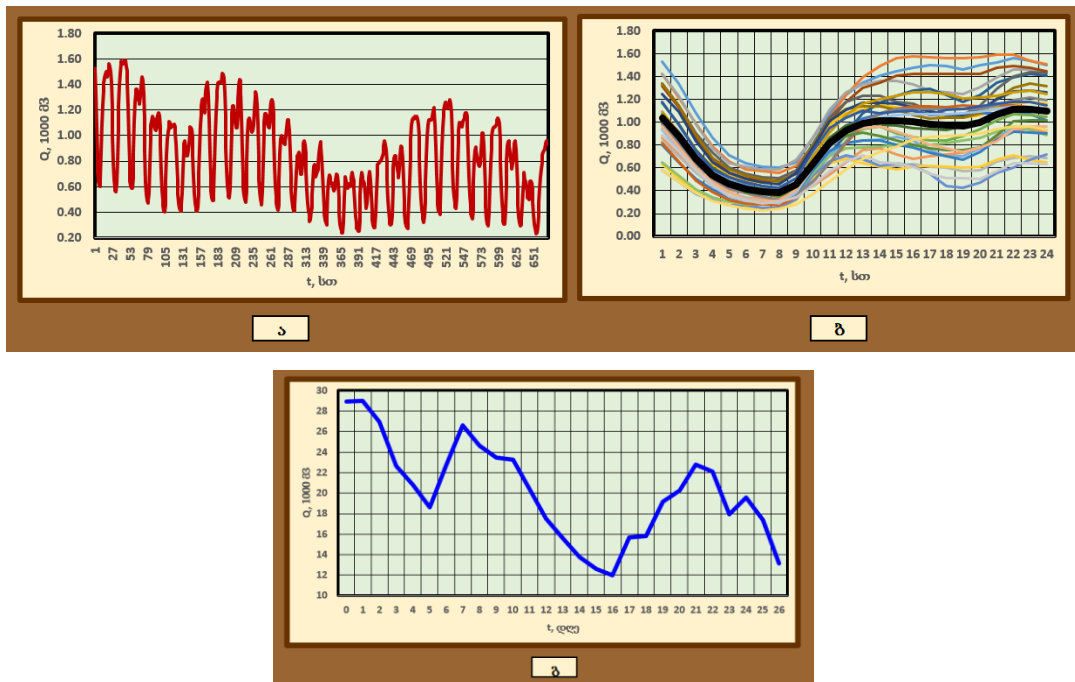
ნახაზი 1. საათური მოცულობების მწკრივი 2016 წლის 15 იანვრიდან, 1 აგვისტომდე მწკრივის გრაფიკი

ამ თავში ხდება ბუნებრივი გაზის მოხმარების მწკრივების გაგლუვება, ქ. თბილისის ოლიმპიური სოფლის საშუალო ქსელის მაგალითზე, კერძოდ ვიხილავთ ბუნებრივი გაზის მოხმარების დღე-ღამურ მწკრივს. მარტივი საშუალო სრიალას საშუალებით. ამ მეთოდის გასაანგარიშებლად

გამოიყენება შემდეგი ფორმულა: $\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$. სადაც Q_i არის განხილული გაზის მოცულობა; n - საშუალო სრიალის პერიოდი. გარდა ამისა

განხილულია წრფივად-შეწონილი საშუალო სრიალა: $\bar{Q}^* = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$. სადაც

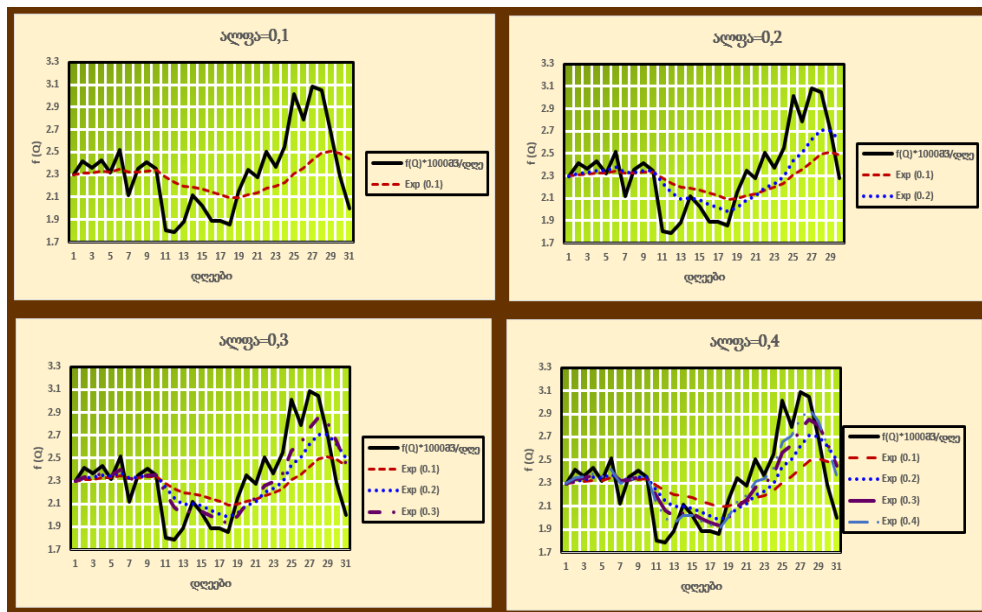
Q_i არის მოცულობის მნიშვნელობა i -ური წარსული პერიოდებისათვის; W_i - გაზის მოცულობების წონა i -ური წარსული პერიოდებისათვის.



ნახაზი 2. 2016 წლის თებერვალის ნატურული მონაცემები: ა. თვის მწკრივის საათური მოცულობების მწკრივის გრაფიკი; ბ. თვის თვითეული დღის საათური მწკრივების გრაფიკების ანსამბლი (მსხვილი გრაფიკი გვიჩვენებს მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების გრაფიკი); გ. თვის დღე-ღამური მოცულობების მწკრივის გრაფიკი

წინ განსხვავებული სრიალას გამოყენებით, ვადგენთ ექსპონენციალურად გაგლუვების მარტივი ფორმულას: $S_t = \alpha Q_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$, ცხადია, რომ გაგლუვების შედეგი დამოკიდებულია α პარამეტრზე. თუ $\alpha = 1$ და $\alpha = 0$, მაშინ ხდება წინა დაკვირვებების სრული იგნორირება. α -ს მნიშვნელობები 0-დან 1-მდე გვაძლევს საშუალებოდ შედეგებს. ემპირიული გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ ასეთი მარტივი ექსპონენციალურად გაგლუვება გვაძლევს საკმაოდ კარგ პროგნოზს.

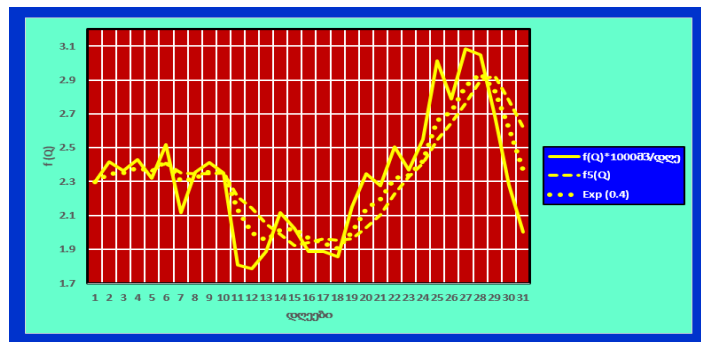
მაგალითისათვის განხილავთ ექსპონენციალური გაგლუვების პარამეტრის დინამიკას, რიცხვითი ექსპერიმენტით. ვიხილავთ ბუნებრივი გაზის 2016 წლის იანვრის თვეს დღე-ღამური მოცულობების მწკრივს, მოყვანილია α პარამეტრის შესაბამისი ექსპონენციალური გაგლუვებების ფუნქციების გაგლუვებები, $\alpha = 0,1$ -დან $\alpha = 0,4$ -მდე (ნახ. 3). რადგანაც ვირჩევთ საუკეთესო პარამეტრს $\alpha = 0,4$, ამიტომ ნახ. 4-ზე მოყვანილია საშუალო შეწონილი სრიალას და ექსპონენციალური გაგლუვების ფუნქციები. ჩატარდა რიცხვითი ექსპერიმენტის ტესტი ორი მწკრივის გაგლუვების შედარებისათვის: პირველი 2016 წლის თებერვლის და 2016 წლის იანვრის პლუს თებერვლის დროითი მწკრივები.



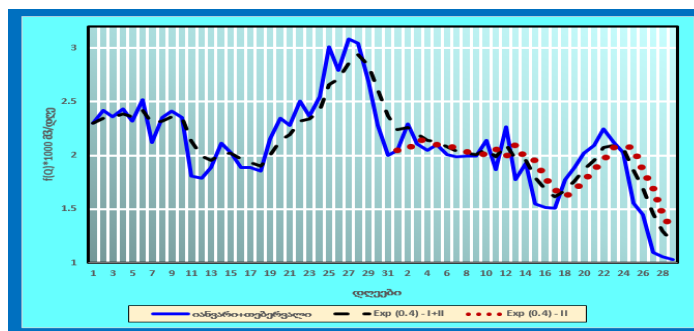
ნახაზი 3. α პარამეტრის შესაბამისი ექსპონენციალური ფუნქციების გაგლუვებები, $\alpha = 0,1$ -დან $\alpha = 0,4$ -მდე

ნახ. 5-ზე მოყვანილია 2016 წლის იანვრის და თებერვლის მწკრივი, და ცალკეული აღნიშნული გაგლუვებული ფუნქციების გრაფიკები (ექსპონენციალური გაგლუვება პარამეტრით 0,4 - მწკრივი იანვარი+თებერვალი და შესაბამისი თებერვლის მწკრივი).

ავიღოთ საკონტროლო მნიშვნელობა, რომელიც წარმოადგენს 2016 წლის პირველი მარტის მოხმარებას, კერძოდ $1,413 \cdot 10^3$ მ³/დღე. გამოვიანგარიშოთ შესაბამისი ცდომილებები, გვექნება - გაგლუვებული ბოლო მნიშვნელობები, იგივე რეალურ მონაცემთან შედარების ტოლია: იანვარი+თებერვალი: $S_{I+II} = 15,4\%$; $S_{II} = 25,7\%$. მეორე შემთხვევაში განვიხილოთ შესაბამისი ცდომილებები პირველი მარტისათვის, კერძოდ: $S'_+ = 15,7\%$; $S' = 8,1\%$. ამგვარად, საუკეთესო შედეგი მიღებულია ისეთი შემთხვევისათვის, როდესაც გვაქვს უფრო გრძელი მწკრივი და ექსპონენციალურად გაგლუვება შესაბამისი პარამეტრით 0,4.

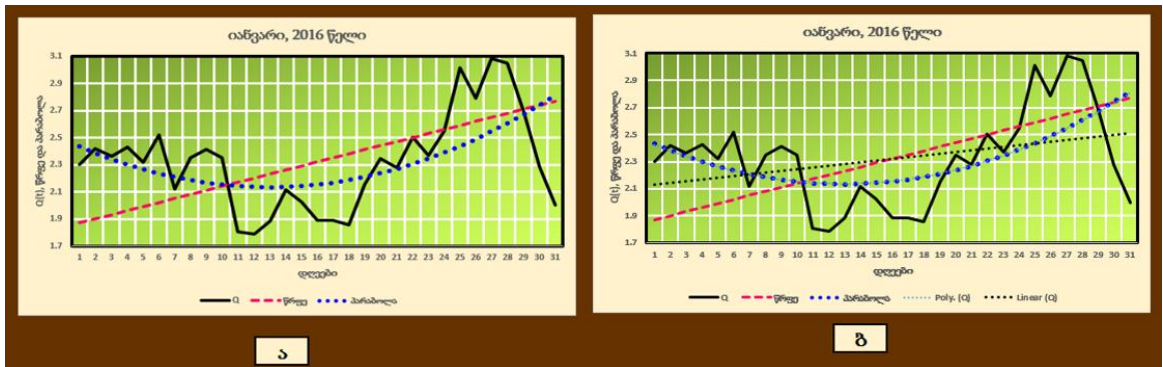


ნახაზი 4. საშუალო შეწონილი სრიალას და ექსპონენციალური გაგლუვების ფუნქციები



ნახაზი 5. 2016 წლის იანვრის და თებერვლის მწკრივი და გაგლუვებული ფუნქციების გრაფიკები (ექსპონენციალური გაგლუვება პარამეტრით 0,4 მწკრივით იანვარი+თებერვალი და შესაბამისი თებერვლის მწკრივი)

გარდა ამისა, განხილულია შემთხვევა და შესაბამისი გრაფიკები: ძირითადი მწკრივი, ორი სახის წრფივი რეგრესია და ორი სახის პარაბოლური რეგრესიები (ნახ. 6). ორივე პარაბოლური რეგრესია - პრაქტიკულად ემთხვევა ერთმანეთს. ხოლო რაც ეხება წრფის რეგრესიებს - ისინი განსხვავებული.



ნახაზი 6. საწყისი მწკრივი და რეგრესიის წირები

ამგვარად, თუ განვიხილავთ წრფივ რეგრესიებს და განვსაზღვრავთ ძირითად მწკრივს და წრფივი რეგრესიების კვადრატული გადახრების ჯამი მეტად მცირეა. განსხვავება რეგრესიებს და მწკრივებს შორის ფარდობითი ცდომილება 0,8%-ია. თუმცა განსხვავება პროგნოზულს შორის, წრფივ რეგრესიებს მწკრივებს შორის სხვადასხვაა: პირველი წრფე რეგრესიისას 9,76%-ია, ხოლო პარაბოლური რეგრესიებსა და წრფივ რეგრესიებს შორის შესაბამისად არის: 1,59 და 11,2%.

მესამე თავში განხილულია გაზგამანაწილებელი გაზმარეგულირებელი პუნქტების აღდგენის დროების სტატისტიკური შედეგების დადგენა, რის გამო ჩატარდა ვაიბულის განაწილების პარამეტრების მიღება რიცხვითი მეთოდით.

განვიხილოთ გაზგამანაწილებელი ელემენტის, კვანძის ან სისტემის დაზიანება, რის შემდეგ ხდება აღდგენა და აღდგენის დროების ამონაკრების მიხედვით, ხდება მათემატიკური მოლოდინისა (μ) და საშუალოკვადრატული გადახრას (σ) დადგენა და ტექნიკური ელემენტის ჰისტოგრამის აგება. ჰისტოგრამიდან ჩანს, რომ ამონაკრების გარკვეული

რაოდენობა ჯგუფდება მათემატიკური μ მოლოდინის ირგვლივ. თუმცა, გვაქვს გარკვეული იშვიათი ხდომილება, რომლებიც ჯგუფდება ჰისტოგრამის ბოლოში. ამას გააჩნია გარკვეული მიზეზი: პირველი ჯგუფისათვის, გვაქვს გარკვეული შემთხვევითი ხდომილებები, რომლების აღდგენა ხდება შედარებით მოკლე პერიოდისათვის, ხოლო მეორე ჯგუფისათვის გვექნება შედარებით იშვიათი, მაგრამ ძალიან მძიმე ავარიები და მათი აღდგენა უფრო რთულია.

საიმედოობის შემდგომი ანალიზისათვის, საჭიროა აღდგენების დროის ალბათობის განაწილების სიმკვრივის აპროქსიმაციის ფუნქციის დადგენა. შესაბამისად, ვეძებთ აღნიშნულ ფუნქციას - ვაიბულის განაწილების ფუნქციის საშუალებით და გამოსახულება შემდეგია:

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}. \quad (1)$$

სადაც θ არის რესურსის პარამეტრი, ხოლო β ფორმის მასშტაბი. ამ პარამეტრების განსაზღვრისათვის განიხილება შემდეგი ფორმულებით:

$$\begin{cases} \mu = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right); \\ \sigma^2 = \theta^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) + \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]. \end{cases} \quad (2)$$

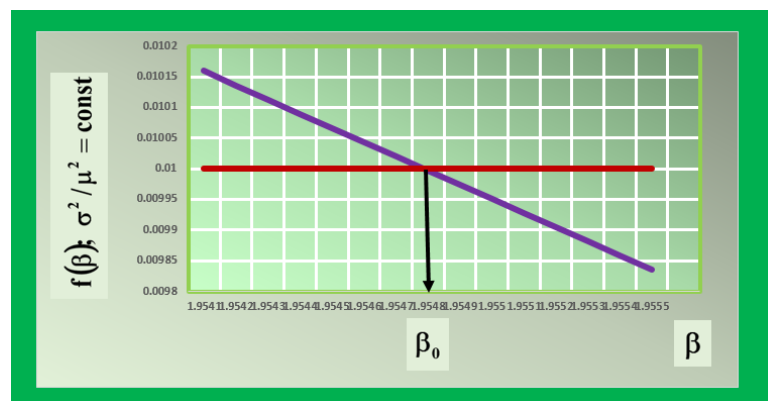
სადაც $\Gamma(x)$ არის გამა-ფუნქცია, რისთვისაც არსებობს შესაბამისი ცხრილები, ან ონლაინ-კალკულატორი. ამგვარად, თუ ცნობილია ამონაკრები, შეიძლება დავადგინოთ მათემატიკური მოლოდინი μ და საშუალო კვადრატული გადახრა σ . განტოლებების (2) სისტემა გვამღევს ორ უცნობიან სისტემას, რომლის ამოხსნა ცხადი სახით შეუძლებელია. ამასთან დაკავშირებით, ჩვენ შევიძუშავეთ ორიგინალური ალგორითმი, θ და β პარამეტრების დადგენა, რომლის რეალიზაცია ხდება რიცხვითი მეთოდით Excel-ში. მარტივი გარდაქმნების შემდეგ, მივიღებთ ორი განტოლების ალგებრულ სისტემას:

$$\begin{cases} \frac{\sigma^2}{\mu^2} = \text{const}; \\ f(\beta) = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} - 1. \end{cases} \quad (3)$$

შევადგინოთ $f(t)$ -ს გრაფიკი, რისთვისაც შევადგინოთ მარტივი პროგრამა, ხოლო ორი გრაფიკის გადაკვეთა მოგვცემს β პარამეტრის განსაზღვრას. θ -ს დადგენა უკვე შესაძლებელია ფორმულიდან $\theta = \frac{\mu}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}$

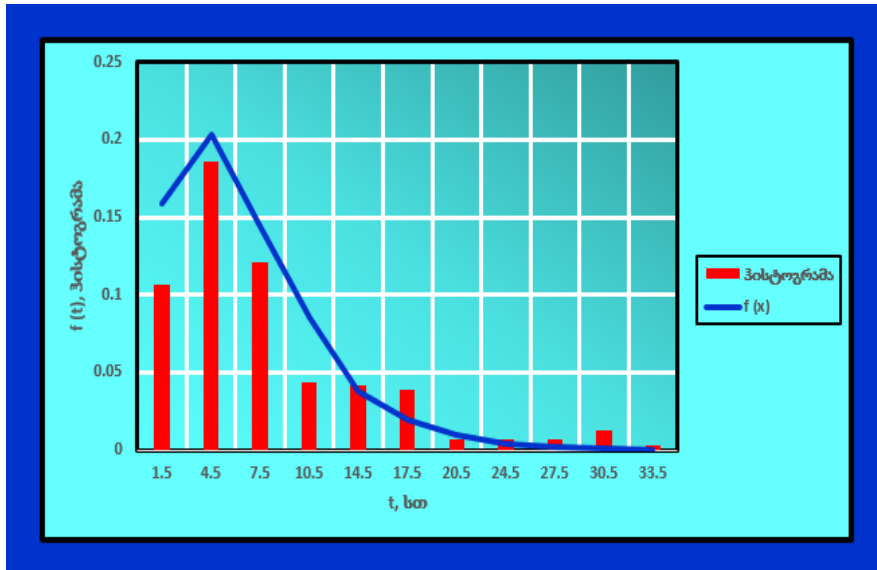
მაგალითისათვის ნახ. 7-ზე ნაჩვენებია β_0 პარამეტრის განსაზღვრის მეთოდი, როდესაც $\frac{\sigma^2}{\mu^2} = 0,01$.

ამავე თავში განხილულია გმპ-ს აღდგენის დროების სტატისტიკა, სადაც გვაქვს კონკრეტული გაზგამანაწილებელი გმპ-ს აღდგენის დროების სტატისტიკა იმ შემთხვევაში, როდესაც ვიხილავთ მექანიკურ დაზიანებებს, კერძოდ გვაქვს $N = 369$ ცალი შესაბამისი მტყუნება და შესაბამისად აღდგენა.



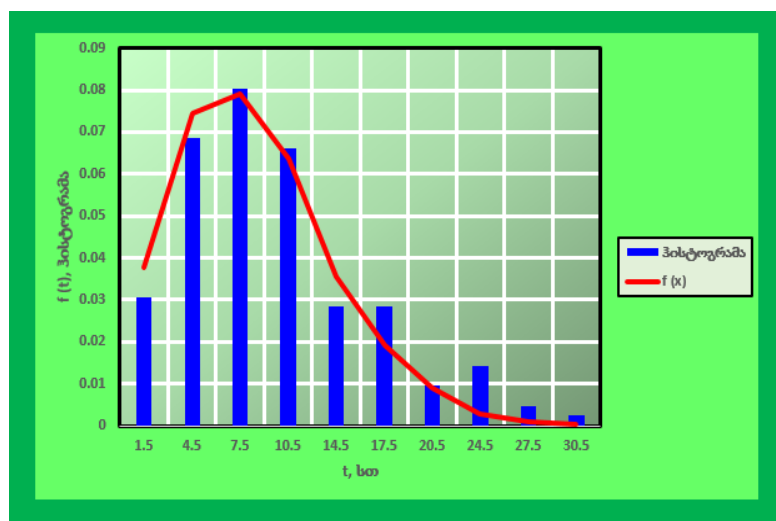
ნახაზი 7. β_0 პარამეტრის განსაზღვრის რიცხვით-გრაფიკული მეთოდი

სტატისტიკის ამონაკრების მიხედვით აგებულია ჰისტოგრამა და ალბათობის სიმკვრივის განაწილების აპროქსიმაციის ფუნქცია წარმოადგენს ვაიბულის ფუნქციას (ნახ. 8) . განტოლებათა (3)-ის ამოხსნის შემდეგ ვპოულობთ პარამეტრებს: $\beta = 2,1$ და $\theta = 3,51$.



ნახაზი 8. ჰისტოგრამა და შესაბამისი ვაიბულის ალბათობის სიმკვრივის განაწილების აპროქსიმაციის ფუნქცია

ასევე განვიხილოთ გაზგამანაწილებელი გგპ-ს აღდგენის (რემონტების) დროების სტატისტიკა იმ შემთხვევაში, როდესაც ვიხილავთ კოროზიით გამოწვეულ დაზიანებებს, გვაქვს $N = 355$ ცალი შესაბამისი მტყუნება და შესაბამისად რემონტის. სტატისტიკის თანახმად ამონაკრების მათემატიკური მოლოდინი $\mu = 8,42$ სთ და საშუალო კვადრატული $\sigma = 1,6$ სთ. ავაგოთ ჰისტოგრამა და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია (ნახ. 9).



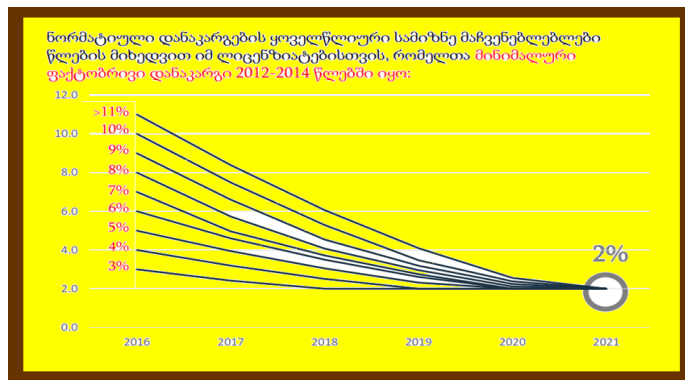
ნახაზი 9. ჰისტოგრამა და შესაბამისი ვაიბულის ალბათობის სიმკვრივის განაწილების აპროქსიმაციის ფუნქცია

მეოთხე თავში ჩატარდა გამანაწილებელ ქსელში ბუნებრივი გაზის ტექნიკური დანაკარგის თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი, რისთვისაც დადგინდა ნორმატიული ტექნიკურის დანაკარგის რაოდენობრივი ანალიზი. ტექნიკური დანაკარგის ზუსტი განსაზღვრა თითქმის შეუძლებელია, ვინაიდან გაზგამანაწილებელი ქსელის და მისი მოწყობილობების ჰერმეტიკულობის დარღვევა უამრავი ფაქტორით არის განპირობებული.

დღეისათვის არსებობს გამანაწილებელ ქსელში ბუნებრივი გაზის ნორმატიული ტექნიკურის დანაკარგის დადგენის მეთოდი, რომლის შემუშავება ჩატარდა სემეკის 2015 წელს მიერ. ნორმატიული დანაკარგების დადგენის წესი, რისთვისაც გამოიყენება საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული წამახალისებელი რეგულირების პრინციპები, რომლებიც: ემყარება გადაცემის ან განაწილების კონკრეტული ლიცენზიატის ბუნებრივი გაზის ქსელში რეგულირების პერიოდში ბუნებრივი გაზის ფაქტობრივი დანახარჯების ასახვას მომდევნო რეგულირების ნორმატიულ დანაკარგებში; ბუნებრივი გაზის ნორმატიული დანაკარგის დადგენა ხდება ყოველი რეგულირების პერიოდისათვის, რომელიც ტრანსპორტირებისა და განაწილების თითოეული ლიცენზიატისათვის განისაზღვრება კომისიის მიერ ინდივიდუალურად. შესაბამისად, ბუნებრივი გაზის ნორმატიული დანაკარგის დადგენა ხდება რეგულირების პერიოდის დაწყების წინა წელს – ტარიფების გაანგარიშების წელს (**t**). რეგულირების პერიოდისათვის ნორმატიული დანაკარგი დგინდება სატესტო წლის (**t-1**) ბაზაზე, გარკვეული შემდეგი წესით.

ნახ. 10-ზე ნაჩვენებია ნორმატიული დანაკარგის ყოველწლიური სამიზნეს მაჩვენებლები წლების მიხედვით იმ ლიცენზიატებისათვის, რომლების მინიმალური ფაქტობრივი დანაკარგი 2012-2014 წლებში იყო. შემდგომში ჩატარდა გაზგამანაწილებელი საშუალო ქსელის ტექნიკური დანაკარგის თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი აჭარასა და იმერეთის რეგიონების მაგალითზე. ვიხილოთ გაზგამანაწილებელი ქსელის

ტექნიკური დანაკარგის თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი, კონკრეტულად აჭარისა და იმერეთის რეგიონები, ორი წლის განმავლობაში.



ნახაზი 10. ლიცენზიატების ნორმატიული დანაკარგის ყოველწლიური სამიზნე მაჩვენებლები წლების მიხედვით

ასეთი რეგიონების ქსელები განხილულია, რადგანაც ქსელები შედარებით ძველია და დანაკარგების ოდენობა საკმაოდ დიდია. შპს „საქორგაზის“ მიხედვით შექმნილია ტექნიკური დანაკარგის სპეციალური ცხრილური ფორმა, სადაც დაწვრილებით მოყვანილია დაზიანების ყველა პარამეტრი. გარდა ამისა განხილულია დანაკარგების მიზეზები: კოროზია, დაუდგენილი მიზეზი, სტიქია და ა.შ. რადგანაც ტექნიკური დანაკარგი მეტად მრავალფეროვანია, ამიტომ ვიხილავთ ე.წ. „შავი ყუთის“ პრინციპს და ვადგენთ ტექნიკური დანაკარგის ინტეგრალურ ეფექტს. მოყვანილია სამი ძირითადი პარამეტრი: გაზსადენის დიამეტრი, D (მმ), დაზიანების საშუალო დამახასიათებელი ზომა d , (მმ) და საათური დანაკარგი, q -მ³/სთ.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს გაზსადენიდან გაზის გამოდინების ხარჯის ანალიზური ფორმულა (და მათი მოდიფიცირება), მიღებული შედეგების დამაჯერებლობა - ნაკლებია. ამის მიზეზი ბევრია, კერძოდ გვაქვს ძირითადად ორი ფაქტორი: ხვრეტის ფორმა (და შესაბამისად მათი ხარჯის კოეფიციენტი) და ხვრეტისას წნევის მნიშვნელობა. ამიტომ ინტეგრალური შედეგის მისაღებად ჩატარდა კორელაციური ანალიზი და განისაზღვრა კორელაციური კავშირი პარამეტრებს q -სა და d/D -ს შორის, კერძოდ კორელაციის კოეფიციენტი. აღმოჩნდა, რომ პარამეტრებს q -სა და d/D -ს

შორის კორელაციის კოეფიციენტი ტოლია $r_n = 0,0542$, რაც გვიჩვენებს რომ ამ სიდიდეებს შორის კორელაციური კავშირი მეტად სუსტია. ამიტომ გადავიდეთ თვისობრივ ანალიზზე. ამასთან დაკავშირებით დავადგინოთ q და d/D პარამეტრების

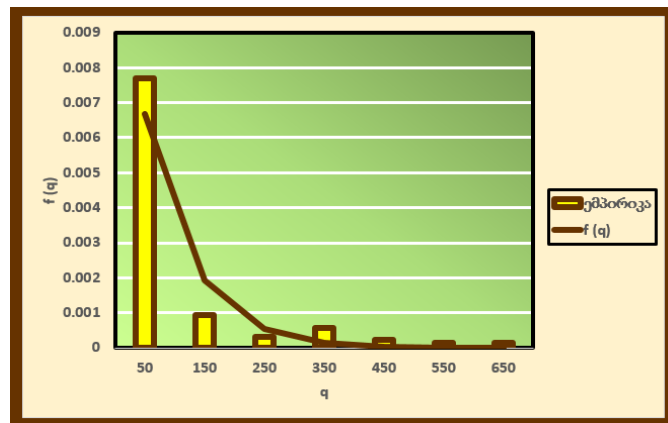
q ხარჯის ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია განისაზღვრება მარტივად - ეს არის ექსპონენციალური ფუნქცია, პარამეტრებით: მათემატიკური მოლოდინი $\mu = 80,15$ მ³/სთ, ინტენსივობა $\lambda = 1/\mu = 0,0125$ (1/მ³/სთ) და საბოლოოდ (ნახ. 11):

$$f(q) = \lambda e^{-\lambda q} = 0,0125 e^{-0,0125q} \quad (4)$$

რაც შეეხება პარამეტრი d/D , ამიტომ შესაბამისი ჰისტოგრამა არასტანდარტულია და საჭიროა სპეციალური ფუნქციის მოძებნა.

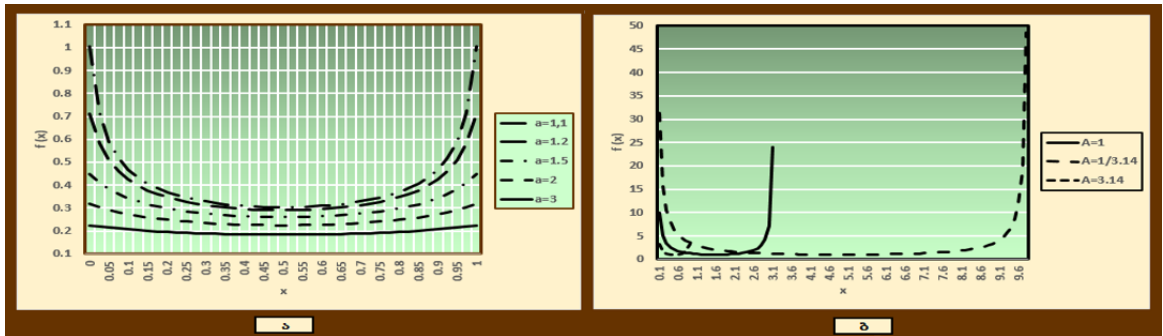
საწყის ეტაპზე გადავწყვიტეთ შემდეგი ორი ფუნქცია (ნახ. 12):

$$f(d/D) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{A^2 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \quad \text{და} \quad f(d/D) = A \operatorname{csc}\left(\frac{d/D}{\pi}\right).$$



ნახაზი 11. q ცვლადების ჰისტოგრამის და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია

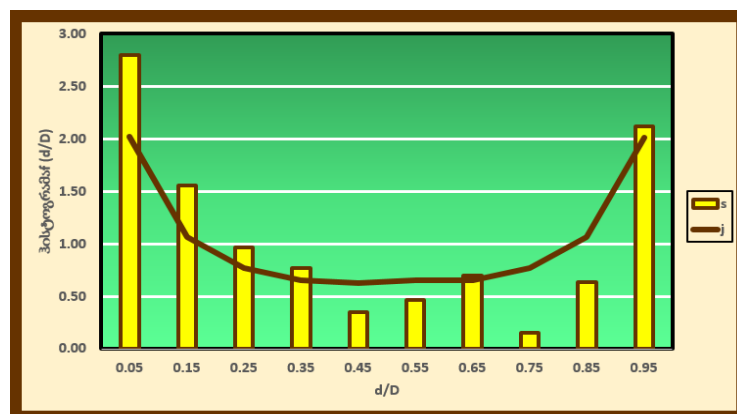
ცხადია, რომ ფუნქცია $f(x) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{A^2 - x^2}}$, უფრო მოქნილია და მარტივია მათემატიკური ანალიზისათვის. ამიტომ შეირჩა კოსეკანსის კანონი და ჩაითვალა რომ $x = \frac{d}{D}$.



ნახაზი 12. ფუნქციების გრაფიკები: ა. ფუნქცია $f(x) = \frac{1}{\pi \sqrt{A^2 - x^2}}$; ბ) ფუნქცია $f(x) = A \csc(x)$

რადგანაც მიღებული შედეგი მეტად რთულია, ამიტომ მათემატიკურ მოლოდინს ვპოულობთ რიცხვითი მეთოდებით, კერძოდ ონლაინ-კალკულატორით. ამ შემთხვევაში მათემატიკური მოლოდინია $\mu = 1,1271$, ხოლო ნორმირების შემდეგ $A = 1,4851$. საბოლოოდ გვექნება (ნახ. 13):

$$f(d/D) = 1,4851 \csc\left(\frac{d/D}{\pi}\right).$$

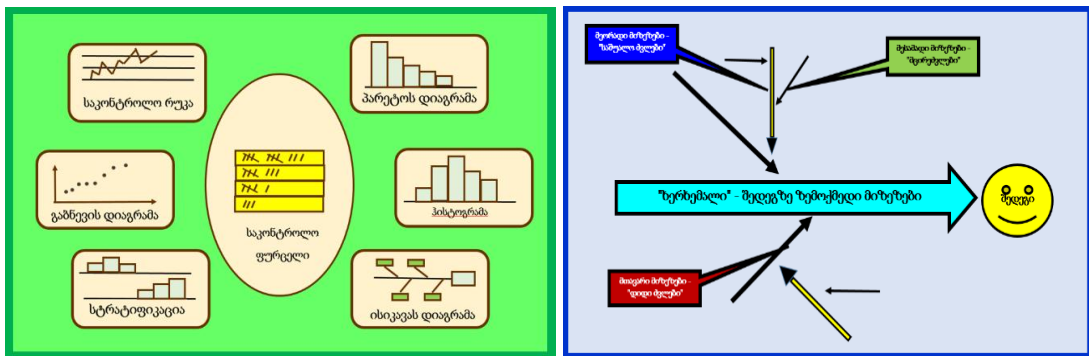


ნახაზი 13. q ცვლადების ჰისტოგრამის და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია

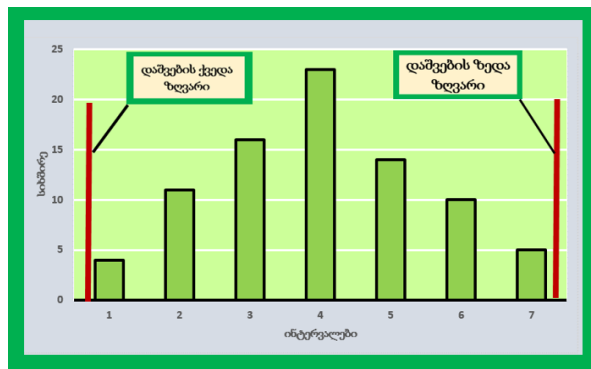
მეხუთე თავში განხილულია გაზსადენების არმატურის მტყუნებების აღმოფხვრისას თვისობრივი კრიტერიუმების მეთოდის დადგენა. გაზსადენების არმატურის მტყუნებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ჩამკეტი არმატურის მტყუნებების 50%-მდე გამოვლინდა „კორპუსი-სახურავის“ მილტუჩეის გართვის ჰერმეტიულობისას და ჩობალის შესქელება. ჩამკეტი

არმატურის მტყუნებების ძირითადი მიზეზებია შემდეგი: წნევის ქვეშ მყოფი მოწყობილობის კორპუსის სხმული დეტალების დეფექტები; გარემოს წნევის ქვეშ მყოფი კონსტრუქციის შეერთების დეფექტები; მოწყობილობის გართვის შეერთების შესქელების მასალების დადგმის ტექნოლოგიის დარღვევა; ძირითადი დეტალების ლითონის კოროზიული ზემოქმედება, ხანგრძლივი ექსპლუატაციისათვის.

ჩვენს მიერ შემუშავებულია კონტროლის ხარისხის მეთოდოლოგია, რომელზეც დაფუძნებულია შვიდ სტატისტიკური ინსტრუმენტი, რომელიც შეიცავს შვიდ ძირითად საკვანძო მომენტებს (ნახ. 14ა): საკონტროლო ფურცელი, პარეტოს დიაგრამა, ისიკავას მიზეზობრიობის-შედეგობრივი დიაგრამა (ნახ. 14ბ), ჰისტოგრამა (ნახ. 15), გაბნევის დიაგრამა, სტრატეფიკაცია, საკონტროლო ფურცელი, ისიკავას დიაგრამა.

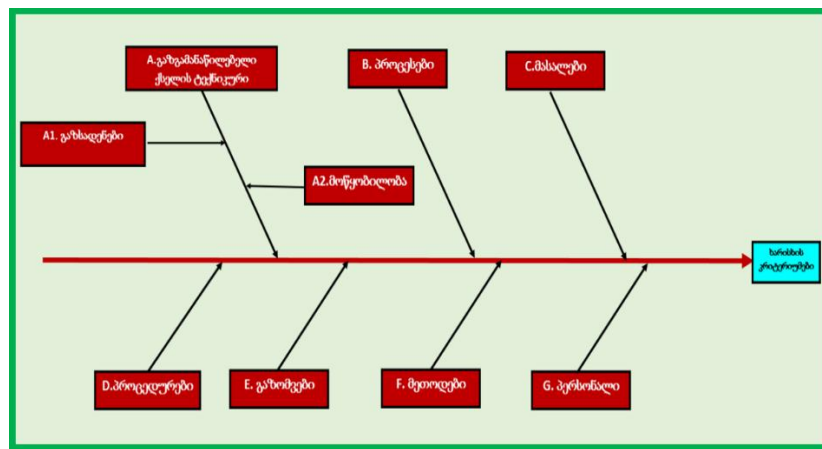


ნახაზი 14. ა. მოხმარების კონტროლის ხარისხის შვიდ სტატისტიკური ინსტრუმენტი; ბ. მიზეზობრივ-შედეგობრივი ისიკავას დიაგრამის აგება: „პრობლემების ხე“ ანუ „თევზის ჩონჩხი“



ნახაზი 15. ჰისტოგრამის აგება დასაშვები ზღვრების შესაბამისად

განვიხილოთ ისიკავას დიაგრამა გაზგამანწილებელი ქსელის თვისობრივი კრიტერიუმების დადგენისათვის, ე.წ. „თევზის ჩონჩხის“ ხერხემალის შესაბამისად, დატანილია ყველა შესაძლო ძირითადი ფაქტორი (ნახ. 16): A. გაზგამანწილებელი ქსელის ტენიკური მდგომარეობა; A1. გაზსადენები; A2. მოწყობილობები; B. პროცესები; C. მასალები; D. პროცედურები; E. გაზომვები; F. მეთოდები; G. პერსონალი. ფაქტორების შესაბამისად ხდება დაწვრილებითი ჩაშლა.

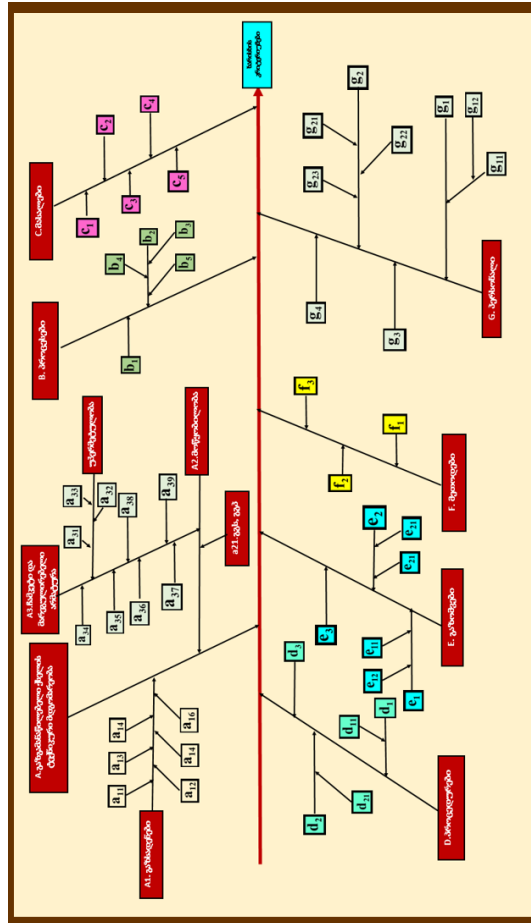


ნახაზი 16. გაზგამანწილებელი ქსელის თვისობრივი კრიტერიუმები - ისიკავას დიაგრამა

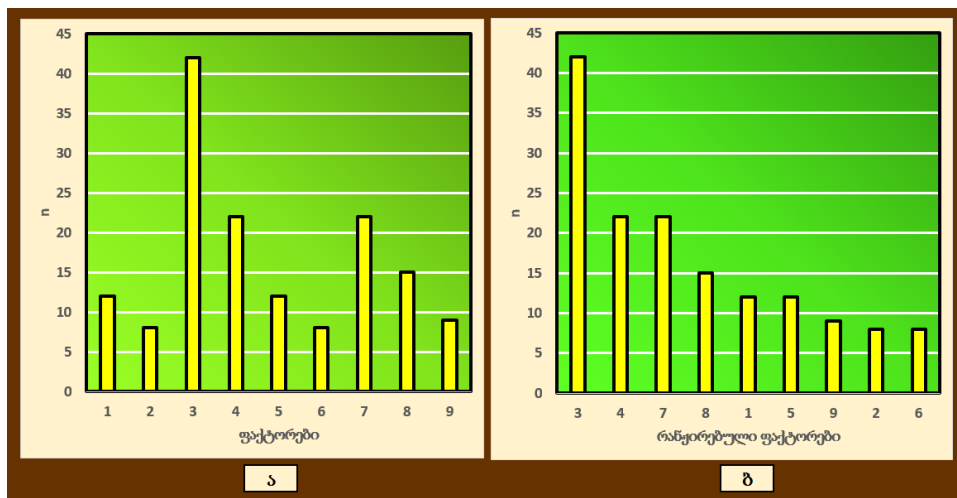
მაგალითისათვის განხილულია სისტემის „ელექტროამძრავი-ჩამკეტი არმატურა“ ფაქტორების ისიკავას დიაგრამა და ხარისხობრივი ანალიზი. ამ შემთხვევაში გვაქვს შემდეგი ფაქტორები: 1. კორპუსის დეტალებისა და შედუღების შეერთებების უჭერმეტულობა; 2. მოძრავი და უძრავი შეერთებების უჭერმეტულობა; 3. საკეტის უჭერმეტულობა; 4. საკეტის გადენის გადახრა ნორმატულ პირობებში; 5. „ჩაკეტვა-გაღების“ ფუნქციის შეუსრულება, რეგლამენტის გაუთვალისწინებლობა; 6. ამუშავების დროის შეუსაბამობა; 7. ელექტროამძრავის მტყუნება; 8. ხელის მართვის სისტემის მტყუნება; 9. მილსადენის გაერთმთლიანობის უჭერმეტულობა.

„ელექტროამძრავი-ჩამკეტი არმატურის“ დაზიენებების მიღებული მონაცემების სტატისტიკის დამუშავების შემდეგ, მიღებულია ნახ. 17-ზე მოყვანილი გაერთმთლიანობის კრებსითი ისიკავას დიაგრამა. შემდეგ აიგება

ამ მონაცემების შესაბამისი პოლიგონი (ნახ. 18ა) და აიგება პარეტოს განაწილების წირის აგება.



ნახაზი 17. გეოგრაფიული მდებარეობის კრებსითი ისიკავას დიაგრამა



ნახაზი 18. ა. მონაცემების პოლიგონი; ბ. მონაცემების რანჟირების პოლიგონი

კუმულატიური ფუნქციის აგების შემდეგ ივსება ცხრილი 28, რომელშიც მოყვანილია ყველა ადრე მოყვანილი ოპერაციის შედეგი.

ცხრილი 1. პოლიგონებისა და პარეტოს განაწილების წირების აგების სქემა

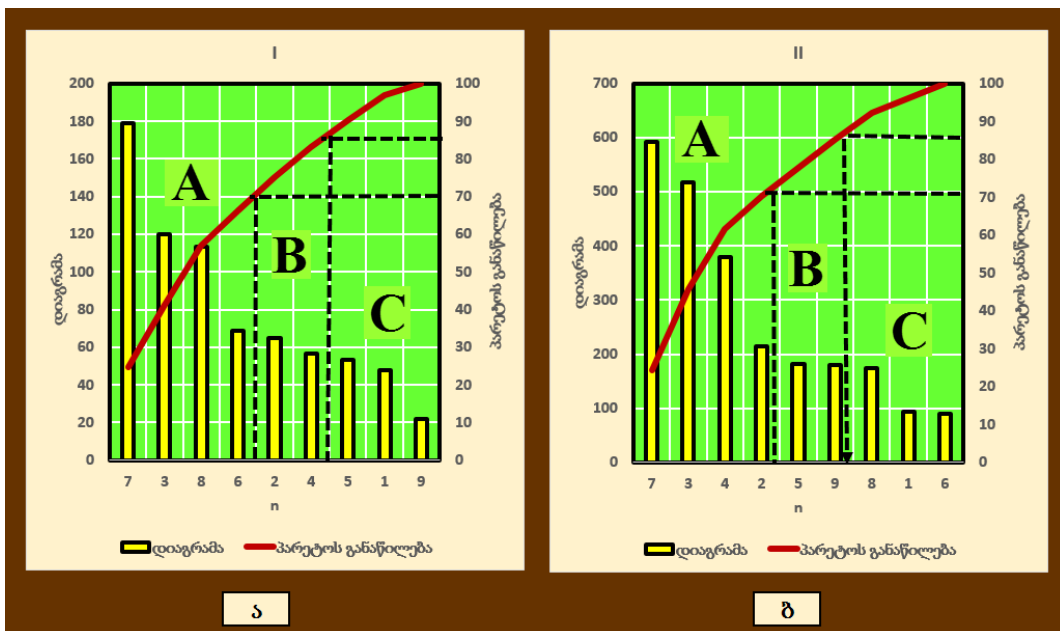
ექსპერტის შეფასება	ფაქტორების რაოდენობა								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	9	2	3	4	9	9	7	2
2	7	9	3	1	3	8	7	7	2
3	5	8	3	3	6	10	8	8	3
4	4	8	3	2	5	8	9	9	4
5	2	7	3	3	4	9	8	8	2
6	3	9	3	3	5	8	8	7	3
7	3	7	3	3	4	8	8	7	1
მათემატიკუ- რი მოლოდი- ნი \bar{y}	4.00	8.14	2.86	2.57	4.43	8.57	8.14	7.57	2.43
დისპერსია $D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	2.67	0.13	0.48	0.12	0.61	5.41	0.13	3.96	0.06
$\frac{\bar{y}^{-2}}{D}$	6.00	491.4	17.14	53.5	32.38	13.5	491.4	14.49	98.78
$\lg\left(\frac{\bar{y}^{-2}}{D}\right)$	0.78	2.69	1.23	1.73	1.51	1.13	2.69	1.16	1.99
$G = 10 \lg\left(\frac{\bar{y}^{-2}}{D}\right)$	7.78	26.91	12.34	17.2	15.10	11.3	26.91	11.61	19.95
n_i	12	8	42	22	12	8	22	15	9
K_1	48.0	65.14	120.0	56.5	53.14	68.5	179.1	113.5	21.86
K_2	93.3	215.3	518.3	380	181.24	90.6	592.1	174.1	179.5

საბოლოოდ ვღებულობთ ორ სქემას: 1. დიაგრამისა და პარეტოს განაწილების ორი გრაფიკის ერთობლივი სქემა, როდესაც ბალების კოეფიციენტი K_1 მიღებულია მათემატიკური მოლოდინის მიხედვით (\bar{y}); 2.

იგივე, ოღონდ მიღებულია $G = 10 \lg\left(\frac{\bar{y}^{-2}}{D}\right)$ -ს საშუალებით და გვაქვს K_2 (ნახ.

19).

ჩავატაროთ ნახ. 17-ის დაწვრილებითი ანალიზი, რის გამოც შემუშავებული მეთოდიკა მაქსიმალურად გვაძლევს ადეკვატურ შედეგს. ჯერ განვიხილოთ ნახ. 17-ის „ა“ სქემა. ჩანს, რომ ჩვეულებრივი პოლიგონის ანალიზისას ჩანს, რომ დაზიანების მაქსიმალური რაოდენობის შესაბამისად გვაქვს რიგი, რომლისათვის პირველ რიგში სწრაფად უნდა მოხდეს შემდეგი დაზიანების აღმოფხვრა: 3. საკეტის უპერმეტულობა; 4. საკეტის გადენის გადახრა; 7. ელექტროამძრავის მტყუნება; 8. ხელის მართვის სისტემის მტყუნება და ა.შ. (ნახ. 17).



ნახაზი 19. დიაგრამისა და პარეტოს განაწილების ორი გრაფიკის ერთობლივი სქემა ბალების კოეფიციენტის მიხედვით: ა. მათემატიკური მოლოდინით; ბ. დისპერსიის შესაბამისად

შემდეგი ეტაპია, ბალების გათვალისწინება და მიღებული დაზიანების რაოდენობები მრავლდება ექსპერტების მიერ დაწერილი ბალების საშუალო რაოდენებაზე (ცხრილი 1, \bar{y}). მიღებული რანჟირების შედაგად, ახალი პოლიგონისათვის მივიღებთ ახალ რიგს (ნახ. 17. არეალში A (სწრაფი აღმოფხვრა) გვაქვს შემდეგი რიგი: 7. ელექტროამძრავის მტყუნება; 3. საკეტის უპერმეტულობა; 8. ხელის მართვის სისტემის მტყუნება; 6. ამუშავების დროის შეუსაბამობა. B ზონაში გვაქვს რიგი: 2.

მოდრავი და უძრავი შეერთებების უპერმეტულობა; 4. საკეტის გადენის გადახრა; ხოლო **C** არეალში - რიგი 5. „ჩაკეტვა-გაღების“ ფუნქციის შეუსრულება; 1. კორპუსის დეტალებისა და შედულების შეერთებების უპერმეტულობა; 9. მილსადენის გაერთმთლიანობის უპერმეტულობა.

შემდეგი ეტაპისას, ზუსტდება მეთოდი და გამოიყენება კრიტერიუმი

$$\mathbf{G} = 101\mathbf{g} \left(\frac{\mathbf{y}}{\mathbf{D}} \right)^{-2} \text{ (ცხრილი 1). ამ დროს გვაქვს დაზუსტებული რიგი: } \mathbf{A} \text{ არეალი}$$

(ნახ. 71ბ): 7. ელექტროამდრავის მტყუნება; 3. საკეტის უპერმეტულობა; 4. საკეტის გადენის გადახრა; 2. მოძრავი და უძრავი შეერთებების უპერმეტულობა. **B** ზონაში გვაქვს რიგი: 5. „ჩაკეტვა-გაღების“ ფუნქციის შეუსრულება; 9. მილსადენის გაერთმთლიანობის უპერმეტულობა.

ამგვარად, მეთოდის მიზანი გამოიყენება გაზგამანაწილებელი ქსელის ეფექტურობის შემუშავებისა და განუწყვეტელი სრულყოფისათვის. ისიკავას დიაგრამა წარმოადგენს ინსტრუმენტს, რომელიც უზრუნველყოფს პრობლემისადმი ფიზიკური მიზეზების წარმოქმნის სისტემურ მიდგომას.

ამგვარად, მოქმედების გეგმა შემდეგშია: ცნობილი პარეტოს პრინციპის მიხედვით, არსებული მრავალი მიზეზებს შორის (ისიკავას დიაგრამას მიხედვით), გამოწვეული პრობლემების მხოლოდ ორი-სამი არის არსებითის გამოვლენა.

დასკვნა

1. შემოთავაზებულია გაზგამანაწილებელი ქსელების საიმედოობის კრიტერიუმი, რომელიც მომხმარებლებთან გაფორმებულ კონტრაქტებში გაზის მოცულობის და ფაქტობრივად მიწოდებული გაზის მოცულობის თანაფარდობას წარმოადგენს. კრიტერიუმი ინტეგრალურია, მასში შედის გაზსადენების, მოწყობილობისა და კომპანიის საექსპლუატაციო მომსახურების საიმედოობა და გაზის მოხმარების სახელშეკრულებო ვალდებულებების შესრულება.

2. გაზგამანაწილებელი ქსელების ელემენტების სტატისტიკური ანალიზი განხორციელდა ქ. თბილისის ოლიმპიური სოფელის მაგალითზე. ანალიზის შედეგების საფუძველზე ჩამოყალიბდა აღრიცხვის მონაცემები; წნევა; დიამეტრი; ჩალაგების ტრასა და ტოპოლოგია; ასაკი 5 წლის ინტერვალით, ნიადაგის კოროზიულობა და ა.შ.

3. პირველად შემუშავდა გაზგამანაწილებელი ქსელების მოხმარების პროგნოზირების მათემატიკური მოდელი თეორიის საფუძველზე, ანალიტიკური გაანგარიშებით და სიმულაციური მოდელირების პროგრამით. შემოთავაზებული მოდელი წარმოადგენს საავარიო სამსახურების მუშაობის გაუმჯობესების საფუძველს.

4. პირველად შესრულდა გაზგამანაწილებელი ქსელების გაზის ტექნიკური დანაკარგების თვისობრივი კვლევა და მოდელის შეფასება. პირველად დადგენილია მტყუნების აღდგენების ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ალბათობის ფუნქცია, რომელიც აღიწერება სეკანსის კანონის ფუნქციით, ან მონაკვეთებით-ტეხილი შუმანის ფუნქციით.

5. ისიკავას დიაგრამის აგება და მტყუნებების რანჟირება გვიჩვენებს, რომ გაზგამანაწილებელი ქსელის მოცემული მტყუნებები განიხილება პირველ რიგში, რათა მოხდეს დაზიანების აღმოფხვრის ღონისძიებები. ჩვენს მიერ ნაჩვენებია, რომ საწარმოო პროცესის სრულყოფის ეტაპების რეალიზაციის ეფექტურობის კრიტერიუმით გამოიყენება დინამიკური

კომპლექსური მახასიათებელით. აღნიშნული მეთოდით და გამოყენებული ერთეულოვანი მახასიათებლებით: საკონტროლო ფურცელი, ისიკავას მიზეზ-შედეგობრივი და პარეტოს დიაგრამა, ჰისტოგრამა, განხვევის დიაგრამა, კონტროლის გრაფიკი და ექსპერტული ანალიზი.

6. ნაშრომში შემუშავებულია რეკომენდაციები და კონკრეტული წინადადები შპს “სოკარ ჯორჯია გაზის” და სხვა ორგანიზაციებისათვის. კვლევების შედეგების პრაქტიკაში დანერგვა საშუალებას იძლევა შემუშავებულ იქნას, მეცნიერულად დასაბუთებული გეგმა სხვადასხვა ორგანიზაციებისათვის. წარმოდგენილი შედეგები რეკომენდირებულია გაზგამანაწილებელი ქსელების ობიექტებზე, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის შესაბამისი საქართველოს ნორმატიული დოკუმენტაციის მათ შორის, უსაფრთხოების ტექნიკური რეგლამენტის და გაზგამანაწილებელი ქსელების უსაფრთხოების წესების შექმნისათვის.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული შრომები

1. ნამგალაძე დ., გაგუა გ. საშუალო წნევის გაზსადენის გაზის მოხმარების პროგნოზირების ალბათური მახასიათებლების დადგენა. "ენერჯია", 2017, № 1(81), გვ. 18-24.
2. გაგუა გ. საშუალო წნევის გაზგამაწილებელი ქსელის ტექნიკური დანაკარგის თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი. "ენერჯია", 2018, №1(85), გვ. 29-36.
3. ნამგალაძე დ., შატაკაშვილი ლ., გაგუა გ. გაზგამაწილებელი ქსელის დაზიანებების თვისობრივი კრიტერიუმების მეთოდის და აღმოფხვრის დადგენა. "ენერჯია", 2018, №4(88), გვ.5-11.
4. ნამგალაძე დ., შატაკაშვილი ლ., გაგუა გ. გაზგამაწილებელი სისტემის საიმედოობის ანალიზი მარკოვის პროცესებით. „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“-GEN, 2018, №2, გვ. 28-34.

მოხსენებები საერთაშორისო კონფერენციებზე:

1. გაგუა გ. გაზგამაწილებელი ქსელის ტექნიკური დანაკარგის დადგენა და ანალიზი. სტუ-ის სტუდენტთა 86-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისების კრებული. თბილისი, 2018 წ., გვ.67.

Resume

Computer software, economic and mathematical techniques are used to solve the theoretical and practical problems for optimizing the gas distribution network of urban areas. The main problem is both deterministic and probabilistically definite properties.

However, the results of analysis of the initial data in the field of optimization of gas distribution networks using the statistical data shows that the deterministic approach is imaginary. It does not allow us to take into account all possible deviations of technical and economic parameters for optimal solutions.

It is necessary to provide the use of the technical and economic indicators for designing and reconstructing the gas distribution network in order to prove the inaccuracies of information in consideration of its objective properties.

The use of methodological provisions, with its economic-mathematical aspects and computer calculations, using the analytical methods of determination of probabilities gives a substantial economic effect.

A probabilistic analytical method developed in the work and principally new adopted analytical images allow us to assess the economic losses of the state and gas industry enterprises. This method enables us to develop the priority directions in the service and determines the relevant sequence of restriction of gas supply to consumers until the loss is minimized.

In order to improve gas management, e.g. for operational prediction, the mathematical modeling is used, the process of probability of gas consumption by the main factors – outdoor air temperature, wind speed and gas consumption through the pipeline; the logical-combined model of the short-term prediction of the initial successive data, the sliding and exponential models were created, and the appropriate computer software was developed.

The dissertation work consists of: the introduction, five sections (with relevant subsections), conclusion, list of drawings and tables and references. The work includes the characteristics of distribution of probabilities in gas distribution networks, prediction of uneven consumption of gas supply and the quality of service and risk analysis of the natural gas distribution network.

The mode of gas consumption by the population of the cities and villages along the main gas pipeline is a major factor determining the mode of operation of the gas consumption system. Consumers use large quantities of gas for various purposes, which predetermine various methods of gas consumption. The sharp changes in gas consumption are frequent, in particular the process is determined by the following factors: the enterprise operating mode and climatic conditions. Gas flow changes are also taken in consideration: daily, monthly and perennial.

Several important tasks are performed in the work: in particular, the study of reliability and safety method in the natural gas distribution network, for which the probability parameters of corrosive defects are established; measures for reduction of technological costs and technical losses in natural gas supply networks; according to the natural data of the gas distribution industry, the method of smoothing the prediction series of natural gas consumption is determined; also the probability characteristics of the gas distribution facility are established. The obtained data create the database which has not been yet available.

The objective nature of the inaccuracy of the initial information requires a fundamental review of certain issues, which implies not only the optimization of the gas supply systems, but also other factors.

The work reviews the principles of determining the losses of gas with consumers and their methods.

According to the references, the main problem is that the technical and economic indicators do not provide for the primary information inaccuracies and their probabilities in the optimization of gas distribution networks,

The work deals with the qualitative analysis of the gas distribution network, in particular the construction of the Ishikawa diagram and the ranking of faults. This analysis shows that the faults in the gas distribution network should be considered first of all to implement the damage elimination measures. We've shown that in order to improve the production process, the effectiveness criterion of gradual realization is used with a dynamic complex feature. The following characteristics are used for those methods: checklist, Ishikawa's causal diagram and Pareto chart, histogram, scatter chart, control chart and expert analysis.

The dissertation work considers and identifies the problem of rational development of urban gas supply system. In this work, the method of predicting the occurrence of emergencies (accidents) has been developed, which is practically used. An algorithm of practical implementation is developed, which comprises the following stages: main stages of existing risk assessment methods based on the synthesis of expert and probability approaches to the analysis and prediction.