



მართვის და კონტროლის სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის

ტოლია კილასონია¹, აკაკი გიგინიშვილი², მარეხ მაზანაშვილი³

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, 995577979481, tkilasonia1989@gmail.com;

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის უფროსი, პროფესორი, 995577411222, gigineishviliakaki08@gtu.ge;

³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, +995577091442, marekhi1978@gmail.com

აბსტრაქტი:

მოცემული სტატია აღწერს მეწყერსაშიში ზონების მართვისა და კონტროლის სისტემას. სტატიაში განხილულია ინტელექტუალური ტექნოლოგიების გამოყენება ინფორმაციული ტექნოლოგიების კონტექსტში და მათი მნიშვნელობა. ასევე, აღწერილია მეწყერის წარმოშობისა და აღმოჩენის მეთოდები, მათ შორის ინკლინომეტრული, გეოდეზიური, ლაზერული და ოპტიკურ ბოჭკოვანი სისტემები. სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია საქართველოს მეწყერსაშიში ზონების პრობლემებზე და მათი გადაჭრის გზებზე, მათ შორის მოქნილი ადრეული შეტყობინების სისტემების შექმნაზე. ასევე, განხილულია გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენება მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგისთვის.

ნაშრომი დეტალურად განიხილავს მეწყერის წარმოშობისა და აღმოჩენის მეთოდებს, როგორებიცაა ინკლინომეტრიული გაზომვები, გეოდეზიური მეთოდები, ლაზერული და ოპტიკურ-ბოჭკოვანი სისტემები. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა არსებული სისტემების ხარვეზებს, როგორცაა მაღალი ღირებულება და მოუქნელობა, რაც საქართველოს რელიეფის მრავალფეროვნებიდან გამომდინარეობს. ავტორების მიერ შემუშავებული სისტემა მიზნად ისახავს მოქნილი და დაბალფასიანი ადრეული შეტყობინების სისტემის შექმნას, რომელიც საშუალებას მისცემს ქვეყნის კრიტიკულ უბნებში ბუნებრივი საფრთხეების დროულად აღმოჩენას.

შედეგად მიღებული სისტემა მოიცავს ნიადაგის წანაცვლების, დახრილობისა და დეფორმაციის გაზომვას ჰოლის სენსორების მეშვეობით, რომლებიც მონაცემებს აგზავნიან ცენტრალურ სერვერზე GIM ტექნოლოგიის გამოყენებით. მონაცემთა ანალიზი ხორციელდება სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით, რაც საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს ინდივიდუალურად და დროულად შეაფასონ რისკები.

გარდა ამისა, ნაშრომი ხაზს უსვამს გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების მნიშვნელობას რელიეფის ანალიზისა და მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგის პროცესში. გამოყენებული ტექნოლოგიები უზრუნველყოფს ეფექტურ განხორციელებას მრავალ სფეროში, როგორცაა გეოლოგიური ანალიზი, ინფრასტრუქტურის მართვა და უსაფრთხოების გაუმჯობესება.

ჩატარებულმა კვლევამ საფუძველი ჩაუყარა ინოვაციური სისტემის შექმნას, რომელიც შეესაბამება საქართველოს გეოლოგიურ და კლიმატურ სპეციფიკას, რითაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს საზოგადოების უსაფრთხოებას და რეგიონალურ მდგრადობას.

საკვანძო სიტყვები: მეწყერსაშიში ზონები, მართვის სისტემა, კონტროლის სისტემა, მეწყერის წარმოშობა, მეწყერის აღმოჩენა, ადრეული შეტყობინების სისტემა, ჰოლის სენსორი, ჰოლის ეფექტი.

4. მართვის და კონტროლის სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის

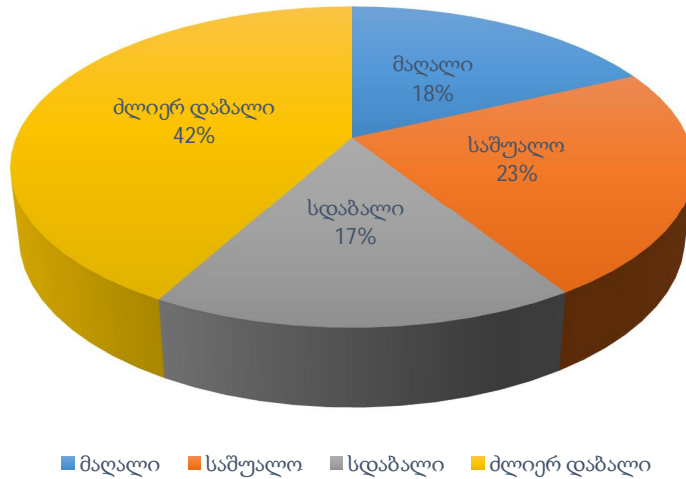
ინფორმაციის გადამუშავების მთავარი ამოცანა არსებული გამოცდილების საფუძველზე მომავლის პროგნოზირებაა, რაც იმთავითვე ინტელექტუალური სისტემების გამოყენებით ხორციელდება. აღნიშნული სისტემები საზოგადოებასთან და იმ ამოცანებთან ერთად ვითარდება, რომლებიც ამ საზოგადოების წინაშე კონკრეტულ ვითარებაში წამოიჭრება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები, ინფორმაციული ტექნოლოგიების მეტად მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ და მათ გარეშე ინფორმატიზაცია აზრს დაკარგავდა. ინტელექტუალური სისტემები ფუნქციებს ადამიანის პროგრამულ-გამომთვლელი და აპარატიული კომპლექსის ძალისხმევით ასრულებენ. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები შეიძლება ინტელექტუალური სისტემების შემადგენელ ნაწილად იქნას განხილული. ისინი, არსებითად, მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების იმ ერთობლიობას წარმოადგენენ, რომელთა მეშვეობითაც, სათანადო ალგორითმისა და პროგრამების საფუძველზე, ავტონომიურ რეჟიმში ადამიანის ინტელექტის მოდელირება ხდება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები ანალიტიკური ტექნოლოგიების განვითარების ერთ-ერთი ბოლო ეტაპთაგანია. ანალიტიკურ ტექნოლოგიებს უწოდებენ მეთოდიკებს, რომლებიც ცნობილ მონაცემებზე დაყრდნობით უცნობი მახასიათებლებისა და პარამეტრების მნიშვნელობის განსაზღვრის შესაძლებლობას მოძელების, ალგორითმებისა და მათემატიკური თეორემების საფუძველზე იძლევიან. ანალიტიკური ტექნოლოგიები, პირველ რიგში, იმ ადამიანებს ესაჭიროებათ, რომლებიც გადაწყვეტილებებს იღებენ: ხელმძღვანელებს, ანალიტიკოსებს, ექსპერტებს, კონსულტანტებს. შედეგებს დიდად განაპირობებს გადაწყვეტილების ხარისხი - პროგნოზების სიზუსტე, ამორჩეული სტრატეგიის ოპტიმალურობა. თანამედროვე ანალიტიკური ტექნოლოგიების საშუალებით აგებული სისტემები გადაწყვეტილებების ეფექტიანობას არსებითად ამაღლებენ. გავანალიზოთ სხვადასხვა პრაქტიკული შემთხვევისათვის ინტელექტუალური ტექნოლოგიებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. შევჩედეთ რამდენიმე შემთხვევაზე. მაგალითად, უსაფრთხოების სიტემები. რომლებიც ტექნოგენური, ეკოლოგიური, ეპიდემიოლოგიური და სხვა ანალოგიური ფაქტორებისგან გვიცავენ, უკიდურეს შემთხვევაში, ასეთი ფაქტორების ზემოქმედების მინიმიზაციას ახდენენ. ასეთი უსაფრთხოების სისტემების ფუნქციონირება

დაკავშირებულია მართვის მრავალი მიზნის ანალიზთან, მხარდაჭერის სისტემების სტრუქტურულ-ფუნქციურ სინთეზთან, გადაწყვეტილებების მიღებასთან, უკუკავშირთან, ადაპტაციასა და ოპტიმიზაციასთან, ფუნქციონირებასა და გარე პირობების ინტელექტუალურ მონიტორინგთან, მართვის სისტემის რესტრუქტურისა და მის სრულ რეინჟინერინგამდე.

იმისათვის, რომ შეგვექმნა სისტემა, მოწყობილობა, რომელიც გააკონტროლებდა და მეწყერსაშიშ ზონებს, აუცილებელი იყო ამ სფეროში ცოდნის ამოღება ექსპერტებისაგან. კერძოდ, ექსპერტული სისტემის შემუშავებისთვის აუცილებლობას წარმოადგენს დარგში ცოდნის მიღება, მოცემული სფეროს ექსპერტებთან ერთად მუშაობა, პრობლემის იდენტიფიცირება, ცოდნის ინჟინერიაზე მუშაობის გაწევა, საკითხის ფორმულირება. რის შემდეგ ხდება პროტოტიპირ რეალიზაცია, პროგრამისტების ჩართვა, ტესტირება და სხვა მნიშვნელოვანი ეტაპების რეალიზაცია იმისათვის რომ გამზადებული პროექტი მომხმარებელამდე მივიტანოთ. ჩვენი პროექტი შეეხებოდა მეწყერსაშიშ ზონებს, ამიტომ აუცილებელი გახდა ამ სფეროში საგნობრივი ცოდნის ამოღება.

როგორც შევისწავლეთ, მეწყერი ეს არის მიწის მასების ან ქანების ფენის მოწყვეტა და გადაადგილება მთის კალთაზე ან ფერდობზე სიმძიმის ძალის გავლენით. ის უფრო ხშირად იქ წარმოიქმნება, სადაც წყალშემკავებელი თიხოვანი და წყლიანი ქანები ერთმანეთს ენაცვლება და შრეთა დაქანება კალთის დაქანების თანხვედრილია. მისი მიზეზია ქანების წონასწორობის დარღვევა, რასაც იწვევს ფერდობის ძირის გამორეცხვა, გამოფიტვის ან გადამეტებული ტენიანობის გამო ქანების სიმტკიცის შესუსტება, სეისმური ბიძგები და სხვა. მეწყერებისა და ღვარცოფების თვალსაზრისით, საქართველო მაღალი რისკის ზონაა. მაგალითია, რიკოთში მოულოდნელად მოვარდნილი ღვარცოფი. დევდორაკზე მომხდარი მეწყერი რომელმაც რამოდენიმე ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და მილიონობით ლარის ზარალი მიაყენა ქვეყანას, 2023 წელს მოვარდნილი ღვარცოფი შოში რომელმაც ადამიანების სიცოცხლე იმსხვერპლა და თითქმის განადგურა შოვი. 2018 წლის მონაცემებით გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა ასე გამოიყურება

გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა ასე გამოიყურება



სურათი 11.1. გეოლოგიური პროცესების საშიშროების ქვეშ მოქცეული დასახლებული პუნქტების რაოდენობა

4.1. მეწყერის წარმოშობის და აღმოჩენის მეთოდები

ექსპერტებთან მუშაობისას გამოვკვეთეთ მეწყერის წარმოშობის და აღმოჩენის რამდენიმე მეთოდი:

ძვირადღირებული ინკლინომეტრული მეთოდი- ინკლინომეტრიული გაზომვები ფართოდ გამოიყენება მეწყერების, საყრდენი კედლების, წყობის და იმ ადგილებში, სადაც აუცილებელია მიწის ღრმა დეფორმაციების გაზომვა. გრუნტის ღრმა დეფორმაციების სიდიდე გამოითვლება არაპირდაპირი გზით ჭაბურღილზე დამონტაჟებული ინკლინომეტრის გარსაცმის დახრილობის სხვაობის გამოყენებით. ინკლინომეტრები გამოიყენება ჰორიზონტალური მოძრაობების გასაზომად სხვადასხვა დონეზე, როგორც წესი, დედამიწის შვესების შიგნით. ფერდობების მონიტორინგისთვის გამოიყენება ინკლინომეტრები, რაც მიუთითებს მოძრაობაზე ფერდობზე მანამ, სანამ ის ფერდობის ზედაპირზე ჩანს. ინკლინომეტრები ხშირად ძალიან წარმატებული აღმოჩნდა მოძრაობის ზონების და ზომის, სიჩქარისა და მოძრაობის მიმართულების ამოცნობაში არა მხოლოდ ფერდობებზე, არამედ სანაპიროებზე და ა.შ. არსებობს რამდენიმე ტიპის ინკლინომეტრები და თითოეულ ტიპს აქვს ვარიაციები, რომლებიც წარმოებულია სხვადასხვა მწარმოებლის მიერ. თუმცა ზუსტი კლინომეტრიის ძირითადი პრინციპი იგივეა. ჭაბურღილში დამონტაჟებულია გზამკვლევი მილი და წინასწარ განსაზღვრული ინტერვალებით იზომება სახელმძღვანელო მილის დახრილობა ვერტიკალიდან. იგი იზომება ქანქარის გამოყენებით, რომელიც ჩასმულია წყალგაუმტარ ზონდში. ზონდი ქვეითდება მილის მეშვეობით. ქანქარის დახრილობა იზომება ელექტრონული მოწყობილობების გამოყენებით, რომლებიც ძალიან ზუსტია. გაზომვის

შედეგები განისაზღვრება საზომი ხელსაწყოს (ინკლინომეტრიული ზონდი) ამოღებით. გაზომილი მნიშვნელობების შეფასების შემდეგ დგინდება პროფილის მიმდინარეობა, თუ შევადარებთ პროფილებს სხვადასხვა გაზომვებიდან, შეგვიძლია შევაფასოთ ცვლის მიმართულება და ზომა მონიტორინგის პერიოდისთვის კეთდება ჭაბურღილი, რომლის სიღრმე მეწყერის ცურვის სიბრტყის ქვემოთ მდებარეობს. შემდგომ მოცემულ სიღრმეზე უშვებენ მილს ინკლინომეტრით. მეთოდი გულისხმობს, რომ მილის ქვედა ბოლო უძრავად იყოს დამაგრებული. მეთოდი გამოირჩევა სიზუსტით, მაგრამ გარემოს და რელიეფის წინასწარ კვლევებს მოითხოვს და ძვირადღირებულია.

გეოდეზიური მეთოდი (ზედაპირული მეთოდი)-გეოდეზიური ხელსაწყოებით ხდება კოორდინატების დადგენა. მეთოდი არაეფექტურია რადგან ის მოითხოვს ღია გარემოს, და მოითხოვს პერიოდულ მონიტორინგს. ლაზერული მეთოდი მეთოდის არსი: გასაკონტროლებელ ზონაში დგება რამოდენიმე ლაზერი. გარკვეულ მანძილზე დგება სარკეები ან პრიზმები (ე.წ. სამიზნეები) საიდანაც ხდება სხივის გადახრის კონტროლი. მეთოდი არაეფექტურია ტყიან გარემოში, ნისლიან ამინდში, ხოლო წვიმისა და თოვლის დროს მისი შესაძლებლობები მეტად შეზღუდულია. ოპტიკურ ბოჭკოვანი სისტემა კეთდება 30-40 სანტიმეტრი სიღრმის თხრილი რომელშიც ათავსებენ ოპტიკურ კაბელს და ზომავენ მის დაჭიმულობას. არხის სიგრძე შეიძლება იყოს რამოდენიმე ათეული კილომეტრი. გამოკვეთით პრობლემები და გადაჭრის გზები:

პრობლემა: არსებული შეტყობინების სისტემები მოუქნელი და ძვირადღირებულია. საქართველოს მრავალფეროვანი რელიეფის გამო, კონკრეტული უბანი კონკრეტულ კონფიგურაციას მოითხოვს, რაც იმას ნიშნავს, რომ არსებული სტანდარტული სისტემების გამოყენება, დიდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

გადაჭრის გზები: გამოსავალი შექმნილი სიტუაციიდან არის მოქნილი ადრეული შეტყობინების სისტემების საქართველოში კონსტრუირება და წარმოება, რაც ათეულჯერ იაფი დაუჯდება სახელმწიფოს და გვექნება შესაძლებლობა მოვიცვათ ბუნებრივი საფრთხეების ყველა კრიტიკული უბანი. [1,2,]

ჩვენს მიერ შემუშავებული შეტყობინების სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის უზრუნველყოფს:

1. გრუნტის წანაცვლების და ფარდობითი დახრილობის გაზომვას;
2. კონსტრუქციის დეფორმაციის და ამობურცვის გაზომვას;
3. ინფორმაციის ცენტრში გადაცემას და ვიზუალიზაციას.

სენსორების გრუნტში დამონტაჟებისას მათი ჩვენება მიიღება საწყისად (საყრდენად). სხვაგვარად, რომ ვთქვათ, ჩვენ გვიანტერესებს ცვლილება საწყისი მდგომარეობის მიმართ. სადაც X_0 საწყისი მნიშვნელობებია. ხოლო X , მიმდინარე მნიშვნელობები, ხოლო dx , მათი ცვლილების აბსოლუტური მნიშვნელობებია. პროგრამაში გათვალისწინებულია ცვლილებების მაქსიმალური ზღვრული მნიშვნელობის რეგულირება. რადგან ნიადაგში ყოველთვის შეინიშნება ფლუქტუაციები, უგულებელყოფილი უნდა იყოს სისტემის მიერ,

ხოლო თუ ცვლილება გადააჭარბებს დადგენილ საზღვარს, სისტემა ამ შემთხვევაში იძლევა საგანგაშო შეტყობინებას, რომელსაც, მიიღებს როგორც ცენტრალური სერვერი, ასევე მიმდებარე ტერიტორიაზე დარეგისტრირებული მოსახლეობა. ინფორმაციის გადაცემას სისტემის საშუალებით. აღნიშნული შეტყობინების სისტემა მოითხოვს ძალიან მცირე ენერგიას. გრუნტის ზედაპირზე (მცირე სიღრმის თხრილში) განლაგებულია მაგნიტები. მაგნიტების ზემოთ რამოდენიმე მილიმეტრის დაშორებით მაგრდება ჰოლლის სენსორები. გრუნტის ზედაპირის ცვლილება იწვევს მაგნიტური ველის ცვლილებას რასაც აღითქვამს სენსორი. ჰოლის სენსორი თავისუფალია ყოვლევარი მავნე ფლუქტუაციებისაგან, გამოირჩევა მაღალი საიმედოობით და სიზუსტით. თუ გარკვეული ინდუქციის მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ ნახევარგამტარის ან გამტარის ფირიტას, რომელშიც გადის დენი, მაშინ მოძრავი დამუხტული ნაწილაკები, ლორენცის ძალის გავლენით გადაადგილდებიან მოძრაობის მართობულად, რის შედეგადაც ფირფიტის მართობულ ბოლოებზე გაჩნდება ძაბვა.

ჰოლის სენსორი არის მაგნიტოელექტრული მოწყობილობა, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია ჰოლის ეფექტზე და რომელიც განკუთვნილია ძირითადად მაგნიტური ველების სიდიდის გასაზომად, ასევე ელექტრომაგნიტური ველების გამოყენებით სხვადასხვა გადამყვანების შესაქმნელად.

ჰოლის ეფექტი მდგომარეობს იმაში, რომ როდესაც მაგნიტურ ველში დენის მქონე გამტარი ფირფიტა (ნახ. 1) მოთავსებულია, ფირფიტაში წარმოიქმნება ელექტრული ველი დენის პერპენდიკულარული მიმართულებით და, შესაბამისად, ძაბვა - ჰოლის ძაბვა. ეფექტს ეწოდა მეცნიერის ედვინ ჰოლის სახელი, რომელმაც აღმოაჩინა ეფექტი.

Рис.2

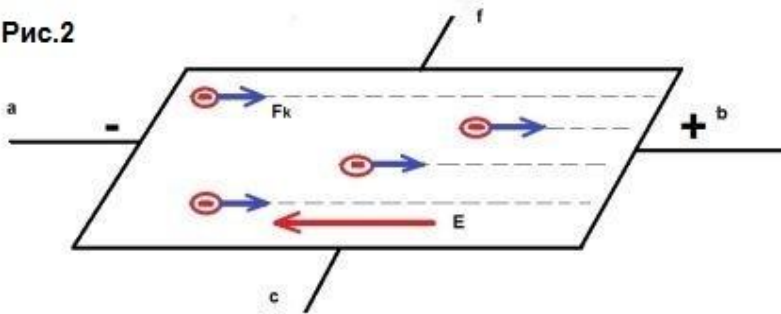
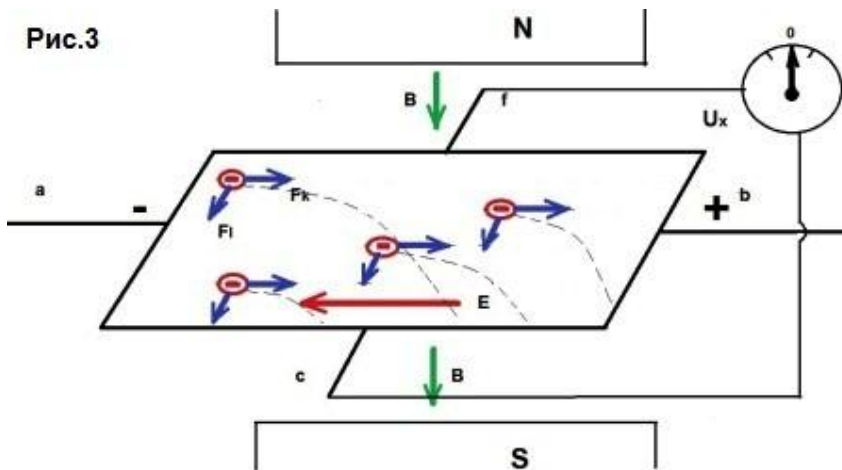
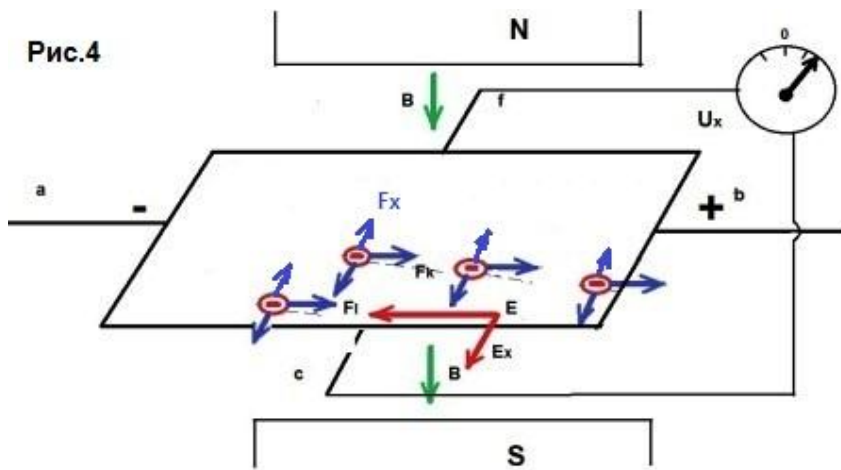


Рис.3





ჩვენ ვივარაუდებთ, რომ ფირფიტაში თავისუფალი მუხტის მატარებლები არიან ელექტრონები და ისინი უზრუნველყოფენ ფირფიტის გამტარობას. მაგნიტური ველის არარსებობის შემთხვევაში ელექტრონები მოძრაობენ ძაბვის წყაროს ელექტრულ ველში E კულონის ძალის გავლენით ($F_k = eE$, e არის ელექტრონის მუხტი) მთლიანობაში სწორხაზოვნად დადებითი მიმართულებით. ელექტროდი (ფილაში ძაბვის წყაროს ელექტრული ველის E მიმართულების საწინააღმდეგოდ) (ნახ. 2). B ინდუქციური მნიშვნელობის მქონე მაგნიტური ველის გამოჩენის შემდეგ, ლორენცის ძალა ($F_l = eVB$) იწყებს მოქმედებას V სიჩქარით მოძრავ ელექტრონებზე და ცვლის მათ ტრაექტორიას, აახლოებს წრეს, გადააქვს ელექტრონები ერთამდე. ფირფიტის სახეები (სურ. 3). ელექტრონების გადახრა ხდება მანამ, სანამ ჰოლის ველის კულონის ძალა F_k არ დააბალანსებს ლორენცის ძალას F_l .

ამრიგად, ელექტრონების ჭარბი რაოდენობა გროვდება ფირფიტის ერთ-ერთ პირთან ახლოს და იგი უარყოფითად არის დამუხტული საპირისპირო სახესთან შედარებით. არსებობს ელექტრული ველი E_x (ჰოლის ველი) და, შესაბამისად, მოპირდაპირე სახეების ელექტრულ კონტაქტებზე, ჰოლის ძაბვა U_x (დარბაზის EMF) (ნახ. 4).

ფირფიტაში კინეტიკური ფენომენების გათვალისწინებით, შეგიძლიათ მიიღოთ ფორმულა, რომელიც განსაზღვრავს ჰოლის ძაბვის მნიშვნელობას:

$$\varepsilon_x \approx U_x = A/ne \cdot IB/d, (1)$$

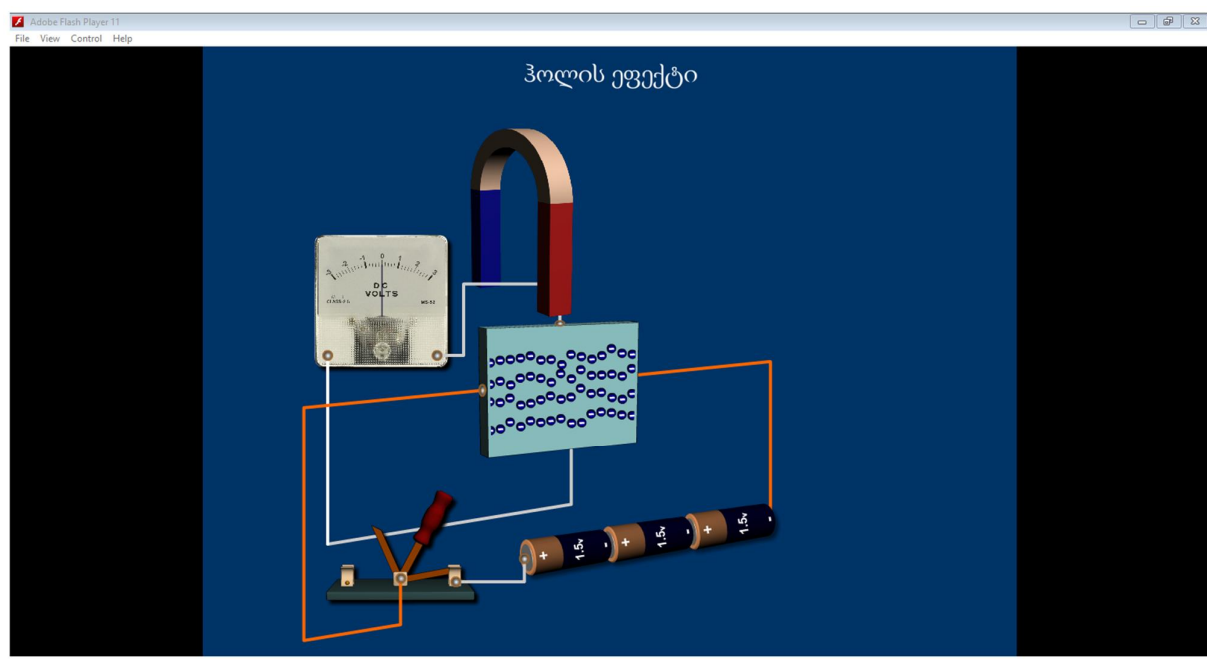
სადაც კოეფიციენტი $A \approx 1 \div 2$ (დამოკიდებულია გაფანტვის მექანიზმზე), n არის მუხტის მატარებლების კონცენტრაცია, I არის მიმდინარე მნიშვნელობა, d არის ფირფიტის სისქე.

ფორმულის (1) უფრო დეტალური ანალიზი აჩვენებს, რომ სენსორის ფირფიტის მასალის პრაქტიკულად მთავარი პარამეტრი, რომელიც განსაზღვრავს ჰოლის სენსორის მგრძობელობას ($\gamma = \Delta U_x / \Delta B$) არის დენის მატარებლების μ ($I = nev$). ამიტომ, ჰოლის სენსორების მგრძობიარე ელემენტები დამზადებულია ნახევარგამტარული მასალებისგან

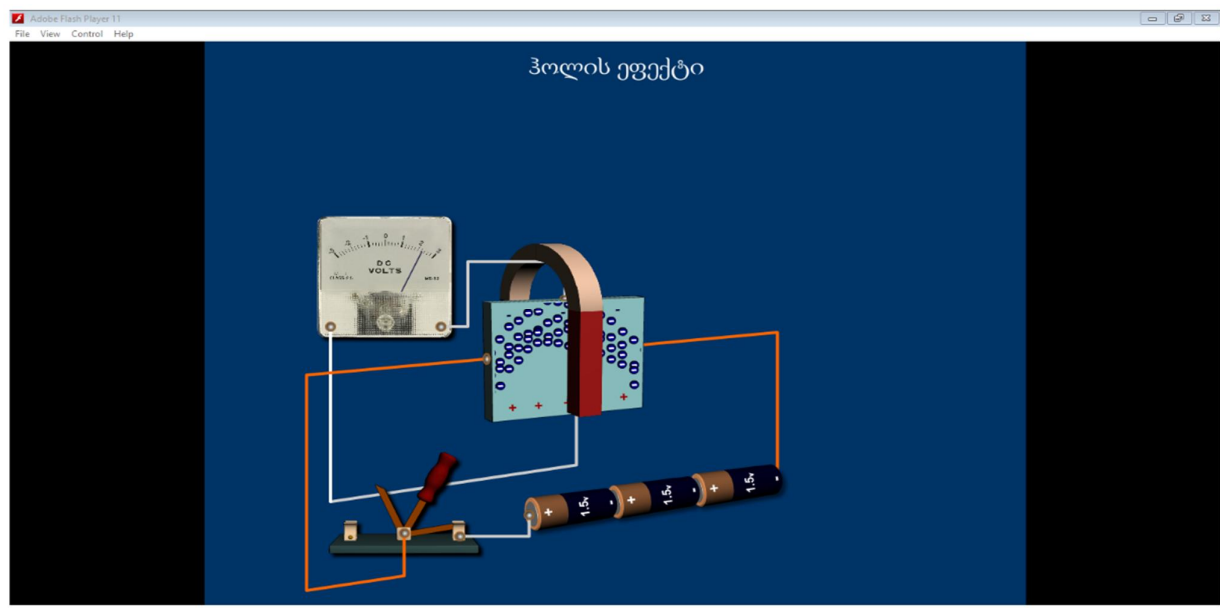
დენის მატარებლების მაღალი მობილურობით: InSb, GaAs, Si, Ge. ზოგიერთისთვის მობილურობამ შეიძლება მიაღწიოს ათიათასობით cm^2/V წმ-ს.

ჰოლის სენსორების სენსორული ელემენტები დამზადებულია სხვადასხვა ფორმის ფირფიტების სახით ოთხი საკონტაქტო ბალიშებით და ელექტრული მილებით. ფირფიტის ფორმა შეიძლება განსხვავებული იყოს. ყველაზე ხშირად ახლოს ჯვარცმული (სურ. 5). ფირფიტის ზომები გავლენას ახდენს მგრძობელობაზე, მახასიათებლის წრფივობაზე. ამიტომ, ზომები ოპტიმიზირებულია სენსორის შემუშავებისას. როგორც წესი, სენსორული ელემენტის სიგრძე მინიმუმ სამჯერ არის სიგანეზე.

ამჟამად, წარმოებაში გამოიყენება მიკროელექტრონული პლანშეტური ტექნოლოგიები, რაც შესაძლებელს ხდის შექმნას მგრძობიარე ელემენტები სამუშაო ფართობის ზომით $100 \times 100 \mu\text{m}$. თანამედროვე ჰოლის სენსორების მგრძობელობამ შეიძლება მიაღწიოს რამდენიმე ათას mV/T -ს.

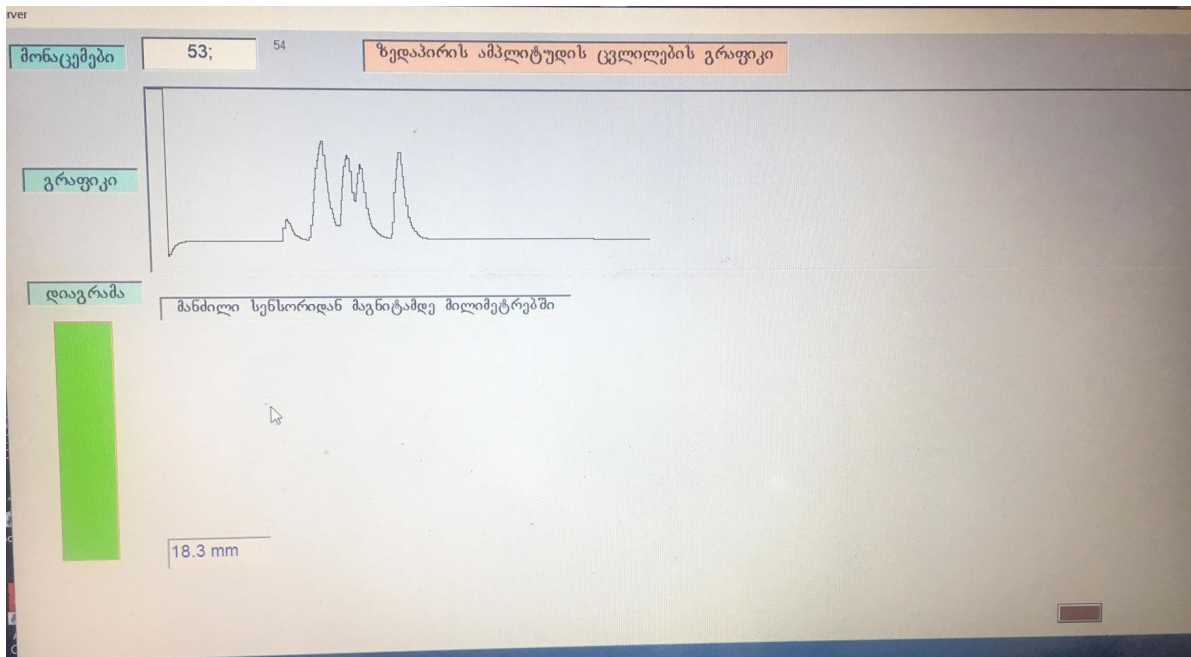


სურათი 11.2. ჰოლის ეფექტი



სურათი 11.3. ჰოლის ეფექტი

ჩვენს მიერ ჩატარებული გაზომვებით დავადგინეთ, რომ სენსორის სიზუსტე 50 – 100 მიკრონია. რაც იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგის ზედაპირის ამობურცვა ან ჩაბურცვა ისეთი მცირე სიდიდით როგორცაა 50 მიკრონი, აღირიცხება ჩვენი მოწყობილობის მიერ. ჩვენს მიერ შექმნილი სენსორის სატესტო სტენდი, გვაძლევს საშუალებას დავაკვირდეთ მაგნიტური ველის ცვლილების დამოკიდებულებას სენსორსა და მაგნიტს შორის მანძილზე. სტენდი წარმოადგენს ელასტიური ქსოვილის ზედაპირს, რომელზეც ვრცელდება განივი ტალღა. ქსოვილის ზედაპირის სიმაღლის (ამპლიტუდის) ცვლილება იწვევს მაგნიტსა და სენსორს შორის მანძილის ცვლილებას და შესაბამისად მაგნიტური ველის ინტენსიობის ცვლილებას სენსორის ზედაპირზე. სენსორიდან მოხსნილი სიგნალი გადაეცემა როგორც ცენტრალურ სერვერს ასევე პლანშეტებს. პლანშეტებში ჩატვირთული აპლიკაცია საშუალებას გვაძლევს ინდივიდუალურად დავაკვირდეთ და შევისწავლოთ მეწყერსაშიშ ზონაში მიმდინარე პროცესები. ცენტრალური სერვერის ინტერფეისი გვაძლევს საშუალებას დავაკვირდეთ ნიადაგის ზედაპირის ამპლიტუდის ცვლილების გრაფიკს, ასევე მონაცემებს და სენსორსა და მაგნიტს შორის მანძილის ცვლილების დიაგრამას. [1,2,8]



სურათი 11.4. პროგრამის მუშაობის დიაგრამა

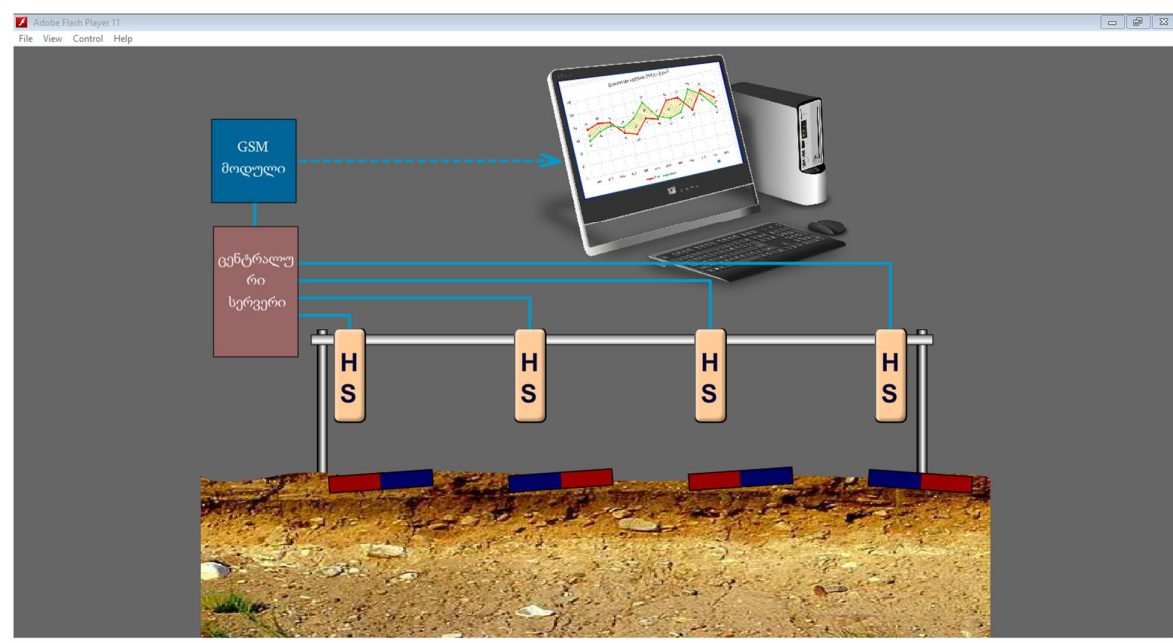
პროექტის ფარგლებში გამოყენებული იქნა გეოინფორმაციული სისტემები გეოინფორმაციული ტექნოლოგიები - გეოინფორმატიკის მიღწევათა პრაქტიკული გამოყენების მეთოდებისა და ხერხების ერთობლიობა სივრცითი მანიპულირების, წარმოდგენისა და ანალიზისათვის. გეოინფორმატიკის ცნებას, თავის მხრივ, სხვადასხვაგვარი (ე. ი. რთულად ორგანიზებულ) მონაცემების დიდ მოცულობათა შეგროვების, ორგანიზების, ეფექტიანი შენახვისა და ანალიზის მეთოდებსა და საშუალებებს უკავშირდება. გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციფიკა ისაა, რომ შესაბამისი სისტემები განხილული უნდა იქნას როგორც სპეციფიკური პროგრამული უზრუნველყოფისა და სპეციალურად (საკმაოდ არატრადიციული სახით) ორგანიზებულ მონაცემთა ერთობლიობა. ამჟამად გის-ების გამოყენების სფეროთა რაოდენობა მუდმივად იზრდება. ამასთან, ყოველი კონკრეტული სფერო გის-ების გამოყენების თავისი სპეციფიკური მოთხოვნილებებით, პრაქტიკული გამოყენებისა და დანერგვის თავისებურებებით ხასიათდება. ჩამოვთვალოთ გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენების სფეროები:

- მიწის რესურსების მართვა, მიწის კადასტრები.
- განაწილებული საწარმოო ინფრასტრუქტურის ობიექტების განლაგების ინვენტარიზაცია, აღრიცხვა, დაგეგმვა და მართვა.
- დაპროექტება, საინჟინრო ძიება, ქალაქმშენებლობისა და არქიტექტურის დაგეგმვა.
- თემატური კარტოგრაფირება ნებისმიერ სფეროში.
- სახმელეთო, აერო და ჰიდრონავიგაციური კარტოგრაფირება და სახმელეთო, საჰაერო და წყლის ტანსპორტის მართვა.
- დისტანციური ზონდირება.

- ბუნებრივი რესურსების მართვა და ბუნების დამცავი მოღვაწეობა.
- გადაზიდვების დაგეგმვა და მართვა (ლოგისტიკა) ;
- მარკეტინგი და ბაზრის ანალიზი.
- ტერიტორიების განვითარების მართვა და დაგეგმვა.
- უსაფრთხოება, სამხედრო საქმე,
- სოფლის მეურნეობა. [2]

ჩვენ გავამახვილეთ ყურადღება შენდეგ საკოხზე:

ადგილმდებარეობის რელიეფის ანალიზი. რელიეფის მოდელების გამოყენება საჭიროა შემდეგი პრობლემების გადაწყვეტის დროს: საგანგებო მდგომარეობათა ანალიზი (წყალშეკრების გამოთვლა, მოსული ნალექების მოცემული მნიშვნელობისთვის ან მოცემული სისქის ფენის მქონე თოვლის დნობის შემთხვევაში), გრუნტის გადაზიდვის დაგეგმვა (წასაღები/ამოსათხრელი ან მოსატანი/ჩასაყრელი ნიადაგის მოცულობის გამოთვლა), გეოლოგიური ამოცანები (მოცემული რელიეფის წარმოქმნის ისტორიის დადგენა) და ა.შ.



სურათი 11.5. მოწყობილობის დამონტაჟება მეწყერსაშიშ უბანზე

სურათზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამონტაჟებული მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი, კერძოდ ნიადაგში მოთავსებულია მაგნიტი და ჰოლის სენსორები რომელთა რაოდენობა ამ ეტაპზე არსებული დასაფარი ზონიდან გამომდინარე შეადგენს 4 სენსორს და ეს ოთხი სენსორი I2C Communication პროტოკოლის საშუალებით უგზავნის ინფორმაციას სერვერს და სერვერი GSM მოდულის საშუალებით აგზავნის სამეთვალყურეო დაწესებულებაში სადაც პროგრამა ახდენს მიღებული მონაცემების ანალიზს და ანალიზის საფუძველზე უგზავნის შეტყობინებას მოსახლეობას მოსალოდნელი საფრთხის შესახებ.

მოწყობილობა მუშაობს მიკროკონტროლერის პროგრამული უზრუნველყოფით, ხოლო GSM სისტემისთვის და მიღებული მონაცემების ანალიზისთვის გამოყენებულია visual basic

გამოყენებული ლიტერატურა:

<https://sensore.com/>

<https://rsglobal.pl/index.php/ws/article/view/2274>

<https://journals.4science.ge/index.php/GS/article/view/2485>

Management and control system for landslide-prone areas

Abstract:

This article describes a system for managing and controlling landslide-prone areas. The article discusses the use of intelligent technologies in the context of information technologies and their importance. It also describes methods for landslide occurrence and detection, including inclinometric, geodetic, laser and fiber-optic systems. The article focuses on the problems of landslide-prone areas in Georgia and ways to solve them, including the creation of flexible early warning systems. It also discusses the use of geoinformation systems for monitoring landslide-prone areas.

The paper discusses in detail methods for landslide occurrence and detection, such as inclinometric measurements, geodetic methods, laser and fiber-optic systems. Special attention is paid to the shortcomings of existing systems, such as high cost and inflexibility, which arise from the diversity of the Georgian terrain. The system developed by the authors aims to create a flexible and low-cost early warning system that will allow for timely detection of natural hazards in critical areas of the country.

The resulting system includes measuring soil displacement, slope, and deformation using Hall sensors that send data to a central server using GPS technology. Data analysis is performed using special software, which allows users to individually and timely assess risks.

In addition, the paper emphasizes the importance of geoinformation technologies in the process of terrain analysis and monitoring of landslide-prone areas. The technologies used provide effective implementation in many areas, such as geological analysis, infrastructure management, and safety improvement.

The research has laid the foundation for the creation of an innovative system that is consistent with the geological and climatic specifics of Georgia, thereby significantly improving public safety and regional resilience.

Keywords: landslide-prone zones, management system, control system, landslide occurrence, landslide detection, early warning system, Hall sensor, Hall effect.