

GIS და თანამგზავრული ტექნოლოგიები ტყის საფარის მონიტორინგისათვის

მ. ტატიშვილი, მ. მელაძე, ი. მკურნალიძე, ლ. ჩინჩალაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

სატყეო მეურნეობაში თანამედროვე ტექნოლოგიებიდან წარმატებით გამოიყენება დისტანციური ზონდირება, რომელიც ასევე აქტუალურია ნახშირბადის სეკვესტრის ხშირი მონიტორინგისთვის აგრომეტყევეობაში [1]. დისტანციურად გადმოცემული ინფორმაცია უზრუნველყოფს ალტერნატიული სახის მონაცემებს. ყველაზე ხშირად გამოიყენება ხილულ-ახლო ინფრაწითელი (vis-NIR) დეტექტორები მცენარეული საფარისთვის. ხილულ-ახლო ინფრაწითელი წყაროების ყველაზე გავრცელებული პროდუქტია ვეგეტაციის ინდექსის ნორმალიზებული სხვაობა (NDVI), რომლის საშუალებითაც ხდება დაკვირვება ვეგეტაციაზე. პანქრომატული (PAN) მონაცემები ყველაზე ხშირად გამოიყენება საზღვრის დელიმიტაციის ან ტყის ტიპების არეალის გამოვლენისთვის აერული გადაღებების მსგავსად. მიწისპირა მონაცემები ყოველთვის საჭიროებს ნებისმიერი დისტანციური ზონდირების ტექნიკის მონაცემს. დისტანციური ზონდირების საშუალებით შეიძლება შეგროვდეს შემდეგი მონაცემები: ტყის ხემცენარეთა ჯიში, ვარჯის გვირგვინი, მიწის ზედა ბიომასა, დაცემული რადიაცია, ფენოლოგია, დომინანტური ხემცენარეების ფოთლის ორიენტაცია და დაკვირვების სხვა მონაცემები. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ გარკვეული რადარული მონაცემები შეიძლება იყოს სასარგებლო ტყის საფარის ტექსტურისა და არაერთგვაროვნების შეფასებისას. მცენარეული ანალიზის დროს ვეგეტაციის ინდექსიD(VI) ყველაზე ხშირად გამოიყენება პროდუქტია დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების გამოყენებისას [6]. ამ მაჩვენებლის (და ყველა სხვა მცენარეული მაჩვენებლების) საფუძველია ის, რომ ყველა მცენარეულ საფარს აქვს დამახასიათებელი ზოგადი სპექტრები. ეს ტიპური ამრეკვლადობა მცენარეული სპექტრის მხრიდან ძირითადად არის მცენარეული ქლოროფილის შემცველობის, მცენარის უჯრედოვანი სტრუქტურის და მცენარეში წყლის შემცველობის ფუნქცია. ქლოროფილი შთანთქავს სინათლის ენერგიას 680 ნმ-ზე, რომელიც მიეთითება სპექტრის არხით. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ფოთოლის სტრუქტურის უჯრედშიდა სივრცე აირეკლავს ახლო ინფრაწითელ ენერგიას 790 ნმ-ზე. ყველაზე ხშირად იყენებენ მცენარეული შეფასების მონაცემებს წყაროებიდან: AVHRR, Landsat (MSS და TM), SPOT, AVIRIS, CASI, RADARSAT და დედამიწის მომავალი სადამკვირვებლო თანამგზავრები Lewis და Clark. თითოეულ მათგანს შეუძლია გადმოსცეს მონაცემები პიქსელის სხვადასხვა ზომებით, დროითი სიხშირით, და დონის ტექნიკური სირთულის მიხედვით [2]. მას შემდეგ, რაც დისტანციურად ზონდირებული გამოსახულება იქნება მიღებული, ისინი საბოლოოდ გამოიყენებულ უნდა იქნას ნიადაგის მცენარეული საფარის კლასიფიცირებისათვის. ყველა ხილულ ინფრა-წითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული გამოსახულება მოითხოვს გარკვეულ ატმოსფერულ კალიბრებას. ეს აუცილებელია თითოეული მონაცემთა ბაზისთვის, რადგან სენსორი ზომავს სივრცის ყველა კომპონენტის არეკვლადობას ადგილსა და ატმოსფეროს შორის. აქედან გამომდინარე, გამოვლენილი გაუსწორებელი სიგნალი არის ფუნქცია იმისა, თუ რა არის დედამიწის ზედაპირზე და ასევე ატმოსფეროს შემადგენლობისა, როგორცაა აეროზოლები, წყლის ორთქლი ან სმოგი. ატმოსფერული კალიბრების შემდეგ, გამოსახულება უნდა იყოს კლასიფიცირებული სხვადასხვა ტყის ტიპების მიხედვით, რომლის პიქსელის ტიპის სტრატეგიცირება განისაზღვრება მომხმარებლის მიერ (სახეობის, ასაკის, კლასის და ა.შ.). ჰიპერსპექტრული სურათების კლასიფიკაციისთვის ხელმისაწვდომია სხვადასხვა მეთოდები. ცხრილი 1-ში მოყვანილია სატყეო მონიტორინგის დისტანციური ზონდირების პლატფორმების ზოგიერთი მაგალითი.

კანადის სატელიტური RADARSAT მოქმედება დაიწყო 1995 წლის ნოემბერში. იგი უზრუნველყოფს რეგიონალური მასშტაბის ხშირ გამოსახულებებს კომერციული მიზნებისთვის. არსებობს მრავალი წყარო, საიდანაც შეიძლება დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების მოძიება. ყველაზე ხშირად იყენებენ მცენარეული შეფასების მონაცემებს შემდეგი წყაროებიდან: AVHRR, Landast (MSS და TM) და SPOT, ასევე წყაროებს, რომლებიც უფრო მნიშვნელოვანია, როგორცაა AVIRIS, CASI, RADARSAT და დედამიწის მომავალი სადამკვირვებლო თანამგზავრები ლუისი და კლარკი. თითოეულ მათგანს შეუძლია მონაცემები პიქსელის სხვადასხვა ზომებით, დროითი სიხშირით და დონის ტექნიკური სირთულის მიხედვით გადმოსცეს [3].

AVHRR (გაუმჯობესებული, ძალიან მაღალი რეზოლუციის რადიომეტრი). ამერიკის შეერთებული შტატების თანამგზავრი AVHRR მონაცემებს წარმოადგენს 2399 კმ ფართო ხედვის ზოლით. სატელიტი ორბიტაზე დედამიწას დღეში 14-ჯერ 833 კმ სიმაღლის ზედაპირიდან შემოუფრენს. მონაცემთა ეს წყარო ღია ANASA საიტზე და ხელმისაწვდომია ყოველდღიურად. ამ სენსორის გამოყენების ერთი ნაკლოვანებაა მისი მცირე მონიტორინგი, მიღებული სურათი არის 1.1 კმ×1.1 კმ რეზოლუციის, რომელიც უფრო დიდია,

ვიდრე ყველაზე მცირე გამწვანების ოპერაციების მასშტაბი. დედამიწაზე მონაცემებს გადმოსცემს ელექტრომაგნიტური სპექტრის ხილულ ახლო ინფრაწითელი, ინფრაწითელ და თერმულ უბანში. გავრცელებული ღრუბლის საფარი შეიძლება იყოს პრობლემატური კარგი მონაცემების მიღებაში წვიმების სეზონში. ეს არის ყველაზე ხშირად გამოყენებული მონაცემების წყარო კონტინენტური მცენარეული საფარის შეფასებაში.

ცხრ. 1. სატყეო მონიტორინგის დისტანციური ზონდირების პლატფორმების ზოგიერთი. მაგალითი მულტი-მულტისპექტრული მონაცემი; ჰიპერ-ჰიპერსპექტრული მონაცემი; პან – პანქრომატული მონაცემი (შავ-თეთრი)

სენსორი	წვდომის ფორმატი	სპექტრული დაფარვა	პიქსელის ზომა (მ)	არხის #	დაფარვის ზონა (კმ)
AVHRR	თანამგზავრი	58-12.5	1100-მულტი; 1100-თერმული	4	2700X2700
LANDSAT (TM)	თანამგზავრი	45-2.35; 2-2.35	30-მულტი 120-თერმული	6	185X185
SPOT	თანამგზავრი	5-8.9	20-მულტი 10-პან.	3+პან.	60X60
LEWIS	თანამგზავრი	4-2.5	30-მულტი 5-პან	384+პან.	13X13
AVIRIS	საკაერო	41-2.45	20-ჰიპერ	224	10X10
CASI	საკაერო	41-9.25	სიმაღლეზე დამოკიდებული	288 ან 15	სიმაღლეზე დამოკიდებული
RADARSAT	თანამგზავრი	რადარი	28-განივი	-	100X250X500 (რეზოლუციაზე დამოკიდებული)

LANDSAT - თანამედროვე სატელიტური თემატური კარტოგრაფია (TM) და მართავს NASA. დაფარვა ხორციელდება ყოველ 16 დღეში. პიქსელის სივრცითი რეზოლუცია 25x25 მეტრია. გადმოცემული მონაცემები არის არეკვლილი მონაცემები დედამიწის ზედაპირიდან, რომელიც ჩანს, ელექტრომაგნიტური სპექტრის უახლოეს ინფრაწითელი და ინფრაწითელ უბნებში. ამ მონაცემთა წყაროს აქვს ინფორმაციის შვიდი არხი, რომელიც ხელმისაწვდომია მომხმარებელისთვის: 2,3 და 4 არხები პირველ რიგში გამოიყენება ვეგეტაციის დადგენისთვის; 1 არხი გამოიყენება bathymetric რუკებისთვის, არხები 5 და 7 NIR არხები და 6 არხი უზრუნველყოფს მონაცემებს სპექტრის თერმულ უბანში. VIS-NIRN მონაცემების ტიპის გამო, ღრუბლის გავრცელებული საფარი შეიძლება გახდეს ხელისშემშლელი ხარისხიანი მონაცემების მიღებაში წვიმების სეზონში.

LEWIS. NASA მისიას პლანეტა დედამიწისთვის დაგეგმილი აქვს ორი თანამგზავრის გაშვება მომდევნო ორი წლის განმავლობაში: Lewis და Clark. Lewis იქნება ბევრი ინსტრუმენტი, მათ შორის Hyper Spectral Imager, რომელსაც ექნება ორივე PAN და Multispectral დეტექტორები. PAN მონაცემები ხელმისაწვდომი იქნება უპრეცედენტო 5 მეტრიანი რეზოლუციით და Multispectral მონაცემები ხელმისაწვდომი იქნება 30 მეტრი პიქსელის რეზოლუციით. მსგავსად AVHRR ან Landsat, Lewis უზრუნველყოფს რეგიონალური დონის მონაცემებით, რომელიც ხელმისაწვდომი იქნება ყოველდღიურად თითქმის გლობალური დაფარვით.

AVIRIS. NASA მისიით ამჟამად დაფინანსებს საკაერო ხილული ინფრა წითელი გამოსახულების მიმღები სპექტრომეტრი (AVIRIS), რომელიც არის ხილული ინფრა წითელი დეტექტორი 20x20 მ პიქსელის რეზოლუციით. AVIRIS მონაცემები უნიკალურია, რადგან თითოეული პიქსელი იძლევა ინფორმაციას სამიზნეზე 228 არხის საშუალებით, რომელიც ზრდის მომხმარებლის შესაძლებლობას ადგილზე დაადგინოს მცენარეთა ტიპები - ეს არის ეგრეთწოდებული ჰიპერსპექტრული (Hyperspectral) მონაცემები.

დისტანციურად ზონდირებული გამოსახულებით შესაძლებელია მცენარეული საფარის კლასიფიცირება. ყველა ხილულ ინფრა-წითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული გამოსახულება მოითხოვს გარკვეულ ატმოსფერულ კალიბრებას. ეს აუცილებელია თითოეული მონაცემთა ბაზისთვის, რადგან სენსორი ზომავს სივრცის ყველა კომპონენტის არეკვლადობას ადგილსა და ატმოსფეროს შორის. აქედან გამომდინარე, გამოვლენილი გაუსწორებელი სიგნალი არის ფუნქცია იმისა თუ რა არის დედამიწის ზედაპირზე და ასევე ატმოსფეროს შემადგენლობისა, როგორცაა აეროზოლები, წყლის ორთქლი ან სმოგი.

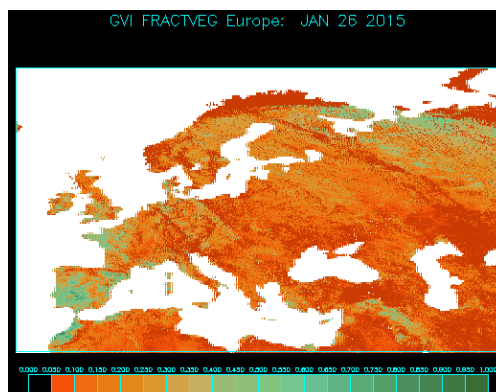
ატმოსფერული კალიბრების შემდეგ, გამოსახულება უნდა იყოს კლასიფიცირებული სხვადასხვა ტყის ტიპების მიხედვით, რომლის პიქსელის ტიპის სტრატეფიცირება განისაზღვრება მომხმარებელის მიერ (სახეობის, ასაკის, კლასის და ა.შ.). ჰიპერსპექტრული სურათების კლასიფიკაციისთვის გამოიყენება სხვადასხვა ხელმისაწვდომი მეთოდები.

დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის **Earth Observing System (EOS)** პროგრამის ნაწილს წარმოადგენს დედამიწის ვეგეტაციის გავლენის შესწავლა ფართო-მასშტაბიან გლობალურ პროცესებში, დედამიწის როგორც სისტემის ფუნქციონალურობის დასადგენად. ეს მოითხოვს ვეგეტაციის გლობალური გავრცელების, ასევე მის ბიოფიზიკურ და სტრუქტურულ თავისებურებების და სივრცულ-დროით ვარიაციების შესწავლას. ვეგეტაციის ორი ინდექსის ალგორითმი დამუშავდა: ერთ-ერთი არის სტანდარტული ნორმალიზებული სხვაობიანი ვეგეტაციური ინდექსი(NDVI), რომელიც მიიღება NOAA-AVHRR –დან და “უწყვეტობის ინდექსად” მოიხსენიება. მეორე არის ეგრეთ წოდებული “გაუმჯობესებული ვეგეტაციური ინდექსი” (EVI) რომელსაც გაუმჯობესებული სენსიტიურობა გააჩნია დიდი ბიომასის რეგიონებისათვის და ვეგეტაციის მონიტორინგისთვის [5].

ვეგეტაციური ინდექსი (VI) მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური ცვლილება, რომელიც აგრო და ბიომეცნიერებებში ხშირად გამოიყენება. VI არის ვეგეტაციური სიმწვანის ოპტიკური დისტანციური ზონდირებით მიღებული მონაცემი და წარმოადგენს წითელი და ახლო-ინფრაწითელი არხები სპექტრული არეკვლადობის ფარდობას და ზუსტად ასახავს ვარჯის მახასიათებლებს და ბიოფიზიკურ პროცესებს. ვეგეტაციის ინდექსი NDVI [3,4] ყველაზე ხშირად გამოყენებადი პროდუქტია მცენარეული ანალიზის დროს, დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების გამოყენებისას. ამ მაჩვენებლის (ასევე ყველა სხვა მცენარეული მაჩვენებლების) საფუძველი არის ის, რომ ყველა მცენარეულ საფარს აქვს დამახასიათებელი ზოგადი სპექტრები. ეს ტიპური ამრეკვლადობა მცენარეული სპექტრის მხრიდან არის ფუნქცია ძირითადად მცენარეული ქლოროფილის შემცველობის, მცენარეული უჯრედოვანი სტრუქტურის და მცენარეული წყლის შემცველობის. ქლოროფილი შთანთქმავს სინათლის ენერგიას 680 ნმ-ზე, რომელიც მიეთითება სპექტრის არხით. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ფოთოლის სტრუქტურის უჯრედშიგა სივრცე აირეკლავს ახლო ინფრაწითელ ენერგიას 790 ნმ-ზე. ეს ორი მახასიათებელი ყველაზე ხშირად ხასიათდება 3 და 4 არხებით Landsat მონაცემთა მასივებში, 1 და 2 არხით AVHRR მონაცემთა მასივში და 2 და 3 არხით SPOT მონაცემებში. ყველა ეს და დისტანციური ზონდირების მონაცემების ბევრი სხვა წყაროებიც არსებობს, რომელთა მიზანია აწარმოოს NDVI მსგავსი პროდუქტი. NDVI არის მცენარეული ინდექსი, რომელიც გამოითვლება თითოეული სპექტრის ქლოროფილის შთანთქმის თვისებიდან და თითოეული სპექტრის ახლო ინფრაწითელი ამრეკვლადობის თვისებიდან. მაგალითად Landsat მონაცემებით, ეს სპექტრული მახასიათებლები გამოითვლება 3 და 4 არხის საშუალებით:

$$NDVI = (| \text{არხი 3} - \text{არხი 4} |) / (\text{არხი 3} + \text{არხი 4}).$$

Terra და **Aqua MODIS** თანამგზავრების **Advanced Very High Resolution Radiometer, (AVHRR)** და **Suomi National Polar-orbiting Partnership’s Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)** მიერ მიღებული ინდექსი არის გრძელი გამოთვლების შედეგის ერთ-ერთი გამოყენებადი ნაწილი.

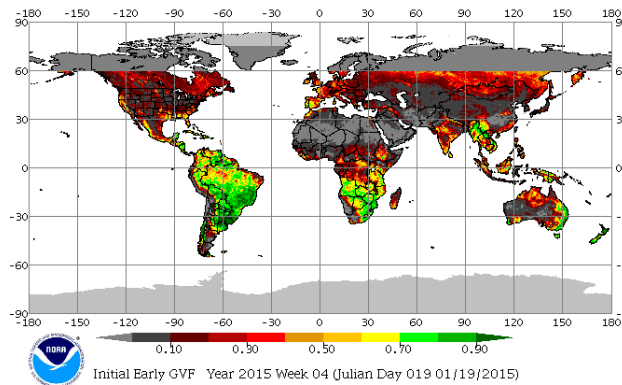


უნდა აღინიშნოს, რომ დისტანციური ზონდირება წარმოადგენს ზოგიერთი მონაცემის სწრაფი და ხარჯეფექტური გზით მოპოვების საშუალებას. ასეთი გაუმჯობესებული მონაცემთა ბაზა გაცილებით უფრო საიმედო შეფასებისა და ტყის საწვავის მიწოდების დაგეგმვის საშუალებას იძლევა, რომელიც დღემდე ენერჯის ძირითადი წყაროა მესამე მსოფლიო მოსახლეობის უმრავლესობისთვის. თუმცა, მხოლოდ დისტანციური ზონდირების მონაცემები ვერ უზრუნველყოფენ მიწის საკუთრების და ტყის საწვავის ხელმისაწვდომობას და ამიტომ უნდა მოხდეს მათი ადგილზე გაზომვებთან კომბინირება.

ქვემოთ მოყვანილია თანამგზავრული გაზომვების შედეგები საქართველოსთვის:

ფრაქციული ვეგეტაცია არის NDVI წარმოდგენა როგორც ფრაქცია ან პროცენტული შემცველობა თუ გამრავლდება 100%. თუ NDVI მნიშვნელობა ნაკლებია ან ტოლია 0.07 უტოლდება 0.0 და თუ მეტია ან ტოლია 0.57 უტოლდება 1.0

ვეგეტაციის ჯანმრთელობის ინდექსი, ასევე ეწოდება ვეგეტაცია-ტემპერატურის ინდექსი, რომელიც დამოკიდებულია ვეგეტაციის მდგომარეობასა (VCI) და ტემპერატურის (TCI) კომბინაციაზე. გამოიყენება ვეგეტაციის მდგომარეობის, გვალვის მონიტორინგის, სინოტივის, სითბური რეჟიმის და ა.შ.



ვეგეტაციის სიმწვანის ფრაქცია (GVF) არის ვეგეტაციის გლობალური პროცესული სისტემის (GVPS) პირდაპირი პროდუქტი, რომელიც მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედაპირის სითბური ნაკადების გამოთვლისას ნიადაგ-ატმოსფეროს მოდელში. GVF გამოითვლება ყოველკვირეულად NDVI 6 წლიანი მონაცემის გამოყენებით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასვანთ, რომ თანამედროვე დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგიის გამოყენებით ჩატარებული ეკოლოგიური მონიტორინგი საშუალებას იძლევა შეფასდეს და გაანალიზდეს [6,7]:

- საქართველოს აგრარული სექტორის არსებული მდგომარეობისა და განვითარების პერსპექტივები ტყის ლანდშაფტის შენარჩუნების მიზნით (გაუტყეურების და ტყის დეგრადაციის თავიდან აცილება);
- რამდენადაა ეკოლოგიურად მიზანშეწონილი ახალი სახნავ-სათესი ფართობებისათვის მიწის გამოთავისუფლება ტყეების გაჩეხვის ხარჯზე;
- მესაქონლეობის დარგის განვითარების შესაძლებლობები სამოვრების არა ტყეების, არამედ მდელოების უფრო ინტენსიური გამოყენების ხარჯზე;
- დიდი რაოდენობის მცირე ჰესების მშენებლობის პერსპექტივა, რამაც შესაძლებელია ზიანი მიაყენოს ტყეების საფარს, გამოიწვიოს მათი მნიშვნელოვანი ნაწილის გაჩეხვა და დატბორვა;
- ტყის საფარის შენარჩუნება და მდგრადი მიწათსარგებლობის რეალიზება კლიმატის ცვლილებების შერბილების (მითიგაცია) მიზნით.

ლიტერატურა _ REFERENCES _ЛИТЕРАТУРА

1. Review of digital techniques for applications in forestry. Review of remote sensing in commercial forestry. 2010, p.110
2. Forest Carbon Stock Measurement: Guidelines for measuring carbon stocks in community-managed forests. Norwegian Agency for Development Cooperation. 2010, p. 79
3. Measurement Guidelines for the Sequestration of Forest Carbon USDA FOREST SERVICE 2007, p. 47
4. Protocol for Biotic Carbon Sequestration in Small Scale Agroforestry in Developing Countries. 2010, p. 190
5. მ.ტატიშვილი, მ.მელაძე, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. კლიმატის ცვლილების შერბილების თანამედროვე მეთოდები ტყის ეკოლოგიური მონიტორინგისათვის. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. ტ. 23. ISSN 1512-2743, გვ. 247-251. 2013.
6. მ.მელაძე, მ.ტატიშვილი, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. ნახშირბადის სეკვესტრი გაუტყეურების და ტყის დეგრადაციის შეემცირებისათვის თანამგზავრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი "სატყეო მოამბე". ტ.8. გვ. 45-51. 2014.
7. მ.ტატიშვილი, მ.მელაძე, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება კლიმატის ცვლილების შერბილებისათვის აგრომეტყეეობაში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის

მეცნიერებათა აკადემია. საერთაშორისო კონფერენციის მასალები “კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის მდგრად და უსაფრთხო განვითარებაზე”. 2014.

GIS და თანამგზავრული ტექნოლოგიები ტყის საფარის მონიტორინგისათვის/მ. ტატიშვილი, მ. მელაძე, ი. მკურნალიძე, ლ. ჩინჩალაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015,ტ.121,გვ.112-116.-ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

დედამიწის მონიტორინგისთვის წამყვანი კვლევითი ცენტრების მიერ გაშვებულ იქნა დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემა (EOS). დედამიწის ვეგეტაციის გავლენა ფართო-მასშტაბიან გლობალურ პროცესებზე არის კვლევის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი. თანამგზავრული დაკვირვებიდან ყველაზე უფრო გამისაყენებადი პროდუქტი არის ვეგეტაციის დიფერენცირებული ნორმალიზებული ინდექსი, რომელიც გამოიყენება დაკვირვებებში ვეგეტაციაზე. NDVI, GVF და სხვა დამუშავებული პროდუქტების გამოყენება საქართველოს ტყეების მონიტორინგისათვის განხილულია წარმოდგენილ სტატიაში.

GIS and Satellite Technologies in Forest Cover Monitoring/M. Tatishvili, M. Meladze, I. Mkurnalidze, L. Chinchaladze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015, vol.121, pp.112-116.- Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

For Earth monitoring Earth Observing System (EOS) has been launched by leading investigation centers. The influence of Earth vegetation on large-scale global processes is the one of important component is the investigation. The most applicable product from satellite observation is Normalized Difference Vegetation Index that is used in observation on vegetation.. The use of NDVI, GVF and other processed products in forest ecological monitoring in Georgia is reviewed in presented article.

GIS и спутниковые технологии для мониторинга лесов/М.Татишвили, М.Меладзе, И.Мкурналидзе, Л.Чинчаладзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2015. вып.121, с.112-116.- Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

Система Наблюдения Земли (EOS) была начата ведущими центрами исследований для мониторинга Земли. Влияние растительности Земли на крупных глобальных процессов является одним из важных компонентов исследований. Наиболее применимый продукт спутникового наблюдения является нормализующий индекс различного растительного покрова, который используется в наблюдениях на растительность. Использование NDVI, GVF и других продуктов переработки в экологическом мониторинге лесов Грузии рассматривается в представленной статье.