

უაკ 551.521;631.67;662.997

გეოინჟინერიის თანამედროვე პრობლემები კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით

ბ. ბერიტაშვილი¹, ნ. კაპანაძე¹, დ. ერისთავი²

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გავლილი ორი საუკუნის მანძილზე წიაღისეული საწვავის მზარდი გამოყენების შედეგად ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის არამიზანმიმართული შეცვლის გზით კაცობრიობამ საიმედოობის მაღალ დონეზე (0.90-0.95) დაამტკიცა "სათბურის ეფექტის" თეორიის მართებულობა, რამაც ამჟამად ამ ეფექტის შედეგებთან ბრძოლის, ანუ მათი განეიტრალების გზების ძიების პრობლემა დააყენა დღის წესრიგში. 2000-იანი წლების დასაწყისიდან ერთ-ერთ ასეთ გზად გეოინჟინერია მიიჩნევა.

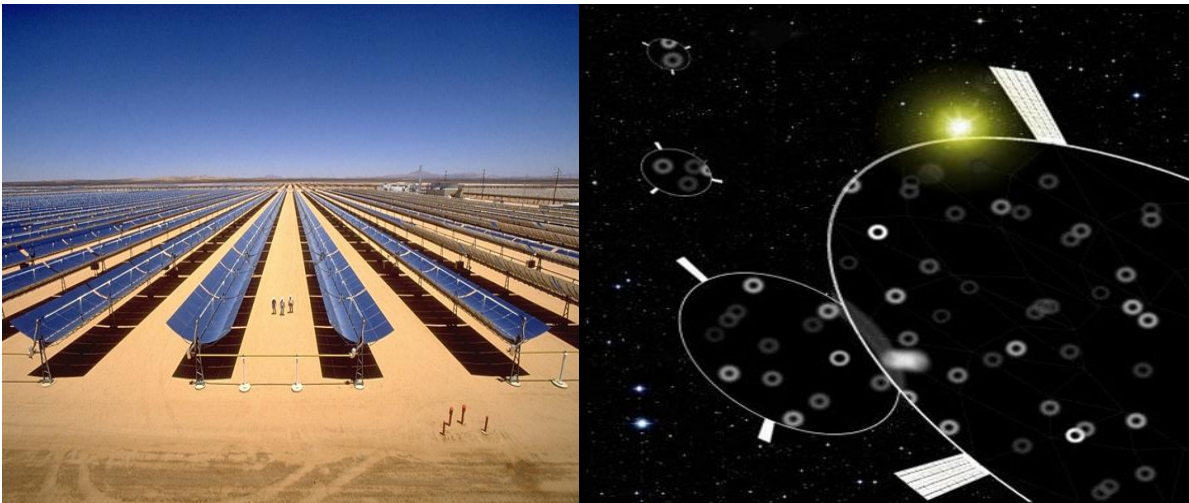
გეოინჟინერია წარმოადგენს დედამიწის ოკეანეებზე, ხმელეთსა და ატმოსფეროზე ფართომასშტაბურ საერთაშორისო ზემოქმედებას, რომელიც უფრო ხშირად გამოიყენება კლიმატის ცვლილებასთან ბრძოლის კონტექსტში. მასში განიხილება სქემების დიდი სიმრავლე, რომელიც მოიცავს გოგირდის ნაწილაკების გაფრქვევას სტრატოსფეროში მზის რადიაციის ასარეკლად (ე.წ. "მზის რადიაციის მართვას"), რკინის ნაწილაკების ჩაყრას ოკეანეებში ნახშირორჟანგის მშანთქმელი პლანქტონის საკვებად, ღრუბლებში იოდოვანი ვერცხლის გაფრქვევას დიდ ფართობებზე წვიმის გამოსაწვევად, გენეტიკურად მოდიფიცირებული ისეთი მცენარეების გამოყვანას, რომელთა ფოთლები მზის რადიაციის გაზრდილი ამრეკლადობით ხასიათდება და სხვ. ამრიგად, გეოინჟინერია აერთიანებს ახალ და მრავალფეროვან ტექნოლოგიებს, რომლებიც აქამდე კლასიფიცირებული იყო როგორც მზის რადიაციის მართვა/მენეჯმენტი (SRM), ნახშირორჟანგის შთანთქმა და სეკვესტრირება (დაგროვება) და ამინდზე ხელოვნური ზემოქმედება.

მზის რადიაციის მართვის ტექნოლოგიები მიზნად ისახავს სათბურის გაზების მიერ გამოწვეული ეფექტის განეიტრალებას მზიდან მოსული სხივური ენერჯის კოსმოსში დაბრუნების/არეკვლის გზით. ეს ტექნოლოგიები მოიცავს ატმოსფეროს ზედა ფენებში მზის რადიაციის ამრეკლავი ნაწილაკების გაფრქვევას, მზიდან მოსული რადიაციის ბლოკირებას "კოსმოსური საჩრდილობლებით", უდაბნოების ზედაპირის დაფარვას ამრეკლავი საფარით. ამ ტექნოლოგიებიდან არცერთი არ ამცირებს სათბურის გაზების კონცენტრაციას ატმოსფეროში და ისინი გამიზნულია მხოლოდ ამ გაზებით გამოწვეული გვერდითი ეფექტების (დედამიწის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურის ზრდის) შესამცირებლად.

გეოინჟინერიაში შემავალი SRM ტექნოლოგიებიდან აღსანიშნავია:

- **ხელოვნური ვულკანი.** მზიდან მოსული რადიაციის არეკვლის გასაზრდელად სტრატოსფეროში ნაწილაკების (მაგ. გოგირდის, ტიტანის დიოქსიდის) უწყვეტი გაფრქვევა თვითმფრინავებიდან, საარტილერიო დანადგარებიდან, გიგანტურ აეროსტატებზე მიმაგრებული შლანგებიდან და ა.შ.
- **უდაბნოს დაფარვა.** უდაბნოებში დიდი ფართობების დაფარვა ამრეკლავი მასალებით (ნახ.1.).
- **კოსმოსური საჩრდილობელი.** ერთ-ერთი ვარიანტი ითვალისწინებს დედამიწიდან მილიონობით კმ მანძილზე ტრილიონობით მცირე ზომის ნაწილაკების გაბნევას 100 000 კმ სიგრძის ხელოვნური "ღრუბლის" შესაქმნელად, რომელიც აარიდებს დედამიწას მზიდან წამოსული რადიაციის დაახლოებით 10%-ს.
- **არქტიკის ყინულის ზედაპირის დაფარვა.** ამ შემთხვევაში იგულისხმება არქტიკის მყინვარების დაფარვა საიზოლაციო მასალით მზის სხივების ასარეკლად და დნობის თავიდან ასაცილებლად.

- **დედამიწის ამრეკლავი ზედაპირის გათეთრება.** გეოინჟინერიის ეს დაბალი დონის ტექნოლოგია ითვალისწინებს სახლების სახურავებისა და გზების ზედაპირების თეთრად შეღებვას მზის სხივების არეკვლის გასაზრდელად.
- **კლიმატთან თავსებადი კულტურების გამოყვანა.** ამ შემთხვევაში საუბარია მზის რადიაციის გაზრდილი ამრეკლადობის მქონე გენმოდეფიცირებული მცენარეების გამოყვანაზე, აგრეთვე გვალვის, სიციხისა და დამლაშებული ნიადაგების მიმართ გამძლე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გამოყვანასა და გავრცელებაზე.
- **კოსმოსური სარკეები.** დედამიწასა და მზეს შორის ალუმინის ამრეკლავი ბადის მოწყობა (ნახ.2).
- **მიწათსარგებლობის ფართომასშტაბური ცვლილება/წვიმის წყლის შეგროვება.** აქ იგულისხმება წყლის რესურსების ფართომასშტაბური საინჟინრო მართვა – გადანაწილება ღრუბელთა ველების შესაქმნელად მზის რადიაციის დიდი ფართობებიდან არეკვლის მიზნით.



ნახ. 1. უდაბნოს დაფარვა ამრეკლავი მასალებით *ნახ. 4. კოსმოსური სარკეები დედამიწის ორბიტაზე*

ნახშირორჟანგის შთანთქმისა და დაგროვებისათვის შემოთავაზებულია შემდეგი ტექნოლოგიები:

- **ოკეანის ნაყოფიერების გაზრდა რკინისა ან აზოტის გამოყენებით.** ეს ტექნოლოგია ითვალისწინებს ოკეანეში საკვები ნივთიერებების დამატებას ფიტოპლანქტონის ზრდის დასაჩქარებლად ზღვების ზედაპირიდან ნახშირორჟანგის შთანთქმის გაძლიერების მიზნით,
- **ბიოწვა(Biochar)** – ბიომასის წვა პირობების პირობებში (ყანგბადის უკმარისობის გარემოში ნახშირბადის გამოყოფის გარეშე) და კონცენტრირებული ნახშირბადის ჩამარხვა მიწაში.
- **ნახშირორჟანგის შთანთქმა ატმოსფეროდან, მისი მინერალიზაცია და სეკვესტრირება.** ეს ტექნოლოგია ითვალისწინებს CO₂- ის გამოყოფას ჰაერიდან ნატრიუმის თხევადი ჰიდროქსიდის გამოყენებით, რომელიც გარდაიქმნება ნატრიუმის კარბონატად და შემდგომ მიიღება მყარი ნახშირორჟანგის სახით, რომელიც ჩაიმარხება მიწაში.
- **ოკეანის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადების შეცვლა.** ამ შემთხვევაში მიღების დახმარებით უნდა მოხდეს ზღვის სიღრმიდან საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ცივი

წყლის მასების ამოქაჩვა ზედაპირზე, რაც ხელს შეუწყობს მის გაგრილებას და ოკეანის მიერ CO₂-ის სეკვესტრირებას

- **ოკეანის ტუტიანობის გაზრდა** გულისხმობს ნახშირმჟავას მარილების (კარბონატების) დამატებას ოკეანის წყლებში ნახშირბადის შთანთქმის გასაზრდელად.
- **მცენარეთა ნარჩენების ოკეანეში პერმანენტული სეკვესტრირება**, რაც გულისხმობს ნახშირბადის დაგროვებას ზღვის წყალში ხეების ტოტებისა და სხვა ბიომასის ჩამარხვის გზით.
- **გენეტიკურად მოდიფიცირებული წყალმცენარეებისა და ზღვის მიკრობების გამოყვანა** ნახშირორჟანგის გაზრდილი შთანთქმის უზრუნველსაყოფად ოკეანეების ან შემოფარგლული წყალსატევების ზედაპირიდან ან, უკიდურეს შემთხვევაში, შენობათა სახურავებიდან და კედლებიდან.

ამინდზე ხელოვნური ზემოქმედების დარგში გეოინჟინერიის ტექნოლოგიებიდან განიხილება ორი მიმართულება:

- **ღრუბლებზე ზემოქმედება ნალექთა ხელოვნური რეგულირების მიზნით.** ეს ტექნოლოგია გულისხმობს ქიმიურ ნივთიერებათა (ჩვეულებრივ ვერცხლის იოდიდის) ფართომასშტაბურ გაფრქვევას ღრუბლებიდან წვიმის ან თოვლის სტიმულირებისა და გაძლიერებისათვის. ეს სამუშაოები ახლაც ფართოდ წარმოებს აშშ და ჩინეთში მიუხედავად მათი ეფექტურობისადმი საკმაოდ სკეპტიკური დამოკიდებულებისა. სამუშაოების მთავარ მიზანს შეადგენს წყალსაცავებში წყლის რესურსების გაზრდა მათი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გასაზრდელად და წყალსაცავებთან დაკავშირებული სარწყავი სისტემების ეფექტურობის ასამაღლებლად.

გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ამ ტიპის სამუშაოები საბჭოთა კავშირშიც ტარდებოდა, განსაკუთრებით უკრაინაში, და მიზნად ისახავდა ზამთრის ნალექების ხელოვნურ გაზრდას. სამხრეთ კავკასიაში 1980-იან წლებში ნხვ ექსპერიმენტები მიმდინარეობდა აღმოსავლეთ საქართველოში სიონის წყალსაცავის აუზში და სომხეთში (სევანის ტბის აუზში). 1970-1980-იან წლებში საბჭოთა კავშირის სამხრეთ რაიონებში საკმაოდ ინტენსიური სამუშაოები ტარდებოდა სეტყვასთან ბრძოლის დარგშიც, თუმცა მათი ლოკალური მასშტაბის გათვალისწინებით ამ სამუშაოთა განხილვა გეოინჟინერიის თვალსაზრისით გაუმართლებელია.

აღნიშნული ტექნოლოგია შეიძლება გამოყენებული იქნეს აგრეთვე შებრუნებულ ამოცანაში – დიდ ტერიტორიაზე ღრუბელთა დასაშლელად რეაგენტის დოზირების გაზრდის გზით. მაგ. 1986 წელს ჩერნობილის კატასტროფის შემდეგ უკრაინის, ბელორუსიისა და რუსეთის მიმდებარე ტერიტორიებზე რამდენიმე თვის განმავლობაში წარმოებდა ღრუბელთა დაშლის ფართომასშტაბური სამუშაოები ნალექთა მოსვლის დაუშვებლობის მიზნით.

- **ზემოქმედება ტროპიკულ გრიგალებზე**, რაც მიზნად ისახავს მათი ტრანექტორიების ხელოვნურად შეცვლას ან მათი ინტენსივობის შესუსტებას. ექსპერიმენტები ამ მიმართულებით პერიოდულად ტარდება აშშ-ში, თუმცა მათი მასშტაბურობისა და ჩატარებასთან დაკავშირებული რისკების გათვალისწინებით შედეგებზე საუბარი ჯერ ნაადრევია.

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის (UNFCCC) და კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC) ფარგლებში წარმოებული სამუშაოებისაგან განსხვავებით, რომლებიც მიმართულია კლიმატის ცვლილების გამომწვევი ანთროპოგენური ფაქტორების შესუსტებისაკენ ეკოსისტემების დაცვისა და აღდგენის გზით, გეოინჟინერია ცდილობს წიაღისეული საწვავის მოხმარებით გამოწვეული პრობლემების გადაჭრას ძველი გზით, რომელიც

გულისხმობს ბუნების ძალოვან გაკონტროლებას ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით. ასეთ მიდგომაზე დაყრდნობით შესაძლებელი იქნება მომავალშიც წიაღისეული საწვავის უზრუნველი მოხმარების გაგრძელება იმ იმედით, რომ გეოინჟინერია შეძლებს დარღვეული გლობალური სითბური ბალანსის აღდგენას (ანუ პლანეტარული თერმოსტატის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნებას) სხვადასხვა ახალ ტექნოლოგიებზე დაყრდნობით. ცხადია, რომ კლიმატის ცვლილების პრობლემებისადმი ამგვარი მიდგომა ხელსაყრელ გარემოს უქმნის წიაღისეული საწვავის მომპოვებელ კორპორაციებს გააგრძელონ თავიანთი საქმიანობა გარემოსდაცვით საკითხებზე ნაკლები დანახარჯების გაწევით და, შესაბამისად, საფინანსო მოგების გაზრდით.

გეოინჟინერიის დარგში დაგეგმილი სამუშაოების გლობალური მასშტაბისა (დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის რადიაციის ხელოვნური რეგულირება, ოკეანის ქიმიური თვისებების შეცვლა) და მათ შედეგებთან დაკავშირებული შესაძლო საფრთხეების გათვალისწინებით საჭიროა წინასწარვე შემდეგი ფაქტორების მხედველობაში მიღება:

- აღნიშნული სამუშაოები არ ექვემდებარება წინასწარ გამოცდას, რის გამოც სამუშაოთა ჩატარების უარყოფითი შედეგის მიღების შემთხვევაში იქმნება გლობალური ეკოლოგიური კატასტროფის საშიშროება.
- აღნიშნული სამუშაოები არღვევს დედამიწის მოსახლეობისა და ქვეყნების თანასწორუფლებიანობის პრინციპს. ეკოლოგიურად განვითარებული ქვეყნების ან მძლავრი კორპორაციების გაერთიანებას შეუძლია გლობალურ გარემოზე ისეთი ზემოქმედების მოხდენა, რომელიც სულაც არ შედის დანარჩენი ქვეყნების ინტერესებში.
- გეოსაინჟინრო პროცესების განხორციელება, თავისი მასშტაბურობის გამო, ათობით მილიარდი დოლარის დაფინანსებას მოითხოვს, რაც ხელეწიფებათ მხოლოდ ძალიან მდიდარ ქვეყნებს ან მილიარდერებს. დაუშვებელია, რომ მსოფლიოს მოსახლეობის ესოდენ მცირედი ნაწილი წყვეტდეს იმ გლობალური გარემოს ბედს, რომელიც თანაბრად ეკუთვნის პლანეტის მთელ მოსახლეობას.
- ეს პროექტები მოიცავს რისკებსა და განუზღვრელობებს, რომლებიც შეიძლება დაკავშირებული იყოს მექანიკურ და ადამიანურ შეცდომებთან, ეკოსისტემებისა და ბიომრავალფეროვნების არასწორ გაგებასთან, კლიმატის ცვალებადობის გაუთვალისწინებლობასთან ან დაფინანსების ჩავარდნებთან.
- ბევრი საინჟინრო ტექნოლოგია ფარული სახით მოიცავს სამხედრო დარგში გამოყენების შესაძლებლობას, რითაც არღვევს გაერთიანებული ერების გარემოზე ხელოვნური ზემოქმედების ხელშეკრულების (ENMOD) პირობებს, რომლებიც კრძალავს გარემოზე ზემოქმედების მტრული მიზნების გამოყენებას.
- გეოსაინჟინრო პროექტები შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც სათბურის გაზების ემისიების შემამცირებელი ღონისძიებებისა და ბიომრავალფეროვნების დაცვის ალტერნატივა. ეს საქმიანობა შეიძლება განიხილებოდეს როგორც "დროის გაწელვის" სტრატეგია, რომელიც ემსახურება განახლებადი ენერჯების დანერგვის ხელოვნურად დაგვიანებას.
- ზემოთ ჩამოთვლილი სამუშაოებთან ერთად არსებობს კიდევ ერთი საფრთხე, რომელიც დაკავშირებულია ინტელექტუალური საკუთრების დაცვის პრობლემასთან. როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, გეოინჟინერიის ადვოკატირებაში ჩართული ზოგიერთი მეცნიერი და ბიზნესმენი შეერთებულ შტატებსა და სხვა ქვეყნებში აყალიბებს კერძო იურიდიულ კომპანიებს, რომლებიც აპატენტებენ გეოინჟინერიის დარგში სხვადასხვა გამოგონებებს საგანზე 20 წლიანი მონოპოლიის უფლებით და ცდილობენ აქედან საფინანსო მოგების მიღებას.
- გეოსაინჟინრო პატენტების ნაწილი ეფექტურად ისაკუთრებს სხვადასხვა ქალაქებში ადგილობრივი მოსახლეობის აბორიგენულ და ტრადიციულ ტექნოლოგიებს. მაგალითად, მდ. ამაზონის მკვიდრი აბორიგენები უძველესი დროიდან იყენებდნენ ნახშირის მიწაში ჩამარხვის ტექნოლოგიას, რომელიც ამჟამად მრავალი პატენტის საფუძვლად არის გამოყენებული.

ამ და მომავალში სხვა გაუგებრობებისა და საფრთხეების თავიდან ასაცილებლად საერთაშორისო თანამეგობრობამ მკაცრი კონტროლი უნდა დააწესოს გეოინჟინერიის დარგში წარმოებულ ყველა სამუშაოზე და მოახდინოს მათი ეფექტური მართვა. ამისთვის საჭირო იქნება შემდეგი ღონისძიებების ჩატარება:

- გეოსაინჟინრო პრობლემების განხილვა უნდა წარმოებდეს საერთაშორისო დონეზე გამჭვირვალე და ანგარიშგებადი ფორმით, სადაც ყველა ქვეყნის მთავრობას მიეცემა დემოკრატიულად მონაწილეობის მიღების საშუალება.
- გეოინჟინერიასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებები უნდა შეესაბამებოდეს მოქმედ საერთაშორისო კანონმდებლობას, მათ შორის კანონებს, რომლებიც იცავს მშვიდობასა და უსაფრთხოებას, ადამიანის უფლებებს, ბიომრავალფეროვნებას, ეროვნულ სუვერენიტეტს და კრძალავს მეტეოროლოგიურ პროცესებზე ხელოვნური ზემოქმედების გამოყენებას აგრესიის მიზნით.
- მიღებული გადაწყვეტილებები უნდა ითვალისწინებდეს დაგეგმილი ქმედებების ისეთ კრიზისულ შედეგებს, როგორცაა შიმშილობა, სიღარიბე, ბიომრავალფეროვნების კარგვა, ეკოსისტემების განადგურება და ოკეანის მჟავიანობის ხარისხის ზრდა.
- გეოინჟინერიის დარგში დაგეგმილი და მიღებული გადაწყვეტილებები უნდა ეყრდნობოდეს იმ პრინციპს, რომ არც კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული კრიზისის სერიოზულობა და არც არსებული სამეცნიერო დონის უკმარისობა არ შეიძლება გამოყენებული იქნას აღნიშნულ დარგში ექსპერიმენტების გასამართლებლად.

აღნიშნული პრობლემა უკვე ორ ათწლეულზე მეტი ხნის განმავლობაში წარმოადგენს გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის საზრუნავს. კონვენციის ოფიციალური პოზიციის თანახმად გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით გაანალიზებულ და დასაბუთებულ ტექნოლოგიებს შეუძლია ორმხრივად მომგებიანი გადაწყვეტილებების უზრუნველყოფა, რომლებიც გლობალური ეკონომიკური ზრდისა და კლიმატის ცვლილების შერბილების (მითიგაციის) თანაარსებობის საშუალებას იძლევა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ტექნოლოგიებს შეუძლია ჩვენი განვითარების თანამედროვე გეზის უზრუნველყოფა, რომელიც გამოიხატება მოხმარებისა და წარმოების ზრდაში, ამ პროცესის უარყოფითი შედეგების გარეშე. მიუხედავად იმისა, რომ გარემოსდაცვითი კრიტერიუმები ჯერ სრულად არ არის ჩამოყალიბებული, კერძო სექტორის როლი მათ ფორმირებაში უდავოდ მიიჩნევა. იმ დიდი პოტენციალს გათვალისწინებით, რომელიც კერძო ბიზნესს გააჩნია კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ტექნოლოგიების განვითარებაში, შეძლებისდაგვარად მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს ამ პოტენციალის მეცნიერულად დასაბუთებული გზით გამოყენებას. ეს საშუალებას მისცემს კაცობრიობას განავითაროს გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები ფართო საზოგადოების ინტერესების გათვალისწინებით და არ დაუშვას ვიწრო კორპორაციული მიზნების მისაღწევად გამიზნული დაუსაბუთებელი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომლებმაც, შესაძლოა, გლობალური ეკოლოგიური კატასტროფა გამოიწვიოს.

ლიტერატურა - REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Mooney P., Wetter K.Y. and Bronson D. Darken the sky and whiten the earth _ the dangers of Geoengineering. Development Dialogue, n 61, 2012, pp.210-237. www. dhf, uu.se
2. Google - 7 идей геоинженерии, или как изменить ситуацию на Земле к лучшему –Удаление из воздуха CO₂.
3. <http://insiderblogs.info/chemtrails-kak-eto-rabotaet/>

უაკ 551.521;631.67;662.997

გეოინჟინერიის თანამედროვე პრობლემები კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით./ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, დ. ერისთავი./სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2016. - ტ.123. - გვ.59-63. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. განხილულია გეოინჟინერიის ახალი და მრავალფეროვანი ტექნოლოგიები, რომლებიც აქამდე კლასიფიცირებული იყო როგორც მზის რადიაციის მართვა/მენეჯ-

მენტი (SRM), ნახშირორჟანგის შთანთქმა და სეკვესტრირება და ამინდზე ხელოვნური ზემოქმედება. გაანალიზებულია გეოინჟინერიის დარგში დაგეგმილი სამუშაოების შედეგებთან დაკავშირებული შესაძლო საფრთხეები და დასახულია მათი თავიდან აცილების საშუალებები.

UDC 551.521;631.67;662.997

Modern problems of geoengineering related with climate change ./Beritashvili B., Kapanadze N., Eristavi D./ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2016, V.123. - pp.59-63, Geo.; Summ.: Geo., Eng., Rus. New and diverse geoengineering technologies are discussed, classified as solar radiation management (SRM), CO₂ removal and weather modification. Possible hazards related with the results of planned geoengineering activities are analyzed along with the means of their prevention.

УДК 551.521;631.67;662.997

Современные проблемы геоинженерии, связанные с изменением климата. /БериташвилиБ. Ш., КапанадзеН. И., ЭриставиД. В./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2019. вып.123. - с.59-63. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Рассмотрены новые разнообразные технологии геоинженерии, классифицируемые как контроль солнечной радиации (SRM), поглощение СО₂и активные воздействия на погодные явления. Проанализированы возможные опасности связанные с результатами планируемых работ в области геоинженерии и определены пути их устранения