



დედამიწის გაფართოება და მასთან დაკავშირებული ბუნებრივი პროცესები

ადეიშვილი თ., გალდავაძე ჯ., ჯიქია მ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

ანოტაცია: განხილულია დედამიწის გაფართოების თეორია და მისი დამადასტურებელი მტკიცებულებები და ექსპერიმენტული მონაცემები.

საკვანძო სიტყვები: დედამიწის გაფართოება, ბუნებრივი პროცესები

გაფართოებადი დედამიწა (ინგლ. expanding Earth)-ესაა თეორია, რომელიც ამტკიცებს, რომ მატერიკების მდებარეობა და ფარდობითი მოძრაობა გამოწვეულია პლანეტის მოცულობის ზრდით, რაც თავის მხრივ განპირობებულია სამყაროს, როგორც ერთი მთლიანის აჩქარებული გაფართოებით. ამ მოსაზრებას საფუძველი ჩაეყარა XX საუკუნეში და წარმატებით ვითარდება დღესაც.

არსებობს სამი ძირითადი ვარიანტი დედამიწის გაფართოების თეორიის თუ ჰიპოთეზის დასადასტურებლად: 1. დედამიწის მასა არ იცვლებოდა და მის ზედაპირზე სიმძიმის ძალა მცირდებოდა დროთა განმავლობაში; 2. დედამიწის მასა იზრდებოდა მოცულობის ზრდასთან ერთად და მის ზედაპირზე სიმძიმის ძალა სუსტად იცვლებოდა; 3. გრავიტაციული მუდმივა G წარსულში იყო უფრო დიდი და შესაბამისად დედამიწა ფართოვდებოდა G შემცირებასთან ერთად [1, 2, 3, 4]. დავახასიათოთ ისინი მოკლედ.

1. დედამიწის გაფართოება მუდმივი მასით

1834-1835 წლებში გემ „ზიგლის“ მეორე ექსპედიციის დროს ცნობილმა ინგლისელმა მეცნიერმა ჩარლზ დარვინმა ივარაუდა, რომ წარსულში განხორციელებულ დედამიწის გაფართოებას შეეძლო აეხსნა სამხრეთ ამერიკის ხმელეთის აზევა, რომელმაც განაპირობა ანდეზებისა და პატაგონიის საფეხუროვანი პლატოების წარმოშობა. მაგრამ, უკვე 1835 წ. მან უარყო ეს იდეა და გამოთქმა მეორე მოსაზრება, რომ მთების ზრდასთან ერთად მიმდინარეობდა ოკეანური ფსკერის დაწევა [5].

1889 წ. იტალიელმა გეოლოგმა რობერტო მანტოვანიმ გამოაქვეყნა მოსაზრება დედამიწის გაფართოებისა და კონტინენტების დრეიფის შესახებ. მან დაუშვა, რომ ერთიანი კონტინენტი ფარავდა დედამიწის მთელ ზედაპირს, როცა მას გააჩნდა მცირე მოცულობა. სიტუურმა გაფართოებამ განაპირობა ვულკანური აქტიურობა, რომელმაც სუპერკონტინენტი გაყო რამდენიმე მცირე კონტინენტად. ისინი დრეიფობდნენ ერთმანეთის მიმართ პლანეტის შემდგომი გაფართოების ხარჯზე, რომელიც მიმდინარეობდა იმ ზონებში, სა-

დაც ამჟამად ოკეანეებია განლაგებული [6]. თუმცა ა. ვეგენერმა აღნიშნა ამ მოსაზრების მსგავსება მის საკუთარ მატერიკების დრეიფის თეორიასთან, მაგრამ დრეიფის მიზეზად მას არ მიაჩნდა დედამიწის გაფართობა.

გაფართოების ჰიპოთეზასა და კონტრაქციის (პლანეტის შეკუმშვის) მოსაზრებას (ის ხომ მთელი XIX საუკუნე იყო გაბატონებული მეცნიერებაში) შორის კომპრომისის მიღწევას შეეცადა ირლანდიელი ფიზიკოსი ჯონ ჯოლი, რომელმაც თავის თეორიას „სითბური ციკლების თეორია“ (theory of thermal cycles) უწოდა. მისი აზრით, დედამიწის შიგნით იზოტოპების რადიოაქტიური დაშლისაგან წარმოქმნილი სითბო ჭარბობს პლანეტის გაციებას. ბრიტანელ გეოლოგთან არტურ ჰოლსმთან ერთად ჯოლმა გამოთქვა ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვითაც დედამიწა ჭარბ სითბოს გამოყოფს პერიოდული გაფართოების ხარჯზე. ამ გაფართოებას მივყავართ ნაპრალების ზრდამდე, რომლებიც ივსებიან მაგმით. გაფართოების ფაზის შედეგად იწყება გაციების ფაზა, რომელშიც მაგმა ცივდება და დედამიწა იკუმშება [7].

ავსტრალიელმა გეოფიზიკოსმა ს. უ. კერმა 1950 წ. გამოვიდა დედამიწის გაფართოების ჰიპოთეზის მხარდასაჭერად და სიცოცხლის ბოლომდე იცავდა ამ მოსაზრებას [8]. ის უარყოფდა სუბდუქციისა და გეოლოგიაში გაბატონებული სხვა მოვლენების შესაძლებლობას, რომლებიც ხსნიდნენ სპრედიუნგისა და ოკეანური ქერქის შუაოკეანური ქედის შექმნით მომავალ განვითარებას. გაფართოებადი დედამიწის თეორიის მრავალი მომხრე 1970 წლის შემდეგ მხარს უჭერდა კერის იდეებს [4].

2. დედამიწის მასის ზრდა

1888-1889 წლებში რუსმა სწავლულმა ი. იარკოვსკიმ გამოთქვა მოსაზრება, რომ ყველგანშემღწევი ეთერის რაღაც სახეობები შთაინთქმება დედამიწის შიგნით და გარდაიქმნება ახალ ქიმიურ ელემენტებად, რაც იწვევს პლანეტის გაფართოებას. ეს ჰიპოთეზა მჭიდროდ იყო დაკავშირებული მისი გრავიტაციის მექანიციკურ ახსნასთან [9]. ო. კრისტოფ ჰილგენბერგისა (1974 წ.) და ნ. ტესლას (1935 წ.) ჰიპოთეზები ასევე ემყარებოდნენ ეთერის, ან ენერჯის სხვა ფორმების, შთაინთქმას და ჩვეულებრივ მატერიაში მათ ტრანსფორმაციას [10,11]. 1956 წ. ს. უ. კერმა ასევე ივარაუდა პლანეტებში მასის გაზრდის რაღაც მექანიზმის არსებობის შესაძლებლობა და განაცხადა, რომ ამ პრობლემის გადაჭრა შესაძლებელია მხოლოდ კოსმოლოგიურ პერსპექტივაში სამყაროს გაფართოებასთან დაკავშირებით [12].

3. გრავიტაციული მუდმივას შემცირება

1938 წ. პოლ დირაკმა [3] გამოთქვა მოსაზრება, რომ გრავიტაციული მუდმივა G სამყაროს არსებობის მილიარდი წლების განმავლობაში უნდა შემცირებულიყო გაფართოების გამო. ამ იდეამ გერმანელ ფიზიკოსს ჰასკუალო იორდანს საშუალება მისცა ფარდობითობის ზოგადი თეორიის მოდიფიცირება განეხორციელებინა და 1964 წ. გამოეთქვა ჰიპოთეზა ყველა კოსმოსური სხეულის და მათ შორის დედამიწის გაფართოების შესახებ [13]. ჩვენი პლანეტის გაფართოების სხვა ამხსნელი თეორიისაგან განსხვავებით, ეს თეორია, მიუხედავად იმისა, რომ მას მსოფლიოს წამყვანი მეცნიერები იზიარებდა [ჰოლუინგი, ფეინმანი, ტელერი, ზელდოვიჩი, კლიმონტოვიჩი და სხვა) მაინც დარჩა ფიზიკურად დასაშვებ თეორიად. მაგრამ გრავიტაციული მუდმივას შესაძლო ვარიაციების შეფასებებმა უჩვენეს, რომ მისი ფარდობითი ცვლილების ზედა ზღვარი შეადგენს 5×10^{-12} წელიწადში [14], რაც გასაზომად ერთობ მნელია და თითქმის მიუღწეველია დღეისათვის.

4. სამეცნიერო კონსესუსი

დედამიწის გაფართოების თეორია არ შეიძლება იყოს უნაკლო. მაგალითად, თუ დედამიწის ქერქი გაფართოვდა, მაშინ როგორ აიხსნება მისი დანაოჭება? ასეთი შეუსაბამობები მრავალია. რამდენად დამაჯერებელია ისინი ამ თეორიის მოწინააღმდეგეებისათვის ეს უკვე სხვა საკითხია. აქ უფრო ზოგად პრობლემას უნდა გაესვას ხაზი. მყისვე ისმის კითხვა: თუ დედამიწა ფართოვდება და ფართოვდებოდა, მაშინ იცვლებოდა თუ არა მისი მოცულობა და მასა რჩებოდა უცვლელი? ან საქმე არა მარტო მოცულობის, არამედ მასის ცვლილებაა.

არსებობს მარტივი ფორმულა, რომელიც აკავშირებს პლანეტაზე არსებულ სიმძიმის ძალას მის მასასთან. თუ ჩვენ გვექნება მონაცემები, რომ სიმძიმის ძალა იცვლებოდა ყველა გეოლოგიურ ხანაში, მაშინ დედამიწის გაფართოების თეორია არ დარჩება სუფთა თეორიად, რომელიც სამყაროს საერთო გაფართოებიდან გამომდინარეობს. რაც უფრო მალე დამტკიცდება, რომ სიმძიმის ძალა მცირდება დროთა განმავლობაში, მით მალე გაკეთდება დასკვნა, რომ დედამიწის გაფართოება მიმდინარეობდა მისი მოცულობის ზრდის ხარჯზე, ხოლო მასა იყო უცვლელი. თუ სიმძიმის ძალა გაიზარდა დროის მიხედვით, მაშინ ადგილი უნდა ჰქონოდა მასის გაზრდასაც.

არსებობს თუ არა რაიმე ფაქტიური მონაცემები, რომელთა მეშვეობითაც შეიძლება დედამიწის გაფართოების ჰიპოთეზის შემოწმება.

ცნობილია, რომ ცოცხალი ორგანიზმების ხმელეთზე გამოსვლისას ცხოველთა ზომები ევოლუციის პროცესში თანდათან იზრდებოდა. არა ყველასი, მაგრამ მაინც იზრდებოდა. ეს თითქმის გასგებიცაა. მსხვილ და, აქედან გამომდინარე, უფრო ძლიერ არსებას უადვილდება მტაცებელთან ბრძოლა. ამ გამსხვილებამ მაქსიმუმს მიაღწია მეზოზოურ ერაში, ქვეწარმავალთა - დინოზავრების ბატონობის ეპოქაში, როდესაც დედამიწას მოიცავდა გიგანტები, რომელთანაც შედარებით სპილოც კი ჯუჯად მოგვეჩვენებოდა. მაგრამ შემდგომში მოხდა გარდატეხა. გიგანტური დინოზავრები თანდათან იკლებენ ზომებში და შემდეგ გადაშენდნენ. ხმელეთის სიცოცხლის ლიდერები ხდებიან საწყის ეტაპზე შედარებით მცირე ზომის ძუძუმწოვრები. დინოზავრების ტირანიისაგან განთავისუფლების შედეგად ხორციელდება მათი ზომების ზრდა. მაგრამ ეს გაცილებით სუსტი პროცესია, ვიდრე ადრინდელი გიგანტიზმის აფეთქება იყო. მეორეც, უკანასკნელი მილიონობით წლის განმავლობაში დაიკვირება მსხვილი ძუძუმწოვრების ზომების განუხრელი კლება.

არაა გამორიცხული, რომ აქ მოქმედებდა რაღაც, ჯერ კიდევ კაცობრიობისათვის უცნობი, ბიოლოგიური კანონზომიერებები. მაგრამ ამ პროცესის სხვანაირი ახსნაცაა შესაძლებელი: დედამიწაზე გაიზარდა სიმძიმის ძალამ, ხოლო ასეთ პირობებში გიგანტების „კონსტრუქცია“ ნაკლებად რაციონალური გახდა და ხმელეთის „მბრძანებლები“ დაიღუპნენ საკუთარი წონით გაჭყლეტის თუ მსხვერვის გამო.

ხომ არ იზრდება სიმძიმის ძალა ამჟამად? მონაცემები ამ მიმართულებით ცოტაა (მისი უწყვეტი გაზომვები დაიწყო სულ რაღაც 150 წლის წინათ), მაგრამ მაინც არსებობს. მაგალითად, ვაშინგტონში 1875-1928 წლებში განხორციელებული უწყვეტი დაკვირვებების მიხედვით სიმძიმის ძალა გაიზარდა 980098 მილიგალიდან 980120 მილიგალამდე. ბალტიისპირეთში, სანკტ-პეტერბურგის, კავკასიისა (თბილისის) და შუა აზიის რეგიონებისათვის 1955-1967 წლებში ჩატარებული გაზომვები გვაძლევს, რომ სიმძიმის ძალა საშუალოდ წლიურად იზრდება 0,05-0,10 მილიგალით. ეს რასაკვირველია მცირე სიდიდეა თუ პლანეტის ისტორიას ვიხილავთ ათწლეულების ინტერვალში, მაგრამ ძალზე დიდია თუ ის მილიარდობით წელს შეადგენს. სიმძიმის ძალის ზრდის დაფიქსირებული ტემპები დაახლოებით შეესაბამება თეორიული შეფასებებს [15] - ასი მილიონი წლის განმავლობაში

სიმძიმის ძალა დედამიწის ზედაპირზე თითქმის ორნახევარჯერ გაიზარდა და პლანეტის რადიუსი თითქმის გაორმაგდა, ხოლო 600 მილონი წლის წინათ ის იყო თანამედროვე მნიშვნელობაზე 6-8-ჯერ ნაკლები [16].

უნდა აღინიშნოს, რომ ხელსაწყოების მიერ დაფიქსირებული სიმძიმის ძალის ზრდის ტემპები შეიძლება სხვანაირადაც აიხსნას. მაგალითად, ის მივაწეროთ ფლუქტუაციებს, ეპიზოდურ გადახრებს. მაგრამ ასეთი მოსაზრებაც ხომ არაა შემოწმებული და დამტკიცებული. როგორ შევამოწმოთ ის, თუ 150 წლის წინათ, არაფერი რომ არ ვთქვათ ათასობითა და მილიონობით წლებზე, არავინ არანაირ სიმძიმის ძალას უწყვეტად არ ზომავდა. ე. ი. პრობლემა უნდა განვიხილოთ ერთობლიობაში და ეს კი გვარწმუნებს, რომ სიმძიმის ძალა და დედამიწის ზომები დროთა განმავლობაში იცვლებოდა.

იგივე შეიძლება ითქვას დედამიწის სიღრმეებიდან სხვადასხვა აირების ემანაციის შესახებ. უნდა ითქვას, რომ დედამიწის გაფართოების დროს იცვლება მისი ტექტონიკური და ვულკანური რეჟიმი, რაც განაპირობებს პლანეტის სიღრმეებიდან სხვადასხვა აირების გამოყოფის პროცესის გააქტიურებას. რამდენადაც ტექტონიკური პროცესები და მიწისძვრები დედამიწის შიგნით მიმდინარე პროცესებია, ამიტომ ისინი, პრინციპში ერთმანეთანაა დაკავშირებული. სახელდობრ, გაფართოების დროს პლანეტის შიგნით გააქტიურებული ძალები უზრუნველყოფს ამ პროცესების წარმართვას. ამჟამად გამოთქმულია მთელი რიგი მოსაზრებებისა მიწისძვრების წარმოშობასთან დაკავშირებით, ხოლო ვულკანურ აქტიურობებთან დაკავშირებით საქმე რამდენადმე მარტივადაა [17, 18]. მაგმა დედამიწის შიგნით იმყოფება ნახევრად გამლღვალ მდგომარეობაში, ის პოულობს სუსტ ზონებს, გამოედინება, ფეთქდება და იწვევს ფართომასშტაბურ ბუნებრივ პროცესებს. მიწისძვრების გენეტიკა ბურუსითაა მოცული. ამიტომ მათი პროგნოზი ძალზე ძნელია. ამჟამად ერთ-ერთ წარმატებულ თეორიად ითვლება ფილაქნების მოძრაობა, რაც თავის მხრივ დედამიწის გაფართოებასთანაა დაკავშირებული. ლითოსფერული ფილაქნები - ეს იგივე მატერიკებია. სულ მატერიკების შესაბამისი შვიდი ლითოსფერული ფილაქანია: ევრაზია, სამხრეთ ამერიკა, ჩრდილოეთ ამერიკა, აფრიკა, ანტარქტიდა, ავსტრალია და წყნარი ოკეანის ფილაქანი. და მათ შორის მდებარე შვიდი მცირე ფილაქანი, რომელთაც დამოუკიდებელი მნიშვნელობა არ გააჩნიათ. ისინი მოძრაობენ რაღაც ერთობ ძლიერ შინაგანი ძალების ზემოქმედებით, რომლებიც გამოხატულია კოგნიტიური მოძრაობების სახით. ესაა დინებები, რომლებიც მოძრაობენ ნახევრად შეიარაღებულ ფენაზე, რომელსაც ასტენოსფეროს უწოდებენ. თუ ერთმანეთს ეჯახებიან ორი ოკეანური ფილაქანი ანუ ოკეანური ქერქის მქონე ფილაქანი, ისინი როგორც წესი შეცოცდებიან უფრო მსუბუქი კონტინენტური ფილაქანის ქვეშ და ამრიგად იძირება 700 კმ სიღრმემდე. სახელდობრ ეს სიბრტყე, რომელზეც მოძრაობენ ფილაქნები ასეთ დიდ სიღრმეებზე, მოიცავენ მიწისძვრათა ჰიპოცენტრების ფოკუსებს. ე. ი., სახელდობრ, ამ ფილაქნების საზღვარზე მიმდინარეობენ ვულკანური მოვლენები და მიწისძვრები. რატომ ვულკანური მოვლენები? იმიტომ, რომ ფილაქანი ხვდება დიდ სიღრმეზე, სადაც უფრო მაღალი წნევა და ტემპერატურაა, იქ არსებული ნივთიერება ლღვება და გამოიყოფა დედამიწის ზედაპირზე ვულკანური ამოფრქვევების სახით. არსებობს ადგილები, სადაც ფილაქნები თავს იყრიან და არის ისეთი ადგილებიც, სადაც ისინი ერთმანეთს შორდებიან. ამ განშორების ადგილებს სპრედინგის ზონებს უწოდებენ და იქ წარმოიშობიან ღრმა რიფტული არეები. ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეებშიც დაიკვირებიან წყალქვეშა ვულკანები და მიწისძვრები. ასევე არსებობენ ტრანსფორმული რღვევები. ეს ხდება, როცა ფილაქნები მოძრაობენ არა ერთმანეთისაკენ, არამედ ერთი მიმართულებით და ამიტომაც ხდება წანაცვლება და მის ფაგლებში კი ადგილი აქვს ძლიერ მიწის-

ძვრებს. აი ამ ადგილებში ხდება ვულკანების ამოფრქვევაც. მაგრამ ზოგჯერ მიწისძვრები და ვულკანები შეიძლება ხდებოდეს ფილაქნების შეჯახებისა და განშორების ფარგლებს გარეთ. ასეთ მოვლენებს ცხელ წერტილებს უწოდებენ.

ძალზე საინტერესოა პოსტვულკანური პროცესები, ანუ ვულკანის „მიძინების“ შემდეგ დროინდელი მოვლენები. როცა ვულკანი წყვეტს თავის აქტიურ მოქმედებას, მაშინ იმავე ტერიტორიაზე წამოიშობა სხვადასხვა ტიპის გეიზერები და აირთა ნაკადები. გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, დიოქსიდი, ნახშირორჟანგი, ქლორი, რადონი, ზოგჯერ მჟავები, ორთქლი და სხვა. ეს მოქმედებები ზოგჯერ ათასწლეულობით გრძელდება. ასევე გამოიფრქვევა დიდი რაოდენობით მყარი მასები: ტუფის, პემზასა და სხვა მასალები.

თუ ვულკანური მოვლენების პროგნოზირება შეიძლება, სამწუხაროდ მიწისძვრის წინასწარმეტყველება ურთულეს პრობლემას წარმოადგენს.

მიწისძვრები სხვადასხვა სახისაა. გარდა ტექტონიკურისა და ვულკანურისა არსებობს დეტონაციური მიწისძვრები, როდესაც ჩამოწოლას განიცდის დიდი მასის მთის ქანები და იწვევს გრუნტის რყევებს. ეს უკანასკნელი მცირე სიძლიერის მიწისძვრებია, რომლებიც არანაირ რყევებს არ იწვევს, მაგრამ მაინც გააჩნია თეორიული მნიშვნელობა.

ვულკანური მიწისძვრების დროს, ამოფრქვეული დიდი რაოდენობის მასები, ბუნებრივია იწვევს მიწისძვრებს. ის ენერგეტიკა, რომელიც იწვევს ვულკანურ ამოფრქვევებს, რა თქმა უნდა არ მიმდინარეობს დედამიწის ქერქის ცალკეული უბნების გადანაცვლების გარეშე. ამიტომ ასეთ მიწისძვრებთან დაკავშირებით მეტნაკლებად ყველაფერი ცნობილია.

ტექტონიკური მიწისძვრები გამოწვეულია ფილაქნების მოძრაობით. ეს - ყველაზე დამანგრეველი მიწისძვრებია. ისინი შეადგენენ მიწისძვრათა დაახლოებით 95%. სახელდობრ მათ შესახებ მიმდინარეობს ყველაზე სერიოზული დისკუსიები: რითაა ისინი გამოწვეული? ერთი ცხადია: უდავოა გვერდს ვერ ავუვლით შინაგან მიზეზებს, ე. ი. შინაგან ენერგეტიკულ განტვირთვებს. დედამიწის ყველა სახის შინაგანი ნივთიერება იმყოფება განსაზღვრული წონასწორობის მდგომარეობაში. როგორც კი წონასწორობა დაირღვევა, ვთქვათ დედამიწის გაფართოებისას, უსიტყვოდ ხდება ლითოსფერული ფილაქნების წანაცვლებები - ვერტიკალური თუ ჰორიზონტული. თუმცა არსებობს კოსმოსურ სხეულთა გარკვეული გავლენებიც, როდესაც ჩვენი და მზის სისტემის სხვა პლანეტები მთვარესთან ერთად ერთ წრფეზე განლაგდებიან, ე. ი. არსებობს გარე ძალების რაღაც განსაზღვრული მდგენელი.

რაც შეეხება მიწისძვრების წინამძვრებს ჯერ - ჯერობით ისინი საფუძვლიანად არაა შესწავლილი. უკვე კარგად შესწავლილად ითვლება: გასწვრივი ტალღების სიჩქარის ცვლილება; ქანების წინაღობის შემცირება; გრუნტის წყლების დონეთა შემცირება; წყლის ტემპერატურის ცვლილება; ატმოსფერული ემისიების ვარიაციები [19]; ზოგიერთი ელემენტისა და აირის კონცენტრაციათა ცვლილება: რადონი, ჰელიუმი, ქლორი, წყალბადი, ნახშირორჟანგი, ოზონი, წყალბადი და სხვ. [20]. რადონი და ჰელიუმი რადიოგენური აირებია და ცხადია პლანეტის გაფართოებისას უნდა იხსნებოდეს დედამიწის ქერქის განსაზღვრული უბნები და მათში ინტენსიურად უნდა ხდებოდეს მათი ამოფრქვევა. აირთა და განსაკუთრებით რადონისა და ჰელიუმის გამოყოფა წარმოადგენს არა მარტო მიწისძვრათა საკმაოდ ზუსტ წინამორბედებს, არამედ მათმა ხანგრძლივმა და ზუსტმა გაზომვებმა შესაძლებელია ძალზე ფასეული ინფორმაცია მოგვცეს დედამიწისა და საერთოდ სამყაროს გაფართოების შესახებ.

ლიტერატურა

1. Tohn A. Jacobs. The Earth 's Core – Academic Press, 1987.
2. ადეიშვილი თ., გალდავაძე ჯ. და სხვ. გრავიტაციული მუდმივას ცვლილების საკითხისათვის. „საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ მოხსენებათა კრებული, ქუთაისი, 2017.
3. Dirac P. A. M. A new basis for cosmology. Proc. of the royal society of London. A, 165, 1938.
4. Кери У. В поисках закономерности развития Земли и Вселенной. М., Мир, 1991.
5. Herdert, Sandera. „Charles Darwin as a Prospective geological author“. British Journal for the History of science T. 24 (2) :159-192, 1991.
6. Mantovani R. „L' Antarctide“, Je m' instruis. La Science Pour tous, T., 38, 1909.
7. Hohl R. „Geotektonische Hypothesen“. Brockhaus Nachschlagewerk Geologie mit einem ABC der Geologie, T., Bol., 1:279-321, 1970.
8. Ogrisseg J. Dogmas may blinker mainstream scientific thinking. <http://, 2009.
9. Yarkovsky I.O. Hypothese cinetique de Gravitation universelle et connexion avec la formation des elements chimiques, Moscou, 1888.
10. Hildenberg O.C. Geotektonik, neuartig gesehen, Geotektonische Forschungen, T., 45, 1-194, ISBN 978-3-510-50011-6, OCLC 602739414, 1974.
11. Tesla N. Expanding Sun Will Explode Someday Tesla Predicts, New York: Newyork Herald Tribune, <http://, 1935.
12. Carey S.W. Theories of the earth and universe: a history of dogma in the earth sciences, ISBN 978-0-8047-1364-1, <http:// books. Google. ru / books?, 1988.
13. Jordan P. The expanding earth: some consequences of Dirac's gravitation hypothesis, Oxford: Pergamon Press, 1971.
14. Born M. Die Relativitats theorie Einsteins, Berlin_Heidelberg – New York: Springer – Publisher, ISBN 3-540-00470-X, 1964.
15. Нейман В. Что происходит с Землей. Ж., „ Вокруг света“, №12. 1974.
16. ადეიშვილი თ., გალდავაძე ჯ. გრავიტაციული მუდმივას ცვლილება, დიდი რიცხვების ჰიპოთეზა და დედამიწისმიერი ცვლილებები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ მოხსენებათა კრებული, ტ., IV, ქუთაისი, 2015.
17. Мячкин и др. Физика очага землетресений. М., 1975.
18. Белоусов. Основы геотектоники. М., Наука, 1975.
19. ოქროჭელიძე ნ. ატმოსფეროს ზოგიერთი ემისიის გენერაციის მექანიზმების შესწავლა არაორდინარული მოვლენების დროს. ფიზიკის დოქტორის აკად. ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაცია. ქუთაისი, 2014.
20. კიკალიშვილი ხ. ზოგიერთი გეოქიმიური წინამორბედის შესწავლა მიწისძვრის პროგნოზის მეთოდთა სრულყოფის მიზნით. ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაცია. ქუთაისი, 1917.

THE EXPANDING EARTH AND ASSOCIATED NATURAL PROCESSES

Adeishvili T., Galdavadze J., Jikia M.

Summary: Phase-change from inherited metastable super-dense matter, change of G with cosmological time and secular growth of mass at the expense of energy, have been offered as causes of expansion. These could be adequate, but raise other anomalies. Some new fundamental principles of physics may still remain to be discovered.