

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
SOKHUMI STATE UNIVERSITY



მელორ ალფენიძე
ელიზბარ ელიზბარაშვილი, კობა ხარაძე

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა



სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მელორ ალფენიძე

ელიზბარ ელიზბარაშვილი, კობა ხარაძე

ზოგადი დადგენის სპეცოღნოზუ



თბილისი 2016

ზოგადი ზოგადი დედამიწის მშენებლობა დამწყები გეოგრაფიკების აზროვნებაში საკმაოდ მრავალმხრივი ინფორმაციის დაგროვების, ზოგადი გეოგრაფიული კანონების აღქმის, გეოგრაფიის აღფასება და ომეგას შეცნობის წინაპირობაა. ცხადია, რომ ის მომავალი სპეციალისტების სამაგიდო წიგნია. ვინაიდან, გეოგრაფიის შესწავლით დაინტერესებულნი სრულყოფილად უნდა დაეუფლონ თიზიკური გეოგრაფიის შესწავლის ობიექტს – გეოგრაფიულ (ლანდშაფტურ) გარსს (სისტემას), წინამდებარე სახელმძღვანელოს ამოცანა ბუნების კომპონენტების ურთიერთდაკავშირებული და ურთიერთგანპირობებული ერთიანი-მთლიანი სისტემის სრულფასოვან აღქმაში მდგომარეობს.

სახელმძღვანელოს შემუშავება 2003 წელს გამოცემული „ზოგადი თიზიკური გეოგრაფიის“ საფუძველზე მოხდა. მისი შინაარსი ემთხვევა გეოგრაფიის სასწავლო საბაკალავრო პროგრამას. იგი მოიცავს ცოდნას გეოგრაფიული მეცნიერების ისტორიის, გეოგრაფიული გარსის (სისტემის) შემადგენლობისა და სტრუქტურის, დედამიწის ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროსა და ბიოსფეროს წარმოშობის, განვითარების, დინამიკის, თანამედროვე მდგომარეობისა და პროგნოზის შესახებ.

მშობლიურ ენაზე წიგნის შედგენა ხელს შეუწყობს როგორც გეოგრაფიული ცოდნის, ისე ეროვნული აზროვნების განვითარებას, მატერიალურ-კულტურული და მორალურ-ზნეობრივი თვასეულობათა შეთვისება-შესისხლხორცებას.

სახელმძღვანელო ქართულენოვანი „სრულმეტრაჟიანი“ წიგნია. იგი განკუთვნილია გეოგრაფიის სპეციალობის ბაკალავრიატის დონის სტუდენტებისათვის. უნივერსიტეტების გეოგრაფიული სპეციალობის სტუდენტების გარდა ის შეიძლება გამოიყენოს გეოგრაფიის მასწავლებლებმა, დარგის სპეციალისტებმა, ბუნებისმეტყველებით დაინტერესებულმა ფართო საზოგადოებამ.

რედაქტორი: პროფ. ზურაბ სეფერთელაძე

რეცენზენტები: პროფ. მარატ ციცქიშვილი

პროფ. ოთარ ჩხეიძე

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2016

© მ. ალთენიძე

სარჩევი

Contents

წინასიტყვაობა	4
შესავალი	6
თავი I. სამედიკალური და მზის სისტემა	13
თავი II. გეოგრაფიული მდებარეობის განვითარების ძირითადი ეტაპები	42
თავი III. დედაქალაქის პლანეტარული თავისებურებანი	78
თავი IV. დედაქალაქის შინაგანი აგებულება	115
თავი V. ატმოსფერო	136
თავი VI. ჰიდროსფერო	191
თავი VII. ლითონსფერო და დედაქალაქის ზედაპირის ძირითადი ნიშნები	209
თავი VIII. ხმელეთის წყლები	240
თავი IX. ბიოსფერო	275
ლიტერატურა	308

წინასიტყვაობა

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის კურსი მომავალი გეოგრაფოსების სამაგიდლო წიგნია. გეოგრაფიული მეცნიერების ზოგადი კანონების, რაც იგივეა - გეოგრაფიის ალფაბეტი და ომეგას შესახებ დამწყებმა გეოგრაფოსმა უნდა მიიღოს სწორი და ამომწურავი ინფორმაცია. ამ კურსის მრავალი სახელმძღვანელო გამოიცა ყოფილ საბჭოთა ქვეყანაში. ზოგი მათგანი უკვე 100 წლისაა. ყველაზე სრულფასოვანი (ს. კალესნიკი, 1955) კი - ნახევარი საუკუნეზე მეტს ითვლის. უფრო გვიანდელი (ლ. შუბაევი, 1977; კ. მარკოვი და სხვ., 1973; ს. კალესნიკი, 1973; ფ. მილკოვი, 1970; კ. გერენჩუკი და სხვ., 1984, ასევე შ. ცხოვრებაშვილის (1955) დედამიწისმცოდნეობის პრაქტიკუმი, ე. ელიზბარაშვილისა და ბ. ჭავჭავაძის (1992) ლექციების კურსი) გამოცემები ნაკლებად ასახავენ თანამედროვე მოთხოვნილებებს. აღსანიშნავია, რომ ამ შინაარსის სახელმძღვანელოთა დიდი ნაწილი უცხოურ (რუსული) ენაზეა გამოცემული, რაც ჩვენი სტუდენტების მესხიერებაში, ენობრივ ბარიერთან ერთად, თანამედროვე მეცნიერული მიღწევებისა და ჩვენი ქვეყნის ან კავკასიის რეგიონის შესახებ კლასიკური გეოგრაფიული მასალების შეუცნობლობას იწვევს.

წინამდებარე წიგნი ფაქტობრივად, გეოგრაფიული მიდგომისა და დაგვირგთვის პირველი სრულყოფილი სასწავლო დანიშნულების სახელმძღვანელოა. სახელმძღვანელოს შედგენას საფუძვლად დაედო ავტორის მიერ ამ საგნის ხანგრძლივი სწავლება საქართველოს უნივერსიტეტების შესაბამის სპეციალობებზე.

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის კურსი საკმაოდ ვრცელ ინფორმაციას იძლევა. იგი მოიცავს ცოდნას: სამყაროს აგებულებისა და შედგენილობის შესახებ; გეოგრაფიული მეცნიერების ჩასახვისა და განვითარების, დედამიწის აღნაგობის, ფორმისა და მოძრაობების შესახებ; დედამიწის ზედაპირის არაერთგვაროვნების, აგრეთვე ჰიდროსფეროს, ატმოსფეროს, ლითოსფეროსა და ბიოსფეროს შესახებ. ჩვენ შევეცადეთ აქ მოყვანილი საგნებისა და მოვლენების გეოგრაფიული ინტერპრეტაციით მიგვეღწია აღნიშნული ობიექტების, მოვლენებისა და პროცესების გაგეოგრაფიულობა.

სახელმძღვანელოში მოცანილ შინაარსში დამწყები გეოგრაფოსები სრულყოფილად დაეუფლებიან ფიზიკური გეოგრაფიის შესწავლის ობიექტს, გეოგრაფიულ გარსს - დედამიწის ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროსა და ბიოსფეროს ურთიერთდაკავშირებულ და ურთიერთგანმამხირობებელ, ერთიან-მთლიან სისტემას, ხოლო ამ გეოსფეროების შესახებ დეტალურ ცოდნას მომდევნო კურსებზე (გეომორფოლოგია, მეტეოროლოგია-კლიმატოლოგია, ჰიდროლოგია, ბიოგეოგრაფია და სხვ.) შეიძენენ.

წინამდებარე ქართულენოვანი სახელმძღვანელო, მომავალი თაობის მიერ გეოგრაფიული ცოდნის შეძენასთან ერთად, ხელს შეუწყობს მათი ეროვნული აზროვნების განვითარებასაც, მისი მაგერიალური, მეურნეობრივი, კულტურული, ბუნებრივი, მორალურ-ზნეობრივი ფასეულებათა აღქმასა და შესისხლხორცებას.

სახელმძღვანელო ცხრა თავისაგან შედგება და 2003 წელს გამოცემული სახელმძღვანელოს („ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია“) გადაქმედების შედეგად შეიქმნა. მისი საბოლოო ჩამოყალიბება პროფ. მ. ალფენიძეს ეკუთვნის. სახელმძღვანელოს დახვეწისა და გაუმჯობესების მიზნით კოლეგების საყმაღრო შენიშვნებს დიდი მოთმინებით ელოდება ავტორი.

შეჯამება

მოკლე შინაარსი: გეოგრაფიული მეცნიერების სისტემა. დედამიწის მცოდნეობის შესწავლის ობიექტი. დისციპლინის მიზანი და ამოცანები.

გეოგრაფიული მეცნიერების, ქარისა და სითბოს მართვა,

ღრუბელთა გაფანტვა, წვიმიანი ან მზიანი ამინდის

გამოწვევა, სუსხის ან პაპანაქების უკუგდება... ისე,

როგორც ამჟამად ახდენენ... მდინარეთა რეგულირებას.

აკად. ვ. ობრუჩევი

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე – მესამე ათასწლეულის გარიჟრაჟზე, ადამიანის გონება უმაღლეს განვითარებასა და სრულყოფას აღწევს. ჯერ არასდროს ყოფილა მეცნიერება ეგზომ დახვეწილი, მდიდარი და თავისუფალი, ძლიერი და გამბედავი, ნათელი და შემწყნარებელი, აქტიური და წარმატებული. შეიძლება ითქვას, რომ მეცნიერული მასშტაბები არასოდეს იყო ასე ამაღლებული და ესოდენ პასუხისმგებელი კაცობრიობის წინაშე, როგორც აწინდელ ხანაში. თანამედროვე ეპოქა, ხომ მაგერიალური ბაზის მძლავრ საყრდენზე დგას, მზარდი საწარმოო ძალებზეა დაფუძნებული და, აქედან გამომდინარე, კოლოსალურ ინტელექტუალურ პოტენციალს ფლობს.

ადამიანთა საზოგადოების საქმიანობის ერთ-ერთი ურთულესი, მაგრამ ფრიად საინტერესო სფერო, რომლის ფუნქციას ჯეშმარიტების შესახებ ობიექტური ცოდნის თეორიული სისტემატიზაცია წარმოადგენს, მეცნიერების სახელითაა ცნობილი. მეცნიერების ცნება არაა შემოსაზღვრული მხოლოდ ახალი ცოდნის მისაღები საქმიანობით. იგი მოიცავს ამ საქმიანობის თეორიულ და პრაქტიკულ შედეგებსაც: მოცემულ მომენტში არსებული მეცნიერული ცოდნის ჯამს; მეცნიერული ძიებისა და მიგნების შესაძლებლობას; ინტელექტუალური ბაზის პრაქტიკაში რეალიზაციის საშუალებათა გამოყენებას.

მეცნიერების უმთავრესი ამოცანაა, კანონებისა და კანონზომიერებათა აღმოჩენა-დადგენის საფუძველზე, ობიექტურად რეალური მოვლენების აღწერა, ახსნა და წინასწარ განჭვრეტა (პროგნოზი). მეცნიერების განსაკუთრებული მიზანია ობიექტური სინამდვილის რაციონალური მართვის ხერხების, მიდგომებისა და მეთოდების შემუშავება და დასაბუთება. ბუნებრივია, რომ

გეოგრაფიული მეცნიერების მიზანი და ამოცანები საერთო - მეცნიერული განვითარების ფარგლებში ექცევა.

გეოგრაფიული მეცნიერების სისტემა. ადამიანთა საზოგადოების მიერ, ათასწლეულების განმავლობაში, შემუშავებული და დაგროვილი ცოდნა, პირობითად სამ დიდ ჯგუფად – საბუნებისმეტყველო, საზოგადოებრივ და ტექნიკურ მეცნიერებებად იყოფა. ძირითადი სტრუქტურული, ჯერ კიდევ, თქვენი სასკოლო პროგრამიდან ცნობილია, რომ გეოგრაფია საბუნებისმეტყველო (ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარგები) და საზოგადოებრივ (სოციალურ-ეკონომიკური და პოლიტიკური გეოგრაფიის დარგები) მეცნიერებებს მიეკუთვნება. ორივე მათგანი უძველეს დროში ჩამოყალიბდა და ბუნების, მოსახლეობისა და მეურნეობის შესახებ ენციკლოპედიური ცოდნის დაგროვებას ისახავდა მიზნად. ამჟამად, გეოგრაფიული მეცნიერება ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთობათა სისტემის შესწავლითაა დაკავებული. მათ შორის, პირველი - დედამიწის ბუნების ელემენტების ურთიერთობებს, ხოლო მეორე - საზოგადოებრივი წარმოების ტერიტორიულ ორგანიზაციას მოიცავს.

საბუნებისმეტყველო გეოგრაფიული მეცნიერებათა (ფიზიკური გეოგრაფია) სისტემა მოიცავს დარგებს, რომლებიც სწავლობენ გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურულ ელემენტებსა და მის ცალკეულ კომპონენტებს. ამ შრივ, ზოგადი დედამიწისმოცოდნობა (ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია), პალეოგეოგრაფია, ლანდშაფტმოცოდნობა – გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურული ელემენტების შემსწავლელი მიმართულებებია; მეორე ჯგუფის (კომპონენტური) შემადგენლობაში მოქცეულია გეომორფოლოგია, კლიმატოლოგია, ხმელეთის ჰიდროლოგია, ოკეანოლოგია, გლაციოლოგია, ნიადაგმოცოდნობა.

საზოგადოებრივ-გეოგრაფიული მეცნიერებათა ჯგუფი შეისწავლის სოციალურ-ეკონომიკური მიმართულების დარგებს: მოსახლეობის, დასახლებული პუნქტების, რესურსების, მრეწველობის, სოფლის მეურნეობის, ტრანსპორტის, რეკრეაციის, მომსახურეობის სფეროს გეოგრაფიულ ასპექტებს, პოლიტიკურ და ისტორიულ-გეოგრაფიულ ნიშნებს, გეოგრაფიული დისციპლინების ისტორიას, ტიპიზაციას.

ორივე გეოგრაფიული დარგი წარმოადგენელია კარტოგრაფიის - საგნებისა და მოვლენების ასახვის შესახებ მეცნიერების დარგის გარეშე, რომლის საბოლოო მიზანი რუკათშედგენითი საქმიანობაა. გეოგრაფიული აზროვნების „უმაღლესი სინთეზის“ მიღწევა შესაძლებელია მხარეთმოცოდნეობის, სამედიცინო და სამხედრო, აგრეთვე კონფესიური გეოგრაფიული დარგების მეშვეობით. უაღრესად ფართო მნიშვნელობა ენიჭება, ამჟამად პოლიტიზირებული საზოგადოების პოლიტიკური გეოგრაფიის საფუძვლებით შეიარაღებას.

გეოგრაფიული მეცნიერების აღნიშნულ დარგებს თავიანთი საკუთარი კვლევის ობიექტი გააჩნიათ და შესაბამისი მეთოდებითაა აღჭურვილნი. ისინი ერთიანი გეოგრაფიული მეცნიერების დარგებს წარმოადგენენ და ამდენად, მთლიან ინტეგრირებულ სისტემაში არიან მოქცეულნი. ამ

სისტემის შინაგანი ერთიანობა უზრუნველყოფილია მისი ყოველი წევრის წარმოშობისა და ინტერესების გეოგრაფიული მთლიანობით, რომელიც ობიექტური კავშირებისა და საბოლოო მიზნის ერთობაში მდგომარეობს. უმთავრესი მიზანი კი ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთობათა კონფლიქტური შედეგების გეოგრაფიული თვალსაზრისით რეგულირება-მართვის ორგანიზაციაში მდგომარეობს.

დედამიწისმცოდნეობის შესწავლის ობიექტი. ჩვენი პლანეტის ხანგრძლივი განვითარებისა და ურთულესი ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნების კვალდაკვალ - შედგენილობისა და აგებულების დიდი სირთულით გამოირჩევა დედამიწის ის პერიოდული ფენა, რომლის ფარგლებში ერთმანეთს ეხებიან, ერთმანეთში იჭრებიან და ურთიერთმოქმედებენ, ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული პლანეტარულ-გეოსფერული წარმონაქმნები - ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო და ბიოსფერო. ამ ფენის სისქე ოთხ ათეულ კილომეტრს არ აღემატება და მოქცეულია დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის ორივე (ზედა და ქვედა) მხარეს: სიღრმეში 10-11 კმ-ზე (ოკეანეში) ვრცელდება, ხოლო ატმოსფეროში 25-30 კმ-ის (ობონის ფენა) სიმაღლეს აღწევს. ამ ფენის განსაკუთრებული ხარისხობრივი ნიშნები იმაში გამოიხატება, რომ: უაღრესად მდიდარია სხვადასხვა სახის თავისუფალი ენერგიით; გააჩნია ნივთიერებათა აგრეგირების მეტად მრავალნაირი ხარისხი; შეინიშნება მრავალფეროვანი ორგანული სამყაროს, ნიადაგსაფარის, რელიეფისა და სხვ. ელემენტების არსებობა; აქვს მზის სითბოს კონცენტრაციის უნარი; გააჩნია ტემპერატურისა და წნეგის თერმოდინამიკური კანონების გაბატონება; ხასიათდება იმ განსაკუთრებული უნიკალურობით, რომელიც ადამიანთა საზოგადოების არსებობასთანაა დაკავშირებული.

როგორც ჩანს, აღნიშნული სფერო საკმაოდ რთული, მაგრამ კანონზომიერებას დაქვემდებარებული ბუნებრივი სისტემაა, რომლის სივრცე-დროითი განუმეორებულობა იმით აიხსნება, რომ მისი ჩამოყალიბება და განვითარება მუდმივად მიმდინარეობს დედამიწის შინაგანი ძალებისა და კოსმოსური ფაქტორების ერთობლივი, თუმცა ურთიერთსაზღვრავი მიმართულების ზემოქმედებით. ამ ფაქტორების ასახვა ხდება სისტემის ხარისხობრივი თავისებურებებით და პირიქით - სისტემის თვისებრიობა განსაზღვრავს ზემოქმედის ფაქტორების გრანსტორმაციას.

ამ ბუნებრივი სისტემის ცალკეულ კომპონენტებს მრავალი მეცნიერება შეისწავლის. მთლიანად კი, როგორც შინაგანად ერთიანი და კანონზომიერი ბუნებრივ-ისტორიული წარმონაქმნი - ფიზიკური გეოგრაფიის კვლევის ობიექტია, რის გამოც მას დედამიწის გეოგრაფიული ანუ ლანდშაფტური გარსი უწოდეს. ამ სისტემის აღსანიშნავად მეცნიერებს მრავალი ტერმინი აქვთ შემოთავაზებული: „გეოგრაფიული გარსი“ (ა. გრიგორიევი, კ. გერენჰეიკი), „გეოგრაფიული სფერო“ (დ. არმანდი), „გეოქორა“ (ი. ბილოვიჩი), „ლანდშაფტური გარსი“ (ი. ეფრემოვი, ს. კალესნიკი), „ეპიგეოსფერო“ (ა. ისახენკო), „გეოგრაფიული გარემო“ (ი. საუშკინი, კ. მარკოვი) და ა.შ. მათი ერთი ნაწილი - დედამიწის ბუნების, ხოლო მეორე, ბუნებასთან ერთად, საზოგადოების აღსანიშნავად იხმარება. მაგრამ, ვინაიდან „...ბუნება, ადამიანის ნებისა და

გონებისაგან დამოუკიდებლად არსებობს, ვითარდება მასთან სამეურნეო კავშირების უქონლობისა თუ არსებობის მიუხედავად, - არაა აუცილებელი განისაზღვროს ადამიანთა საზოგადოების მისდამი დამოკიდებულებით“ (ს. კალესნიკი, 1955), ამიტომ ბუნებისა და საზოგადოების ერთმანეთისაგან იზოლირებით განხილვა როგორც მეცნიერული და პრაგმატული თვალსაზრისით, საკმაოდ დიდი შეცდომა იქნებოდა. დიდი მეცნიერის (ს. კალესნიკი) შეხედულება ამ საკითხისადმი დღემდე არ შეცვლილა. მას შეიძლება დაემატოს: რაც გეოგრაფიულია - ის ბუნებრივია, ხოლო რაც ბუნებრივია, ის საზოგადოებასთან ორგანულად დაკავშირებული და ერთიანი-მთლიანი ორგანიზმის - ლანდშაფტის ნარმოქმნის საფუძველია.

სახელმძღვანელოს ინტერესებში არ შედის ამ მეცნიერული დავის გამართვა. მომავალი გეოგრაფიკების ცოდნის ჩამოყალიბების საწყის საფეხურზე მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, დედამიწის გეოსფეროების სინთეზური ერთობლიობის აღნიშვნის მიზნით, თანაბომიერად ვიხმართ როგორც გეოგრაფიული, ისე ბუნებრივი და ლანდშაფტური გარსი. ამ სახელმძღვანელოში იგი ხშირად სისტემის (ბუნებრივი, ლანდშაფტური) სახითაც მოიხსენიება. ეს გარსი, იმდენად რეალური და თვისებრივად განსხვავებული ნარმოქმნია, რომ დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერთა აბსოლუტური უმრავლესობა ამ სისტემით დაინტერესების გარეშე არ დარჩენილა. მოკლედ, მეცნიერება იძულებულია რეალურად აღიაროს იმ ნარმოქმნის თვისებრივი ასპექტები, რომლებსაც ფიზიკური გეოგრაფია თავისი ყურადღების ცენტრში ამკვიდრებს და კვლევის ობიექტად აქცევს.

გეოგრაფიული (ბუნებრივი, ლანდშაფტური) გარსის (სისტემის) ბუნებრივობა გამოხატულია მისი ნარმოქმნისა და განვითარებაში მონაწილე ელემენტებითაც. ამ გარსის ბუნებრივი სხეულები: ქანები, წყლები, ყინული, ჰაერი, ცოცხალი ორგანიზმები - სხვადასხვა ფაზური მდგომარეობითა (მყარი, თხევადი, აირისებური) და ორგანიზაციის დონეებით (ცოცხალი, არაცოცხალი) ხასიათდება; აქვე გავრცელებულია ყველა ქიმიური ელემენტი, შემოდის და გაედინება როგორც მზისა და კოსმოსური, ისე დედამიწის წიაღის ენერგია; მისთვის დამახასიათებელი კომპონენტების ურთიერთკავშირებით შეპირობებულია უაღრესად დიდი თეორიული და პრაქტიკული ნიშნების მქონე ერთიანობისა და მთლიანობის უნიკალური უნარი, თვისება და კანონი.

დისციპლინის საგანი და ამოცანები. ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის საგანს ნარმოადგენს გეოგრაფიული (ლანდშაფტური) გარსის ნივთიერ შემადგენლობის, მისი აგებულების (სტრუქტურის), განვითარებისა და გეოგრაფიული დანაწევრების შესწავლა. რადგან, ყოველი აღნიშნული ასპექტი განუყოფელ ერთიანობაში იმყოფება, ამიტომ ბუნებრივი გარსის (სისტემის) შინაარსი მისი შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთგანსაზღვრულობაში მდგომარეობს. რაც შეეხება ამ გარსის აგებულების, ანუ სტრუქტურის ცნების ქვეშ განსახილველი სისტემის შინაგანი ორგანიზაცია გვესმის.

დედამიწისმცოდნეობის შესწავლის ობიექტს გეოგრაფიული გარსი ნარმოადგენს, რომელიც თავის მხრივ, საკმაოდ რთული ბუნებრივი ნარმოქმნია და მისი დეტალური შესწავლა საბუნებისმეტყველო დარგების (ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია და სხვ.) გაერთიანებულ ძალისხმევას

მოითხოვს. ცხადია, რომ ეს მხოლოდ სინთეზური (გეოგრაფიული) გზითაა შესაძლებელი. ამის მიუხედავად, ბუნებრივი გარსის სისტემური შესწავლის შედეგად კი, შეუძლებელია მისი ყოველმხრივი აღქმა, რაც გეოგრაფიული თვალსაზრისით სრულებით არ არის აუცილებელი.

დისციპლინის მიზანია ბუნების კომპონენტებისა და ელემენტების რთული ურთიერთობათა სრულფასოვანი წარმოდგენა, მათი კავშირების დანახვა და მისგან გამომდინარე მოვლენების ზოგადი (გეოგრაფიული) კანონების შეცნობა. აქედან გამომდინარე, იმ გეოგრაფიული ამოცანების აღქმას, რომელსაც ვაპირებთ ამ სახელმძღვანელოში – ფიზიკურ-გეოგრაფიული შინაარსისაა. მას ზოგად დედამიწის მცოდნეობას უწოდებენ.

ლანდშაფტური გარსის გეოგრაფიული თვალსაზრისით შესწავლის ძირითადი ამოცანა მდგომარეობს გეოგრაფიის კვლევის ობიექტის სტრუქტურის, განვითარების ხასიათისა და ტემპების, ტერიტორიული დანაწევრებისა (გეოგრაფიული დიფერენციაციის) და ინტეგრაციის ძირფესვიანი აღქმა. ამ პრობლემების შესწავლას დიდი შემეცნებითი და პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება. სტრუქტურის, ანუ კომპონენტების (ელემენტების) შინაგანი ურთიერთკავშირების ხასიათის ზუსტი ცოდნა იმის საშუალებას იძლევა, რომ წარმოვიდგინოთ სხვა კომპონენტების მომავალი ქცევის პარამეტრები, ნორმები და განვითარების გზები, როცა ცნობილია ერთი ან რამდენიმე ელემენტის უნებლიე ან ბუნებრივი ცვლილება.

მოვლენების განვითარების გზების (მიმართულების) სრულფასოვანი აღქმა პროგნოსტიკული მოდელების შემუშავების წინაპირობაა. იგი წარმოდგენას იძლევა იმის შესახებ, თუ როგორი გზით წავა ბუნებრივი პროცესი დასახული ან უნებლიე ცვლილებების შედეგად: ბუნებრივი განვითარების გზით, თუ მისგან განსხვავებული მიმართულებით. ამდენად, თუკი გეოგრაფიული (ბუნებრივი) გარსის ზოგადი შესწავლის ამოცანა – მისი შეცნობა, სტრუქტურისა და კანონზომიერების, განვითარებისა და სივრცობრივი განსხვავებების დადგენაა, მაშინ ამ შეცნობის ზოგადი მიზანი – გამომჟღავნებული ნიშნებისა და კანონების დაუფლებასა და კაცობრიობის საკეთილდღეოდ პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტაში, აგრეთვე, რაციონალურ გამოყენებაში მდგომარეობს.

თანამედროვე ეტაპზე, ზოგადი დედამიწის მცოდნეობა - მოძღვრებაა ბუნებრივი გარსის შესახებ. მისი საფუძვლები გასული საუკუნის 30-იან წლებში შეიქმნა. თუმცა, იდეები შემადგენლობის სტრუქტურისა და ევოლუციის შესახებ გეოგრაფიული მეცნიერების ჩამოყალიბების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობდა. ცნობილია, რომ საუკუნეთა განმავლობაში (XIX ს-ის შუა წლებამდე) გეოგრაფიები დედამიწის ზედაპირის მხოლოდ აღწერით შემოიფარგლებოდნენ. მოგვიანებით, აღწერასთან ერთად, მოვლენათა მეცნიერული ახსნა-განმარტებითი ამოცანების გადაწყვეტას ეყრდნობოდა საფუძველი.

თანამედროვე ეტაპი - კაცობრიობის მიერ გარემოზე გამოცოცხლებული ზემოქმედების პერიოდია, გარემოცვის ძლიერი გაბინძურებისა და ბუნებრივი რესურსების დეფიციტის ხანაა. ამიტომ, უფრო და უფრო აქტუალური ხდება რაციონალური ბუნებათსარგებლობის, ბუნებრივი

მოვლენების მართვის ამოცანების გადაწყვეტა, რომლებიც მიმართულია ბუნებრივი რესურსებით საზოგადოების მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილებისა და გარემოს ოპტიმიზაციის მისაღწევად.

ამდენად, ფიზიკური გეოგრაფიის, როგორც მეცნიერების თანამედროვე **ამოცანა** გეოგრაფიული გარსის აგებულების, დინამიკისა და განვითარების კანონზომიერებათა შეცნობა, მისი პროცესების ოპტიმალური მართვის სისტემის შემუშავების მიზნით.

დედამიწის ბუნება, წარმოადგენს რა ადამიანთა საზოგადოების სამეურნეო საქმიანობის ფართო საფუძვარს არენას, ბუნებრივ-გეოგრაფიული სისტემის ფორმირებას განიცდის. ამ ახალ მდგომარეობას „არაბუნებრივი“ გარსი შეესაბამება. მას, თვისებრივად ახალი ნიშნები აქვს შეძენილი. მისი ოპტიმიზაციის კრიტერიუმები უკავშირდება არა მარტო ბუნების შენარჩუნებასა და გაუმჯობესებას, არამედ ახალი, ადრე უცნობი მდგომარეობების შეხამებათა შექმნას ექსპერტებს, ანუ ცდილობს იმ ამოცანების გადაწყვეტას, რომელიც კონსტრუქციული გეოგრაფიის ამოცანებს განეკუთვნება. ამდენად, ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა უფრო და უფრო გამოყენებითი მეცნიერება ხდება.

ბუნებრივი გარსის, როგორც რთული სისტემის მართვის მოდელების შემუშავება კიბერნეტიკული ამოცანაა, და ამიტომ, თავისი რეალიზაციისათვის იგი თანმიმდევრულ სისტემურ მიდგომას მოითხოვს. ამისათვის კი თვითრეგულირების ბუნებრივი მექანიზმის გამოაშკარავებაა აუცილებელი. ეს მექანიზმი, მართავს რა ენერგიისა და მასების მონაცვლეობას - თვითრეგულირების პრინციპების ამუშავებას გულისხმობს. თუმცა, ეს თეორია ჯერ არც სრულყოფილადაა ცნობილი და არც ბუნებრივი გარსის ერთიანი სისტემის მართვის ეფექტური სადავეები გვიჭირავს ხელში.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს შესაბამის ნაწილებში მითითებულია, რომ დედამიწის ბუნებრივი გარსი მზის სისტემაში განუმეორებელი და უნიკალური მოვლენაა. ამიტომ, სხვა ბუნებრივი - ანალოგიური სისტემების არარსებობის გამო, ჩვენი თეორიული ცოდნის, აგრეთვე მოდელების შედარებისა და შემოწმების საშუალება აშკარად არ გავაჩნია. აქედან გამომდინარე, ექსპერიმენტის მოულოდნელი შედეგებისა და სირთულის (საფრთხის) გაუცნობიერების გამო, გეოგრაფიული მეცნიერება ეყრდნობა ბუნების განვითარების ისტორიის ანალიზის შედეგებს, და ამით, ახდენს მოვლენათა მიზეზების ახსნას. ამ მხრივ, ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის ახალი თანამგზავრი პალეოგეოგრაფია ხდება, რომელიც ბუნების წარსული ეტაპების შესახებ ცოდნის აღდგენის საშუალებაა. ამასთან, წარსული პირობების აღდგენა და თანამედროვე ბუნებრივი მოვლენების ანალიზი მომავლის პროგნოზირების წინაპირობაა.

ბუნებრივი გარსის (სისტემის) ფუნქციონირებასა და განვითარებაში დიდი როლის შესრულება მის სტრუქტურას ენიჭება, რომელიც ამ სისტემის მთლიანობასა და მდგრადობას განსაზღვრავს. ამიტომ, ამ სისტემის სტრუქტურის შესწავლა ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის ერთ-ერთი უმთავრესი **ამოცანაა**. ამავე დროს გეოგრაფიული გარსი - დინამიური სისტემაა. აქ, მუდმივად მიმდინარეობს ნივთიერებათა მასების მოძრაობა, ენერგიის ურთიერთგადასვლები, მიმართული ცვლილებები,

მიმოქცევა და რიტუალი მოვლენები, ისინი წარმოქმნიან ენერგომასების მონაცვლეობათა რთულ სისტემას, რომელიც მიმდინარეობს სხვადასხვა იერარქიულ დონეებზე. ამ მოვლენების შესწავლაც თეიზური გეოგრაფიის „უმაღლესი სინთეზის“ შესაბამისი გაეგებაა. მათ შესახებ ავტორის მიერ ამჟამად დამუშავების სტადიაშია მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის პროგრამების მოთხოვნების შესაბამისი სახელმძღვანელო - „თეიზური გეოგრაფიის თეორიული საფუძვლები“, რომლის სამი ნაწილი უკვე შემუშავებულია და სსუ-ს ელექტრონული ბიბლიოთეკის ბაზაშია.

დედამიწის ბუნებრივი სისტემის „ცხოვრების“ წესებში გონივრული ჩარევისა და მისი ოპტიმიზაციის მიზნით აუცილებელია სისტემური ანალიზის შესახებ გეოგრაფიული წარმოდგენის მიღება. ამ მხრივ, უკვე მიღწეულია პირველი შედეგები. აშკარაა, რომ ამ მიდგომის წარმატებულ გამოყენებაზე ბევრადაა დამოკიდებული იმ მთავარი ამოცანების გადაჭრა, რომელიც სახელმძღვანელოს შესავალ ნაწილშია ფორმულირებული.

თავი I. სამართალი და მისი სისტემა

მოკლე შინაარსი: ზოგადი ცნობები. ვარსკვლავები. გალაქტიკები და მეტაგალაქტიკა. ღრუ და სივრცე. მისი სისტემა. პლანეტარული სისტემა. პლანეტარული სისტემის სივრცე. მისი სისტემის წარმოშობა. დედამიწა - კოსმოსური კავშირები. დასკვნები

ზოგადი ცნობები. დედამიწაზე ამჟამად მოქმედებს ობსერვაციების უდიდესი ტელესკოპებით შესაძლებელია სამართალი რამდენიმე მილიარდი სინათლის წლის (9.5×10^{12} კმ) სიღრმეზე შევსება. ამჟამად, გამოკვლევისათვის ხელმისაწვდომი ეს კოსმოსური სივრცე სამართლის სახელწოდებას ატარებს. თუმცა, სამართალი შემოსაზღვრული სრულებით არ არის. პირველად, იგი განუსაზღვრელია სივრცეში, ანუ ხატოვნად რომ ვთქვათ - ბოლო „არ უნანს“. ამ კოსმოსურ სივრცეს ასტრონომიულ სამართლის უწოდებენ. მას, სფერული სივრცის ფორმა აქვს, რომლის რადიუსი რამდენიმე მილიარდი სინათლის წელია. ამ ვეება სამართლის ნაწილში, ანუ მეტაგალაქტიკურ სივრცეში, რამდენიმე ათეული მილიარდი გალაქტიკაა. თითოეული მათგანი 150-მდე მილიარდ ვარსკვლავს (მზეს) მოიცავს. ასე, რომ ასტრონომიულ სამართალი ათი ათას მილიარდჯერ აღებული მილიარდი, ანუ 10^{22} ვარსკვლავია მიმოფანტული. ამდენად, ასტრონომიული სამართალი უზარმაზარ ფართობზეა გადჭიმული და კოლოსალური მასის მქონე სივრცეა. თითოეული მნათობის მასა ხომ ჩვენი მისი მასის ტოლია, ან კიდევ მას არემატება კიდევაც, თუმცა ზოგი - მზეზე აშკარად ნაკლები სიდიდისაა. ამდენად, სამართლის მხოლოდ ვარსკვლავთა ჯამური მასა დაახლოებით 2×10^{52} კგ-ს უნდა აღწევდეს. ამის მიუხედავად, უფრო ხშირად სამართალს „სივრცე“ მოუთხოვენ, ვიდრე მის „მჭიდრო დასახლებაზე“.

სამართლის ზოგადი სურათი ძნელი წარმოსადგენი არ არის. თუ დავაკვირდებით უმთავრო ღამეს ვარსკვლავთ სიმრავლეს, სამი ათასამდე მნათობს შევამჩნევთ. ამავე ღრუს, ჩვენი გალაქტიკა (ირმის ნახტომი) - უწყვეტი და ნათელი ფონის მქონე „შეჭიდროება“ (გაისხენეთ ასტრონომიის სასკოლო კურსი), სხვა არაფერია, თუ არა აურაცხელი ვარსკვლავების თავმოყრის ზოლი, მაგრამ, ეს „შეჭიდროება“ შედარებითია. აქ, ვარსკვლავები ერთმანეთისაგან რამდენიმე (ზოგჯერ ათეული და ასეული) სინათლის წლის მანძილით არიან დაშორებული. ამ მოვლენის აღქმის მიზნით, მოვიყვანთ ასეთ მარტივ შედარებას. წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ ვხედავთ თავსხმა წვიმაში წლის წვეთები ერთმანეთის გვერდით დაცემას. მათ შორის მანძილი მხოლოდ მილიმეტრია. თუკი ამ მცირე მანძილს იმდენად გაზრდით, რომ მათ შორის დაშორება 60 კმ გახდეს, მივიღებთ ვარსკვლავთა სიმრავლეს სივრცეში. თვით, გალაქტიკათა შორის არსებული უზარმაზარი სივრცე სრულიად „ცარიელია“. ამიტომ, ვარსკვლავთმცემი ნივთიერებით დაკავებული სივრცე საკმაოდ

გაიშვიათებულია. შეიძლება ითქვას, რომ ასტრონომიული სამყარო უფრო გაიშვიათებულია, ვიდრე თანამედროვე ლაბორატორიული ცდებისათვის შექმნილი ვაკუუმის ხელსაწყოები.

სამყაროს სიცარიელის ცნება პირობითია. აქ ვრცელდება ელექტრომაგნიტური ტალღები, გრავიტაციული და მაგნიტური ველები, გაბნეულია დიდი რაოდენობის გაზი, პლაზმა და მტვერი. ხშირად, მათი ადგილობრივი დაგროვება ცალკეულ „ღრუბლებს“ ქმნის. მძლავრ ტელესკოპში, ღრუბლის თანავარსკვლავედის მიმართულებით, მოჩანს ნივთიერებათა ერთობლიობა „ცხენისთავის“ სახელწოდებით, რომლის განივი მანძილი რამდენიმე სინათლის წელია.

ვარსკვლავები. სამყაროს სივრცეში მოძოვანგულია აურაცხელი, მზის მსგავსი, გავრვარებული მანათობელი ნივთიერებისაგან შემდგარი გიგანტური სფეროს ფორმის მქონე სხეულები, რომელთა ერთ-ერთი მთავარი დამახასიათებელი თვისება - სიკაშკაშეა. ვარსკვლავების ფიზიკური თვისებები, ქიმიური შემადგენლობა და სხვა ნიშნები დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ეს მზეზე არის შენიშნული. ამავ დროს, მრავალი ვარსკვლავია, რომელთა მახასიათებელი მეტად მრავალფეროვანია. ამის გამო მათი მასა, სიმკვრივე, ფერი, ბრწყინვალება, ქიმიური შემადგენლობა, ზომები მზისაგან ფრიად განსხვავებულია.

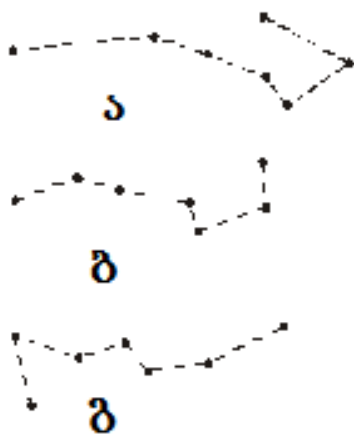
ერთი შეხედვით, ვარსკვლავები ცაზე ქაოსურადაა განლაგებული. ასევე, არაერთგვაროვანია მათი სიკაშკაშეც. ამგვარი, „უსისტემო“ განვრცობის მიუხედავად, უხსოვარი დროიდან ვარსკვლავებს ცალკეულ ჯგუფებად, ანუ თანავარსკვლავედებად აერთიანებენ. თითოეულ მათგანს საკუთარი სახელწოდებებიც კი მიაკუთვნეს. დასახელებები უმთავრესად უძველესი ხალხების მიერ შეთხზული მითებიდანაა „ნასესხები“ და ხალხური ეპოსების გმირების სახელებს, ცხოველებს ან ფრინველებს, გეომეტრიულ ფიგურებსა და საყოფაცხოვრებო საგნებს უკავშირდება. ასე, მაგალითად, თანავარსკვლავედების სახელწოდებათა შორის გვხვდება „ჰერკულესი“, „დიდი დათვი“, „გედი“, „სამკუთხედი“, „მშვილდოსანი“ და სხვ. ისინი, საერთაშორისო მეცნიერულ, უნიფიცირებულ მეტყველებაშიც იხმარება. თანავარსკვლავედების ცალკეული მნათობები არ ხასიათდებიან საერთო მოძრაობით, ფიზიკური მსგავსებით, წარმოშობის ერთიანობით. ისინი, ცის თაღზე ხილული დაჯგუფებების პირობითი გაერთიანებაა, რომელიც მოხერხებულია მხოლოდ ცაზე ორიენტაციისა და ვარსკვლავების აღნიშვნის თვალსაზრისით.

ხილული ვარსკვლავები ან ტელესკოპებით აღრიცხული მნათობები ასტრონომიული ობსერვატორიების სპეციალურ კატალოგებშია დაფიქსირებული. ერთ-ერთ მათგანში - ე. წ. ჰენრი დრეიპერის კატალოგში 400 ათასზე მეტი ვარსკვლავია გაერთიანებული. ამგვარ, „დანომრილ“ ვარსკვლავებს თავისი რიგითი ნომერი, ევკატორული კოორდინატები, სიკაშკაშე, სპექტრული კლასები და სხვ. მახასიათებლები ახლავს. თუმცა, ვარსკვლავთა უმეტესი ნაწილი ჯერ კიდევ ელის თავის აღვილს კატალოგში. ჯერჯერობით კი, მათ მხოლოდ ფოტოსურათებზე აფიქსირებენ.

ვარსკვლავების ბრწყინვალება საკმაოდ დიდ დიაპაზონში იცვლება. ასე, მაგალითად, სირიუსი თითქმის 20-ჯერ მეტად ბრწყინვალეა, ვიდრე მზე. რიგედი (ღრუბლის თანავარსკვლავედის

ვარსკვლავი) მზესთან შედარებით 23 ათასჯერ უფრო ბრწყინვალეა. თუმცა, ცნობილია მზეზე მცირე სიკაშკაშის ვარსკვლავებიც. მაგალითად, მზიდან უახლოესი ვარსკვლავი - პროქსიმა 10-15 ათასჯერ ნაკლებად ბრწყინავს, ვიდრე მზე. ზოგიერთი მათგანი მხოლოდ „მზუგავ“ სხეულს მოგვაგონებს. მათგან ერთ-ერთი მზიდან მხოლოდ 20-მდე სინათლის წლის მანძილზე მდებარეობს, მაგრამ მისი დანახვა მხოლოდ ძლიერი ტელესკოპით თუ შეიძლება.

ასევე, ცვალებადია ვარსკვლავთა ზომებიც. მეცლეს თანავარსკვლავედის ერთ-ერთი ვარსკვლავი მზეზე 20 მილიარდჯერ მეტია, ხოლო „ვოლფის 457“ ვარსკვლავი მზეს მოცულობით 27 მილიონჯერ ჩამოუვარდება. ამ სხვაობათა გამო, არაერთგვაროვანია ვარსკვლავთა გამომსხივებელი ზედაპირის ფართობები. სწორედ, ეს განაპირობებს მათ შორის ბრწყინვალეობათა დიდ სხვაობებს.



ნახ.1.1. დიდი დათვის თანავარსკვლავედის გადაადგილება.

ამ მხრივ, მნათობის ტემპერატურაც დიდ როლს ასრულებს. არაერთგვაროვანია ვარსკვლავთა ტემპერატურებიც: ჩვენი მზის ზედაპირის ტემპერატურა 6000⁰-ია, სხვა ზოგიერთი ვარსკვლავი გაცილებით უფრო ცხელია და მათ ზედაპირზე ტემპერატურა 50000⁰-ს აღემატება. ამასთან, ე.წ. „ცივი“ ვარსკვლავების ზედაპირის ტემპერატურა მხოლოდ 3000⁰-მდე აღწევს.

შედარებით ერთგვაროვანია ვარსკვლავთა მასები. თუკი ვარსკვლავთა ბრწყინვალეობისა და მოცულობის სხვადასხვაობა მილიონობით (ზოგჯერ მილიარდობით) განისაზღვრება, მასების შედარებითი სიდიდეები მხოლოდ რამდენიმე ათეულჯერ განსხვავებას იძლევა.

მიღებულია, რომ თუ კოსმოსური სხეულის მასა მზის მასის 4-5 %-ს მაინც არ შეადგენს - მას ვარსკვლავს არც კი უწოდებენ, რადგან მას არ აქვს ის მთავარი ფიზიკური მახასიათებელი, რაც ვარსკვლავის ძირითადი თავისებურებაა. რადგანაც, ვარსკვლავთა მოცულობა მასასთან შედარებით უფრო ფართო ფარგლებში იცვლება - დიდია მათი სიმკვრივეების სხვადასხვაობა. მართლაც, ზეგიგანტი ვარსკვლავების საშუალო სიმკვრივე მზის ანალოგიურ მაჩვენებელს ასეულ ათასჯერ ჩამოუვარდება, ანუ ნაკლებია დედამიწის ზედაპირის ჰაერის სიმკვრივეზე კი. ასევე მრავლადაა ზემკვრივი ვარსკვლავებიც. „ვოლფის 457“ ვარსკვლავის წიაღში ყოველი 1 სმ³-ის მოცულობის ნივთიერება ტონობით იწონოს, მაშინ როცა ცეფეუსის W ვარსკვლავის ზეგამზავიანებული სიმკვრივის შესახებ წარმოდგენის მისაღებად ეს სხეული უნდა შევადაროთ თანამედროვე ყველაზე აღჭურვილი ფიზიკური ლაბორატორიის ხელსაწყოში ხელოვნურად შექმნილ უმცირეს სიმკვრივეს.

არანაკლებ გრანდიოზული ცვლილებებით ხასიათდება ზოგიერთი კატეგორიის ვარსკვლავები. მათ მიეკუთვნება ცვალებადი, არამდგრადი, ახალი და ზეახალი ვარსკვლავები. ისინი მზისაგან სიკაშკაშის ცვლილებებით განსხვავდებიან. მაგალითად, ზეახალი ვარსკვლავის „ანთების“ მომენტში

მისი ბრწყინვალეობა ასევე მილიონჯერ იზრდება, ძლიერ მაგულობს ტემპერატურა, უდიდესი სიჩქარით (6000 კმ/წმ) მიმდინარეობს წიაღის ნივთიერების დიდი მასების ამოთრევა. ამ დროს (რამდენიმე დღე-ღამე) გამოყოფილი ენერგია მზის მიერ ასეულათასობით წლის განმავლობაში გამოთავისუფლებული ენერგიის ტოლია.

თანამედროვე ვარსკვლავები განუწყვეტელ მოძრაობაში იმყოფებიან. ისინი ბრუნავენ საკუთარი ღერძის გარშემო, მოძრაობენ სივრცეში, გარშემოწვლიან საერთო სიმძიმის ცენტრს. ვარსკვლავების მიერ სივრცეში გადანაცვლების საშუალო სიჩქარე 20 კმ/წმ განისაზღვრება, თუმცა ეს სიდიდე ზოგჯერ 300-500 კმ/წმ აღემატება. ვარსკვლავთა ერთმანეთის მიმართ შესამჩნევი გადაადგილების სურათის მისაღებად ათეული ათასი წელიწადია საჭირო. ამ მხრივ, თვალსაჩინოა (ნახ. 1.1) დიდი ღათვის თანავარსკვლავედის შვიდი კაშკაშა მნათობის სივრცე-დროითი ცვლილება. ვარსკვლავთა თანამედროვე განლაგებას „ბ“ მდგომარეობა ასახავს. „ა“ მდგომარეობა კი, იმავე ვარსკვლავებს ასახავს, როცა ეს ამ 100 ათასი წლის წინ იყო, ხოლო „გ“ სურათი გვიჩვენებს, თუ როგორ მდგომარეობას მიიღებენ ისინი სივრცეში მომდევნო 100 ათასი წლის გავლის შემდეგ.

ვარსკვლავები მონაწილეობენ გალაქტიკის საერთო ბრუნვაშიც. გალაქტიკის ცენტრიდან, მზის ღამორების მანძილზე, ვარსკვლავთა მოძრაობის სიჩქარე 250 კმ/წმ შეადგენს, ხოლო ერთ გარშემოვლას 200 მლნ. წელიწადს ანდომებენ. ამავე დროს, თვით გალაქტიკებიც გადაინაცვლებენ ხოლმე მეტაგალაქტიკის სივრცეში, რომელთა სიჩქარე საგრძნობლად (ნამში ათეული ათასობით კილომეტრი) დიდია.

სამყაროს უკიდურესი სივრცის წარმოსახვის მიზნით მოვიყვანთ ცნობებს ვარსკვლავებამდე მანძილების შესახებ. წინასწარ ვიცევით, რომ ვარსკვლავთა უმრავლესობა მზეს კოლოსალური მანძილითაა ღამორებულია, თუმცა რამდენიმე ათასი მათგანი - შედარებით ახლოსაა. მათ, მზის მახლობლად განლაგებულ ვარსკვლავებს უწოდებენ. ამ მანძილების გამოთვლას ასტრონომიული ხერხებით აღწევენ. ჩვენ კი აღვნიშნავთ, რომ მზიდან უახლოეს ვარსკვლავ პროქსიმამდე მანძილი 4×10^{13} კმ-ის ტოლია. უფრო შორს მყოფ ვარსკვლავებამდე მანძილის წარმოსადგენად, დედამიწაზე მიღებული განზომილებები არ გამოდგება. ამ მიზნით, მიღებულია სინათლის წელი ($9,460 \times 10^{12}$ კმ) და პარსეკი ($3,086 \times 10^{13}$ კმ). გალაქტიკის სხვა ვარსკვლავებიდან ჩვენამდე მოღწევას სინათლის სხივი ათეული ასეულ და ათასეულ წლებს ანდომებს. გავისენოთ (სკოლიდან), რომ ჩვენი გალაქტიკის ერთი კიდიდან მეორემდე მანძილი (დიამეტრი) 100 ათასი სინათლის წელია.

ვარსკვლავების წიაღი ბირთვული რეაქციების არეალია. ისინი ტემპერატურის მიმართ ძალიან მგრძნობიარენი არიან. თუ მნათობის ტემპერატურა 10 მლნ. გრადუსზე ნაკლებია, მაშინ იგი (ტემპერატურა) ბირთვული პროცესების აღძვრას ხელს ვერ უწყობს. ტემპერატურის 20 მლნ. გრადუსამდე აწევის შემთხვევაში ბირთვული რეაქციებიც იწყება. როგორც ჩანს (იხ. მზის თეზიკური თვისებები), ვარსკვლავების წიაღში ენერგიის წარმოქმნა მიმდინარეობს წყალბადის ჰელიუმად გარადქმნის ხარჯზე, სადაც აირების სწრაფი შერევის გამო კონვექციური ბირთვის წარმოქმნას აქვს

ადგილი. ვარსკვლავთა გარე ფენები წყალბადით მდიდარია, რადგან იქ ბირთვული რეაქციები „დაბალი“ ტემპერატურის გამო, ფაქტობრივად, არ მიმდინარეობს, ხოლო კონვექციური ნაკადები ხელს უშლიან წყალბადის ატომების ვარსკვლავის ცენტრისაკენ გადატანას.

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ვარსკვლავთა კონვექციურ ბირთვში წყალბადის ატომები გამოილევა და მხოლოდ ჰელიუმის ატომები დარჩება. ბირთვული ენერგიაც მიიღევა და კონვექციური ნაკადების არსებობისათვის საჭირო ძალაც გაქრება. ვარსკვლავები საბოლოოდ დაკარგავენ თავიანთ ფიზიკურ ბუნებას.

ვარსკვლავთა წიაღში მიმდინარე პროცესები მათი სიკაშკაშის ხშირ ცვალებადობას განაპირობებენ. მათ „ცვალებად ვარსკვლავებს“ უწოდებენ. ამჟამად, ცნობილია ათეულობით ათასი ასეთი ვარსკვლავი, რომელთა ფიზიკური ბუნების მრავალფეროვნება მათი დაჯგუფების საშუალებას იძლევა:

1. ფეთქებადი ვარსკვლავების ჯგუფში გაერთიანებული ახალგაზრდა სხეულების ზედაპირულ ფენაში დიდძალი ენერგიის დაგროვებას აქვს ადგილი, რომელიც აფეთქების გზით უეცრად თავისუფლდება. ამ მოვლენებს თითქმის პერიოდული ხასიათი აქვს;
2. პულსირებული, ანუ რყევადი ვარსკვლავების ტემპერატურა და რადიუსი პერიოდულ რყევადობას განიცდიან;
3. არანესიერი ვარსკვლავების სიკაშკაშის რყევადობა პერიოდულ ხასიათს არ ატარებს;
4. სპექტრალური ვარსკვლავების ცვალებადობის მიზეზები მათივე მაგნიტური თვისებებიდან გამომდინარეობს;
5. ლაქებიანი ვარსკვლავების სიკაშკაშის ცვლილება დაკავშირებულია მათ ზედაპირზე ლაქების რაოდენობისა და განაწილების თავისებურებებთან. ამ ვარსკვლავების სიკაშკაშე სწრაფად (1-2 წუთი) იზრდება და 10-15 წუთის შემდეგ ისევ უბრუნდება სანყის მდგომარეობას;
6. სიკაშკაშის სწრაფი ფლუქტუაციის ვარსკვლავებისათვის დამახასიათებელი არამდგრადობა მათი ატმოსფეროს დინამიურობიდან გამომდინარეობს.

ვარსკვლავებს ახასიათებთ აგრეთვე გრავიტაციულად არამდგრად მდგომარეობაში გადასვლა. მას ვარსკვლავის წიაღში ტემპერატურის ზრდა იწვევს, რის შედეგად აირების წნევა გადაამეტებს გარე ფენების გრავიტაციულ მიზიდულობას და სხეული სწრაფ გაფართოებას იწყებს. მაქსიმალური გაფართოების შემდეგ იგი ისევ პირვანდელ მდგომარეობას უბრუნდება.

ვარსკვლავთა გარდა სამყარო, ვარსკვლავთ შორის სივრცეში, კოსმოსურ უწერილეს ნაწილაკებსაც მოიცავს. ეს კოსმოსური მტვერი და გაზია, რომელიც სივრცეებრივად არათანაბრადაა მიმოფანტული. სამყაროს შედარებით შემკვრივებულ ღრუბლებს ნისლეულებს უწოდებენ. მათ მიერ დაკავებული გარემო მეტად გაიშვიათებულია. კერძოდ, ერთი კმ³-ის მოცულობის სივრცეში

მხოლოდ 500-მდე უმცირესი ნაწილაკი (დიამეტრით რამდენიმე მიკრონი) შეიძლება იყოს. ჩვენი მიზნები თვალსაზრისით, აღნიშნული სივრცე ვაკუუმად წარმოგვიდგება, თუმცა უზარმაზარ სამყაროში გაიშვიათებული ნაწილაკები არათუ საკმაოდ დიდ მასას ქმნის, არამედ საკუთარ როლსაც ასრულებს ვარსკვლავთა სამყაროს ევოლუციაში.

ვარსკვლავთ შორის უზარმაზარ სივრცეებში მოუთხოვს ის ფაქტი, რომ ვარსკვლავებს ამ სივრცის მხოლოდ 10^{-21} ნაწილი უკავია. კოსმოსური „მტვერი“ - წვრილი ნაწილაკების „მარცვლებია“, რომელიც საკმაოდ დიდი განთენილობით ხასიათდება. მათ შეუძლიათ ჩვენსკენ მომავალი სინათლის გაბნევა, შთანთქმა და არეკვლა, რის შედეგადაც ამ სხეულების უკან არსებული მნათობთა სიკაშკაშე საგრძნობლად შეცვლილი აღწევს ჩვენამდე. ასეთი ღრუბლები სამყაროს სივრცეში 400-მდეა შემჩნეული. საგარეოდ, მათი რაოდენობა გაცილებით მეტია.

ვარსკვლავებს შორის კოსმოსში უმთავრესი ქიმიური ელემენტი წყალბადია, რომელიც დედამიწაზე თავისუფალი სახით არ არსებობს. როგორც ჩანს, ასტრონომიული სამყარო საკმაოდ მრავალფეროვანია. მისი გრანდიოზულობის მიუხედავად, ვეებერთელა კოსმოსიდან დედამიწაზე შემოდის ენერგია, რომელსაც უმთავრესად რადიოტალღები ქმნის. მათი სიხშირე 10-დან 300-მდე მეგაჰერცს შორის იცვლება.

გალაქიკები და მეტაგალაქიკა. ბუნების საიდუმლოებით დაინტერესებულებს ხშირად მიუქცევიათ ყურადღება გარემომცველი სივრცისაკენ. ზეცისაკენ მიმართული მზერა ხილულ ვარსკვლავებთან ერთად, მკრთალად მბრწყინავ ბოლსაც შეამჩნევს, რომელიც ცამრგვალზეა გადაჭიმული. შეუიარაღებელი თვალისათვის იგი განსაკუთრებით კარგად უმთვარო ზაფხულის მონმენდილ ცაზე ჩანს. ეს ბოლი ვარსკვლავთ აურაცხელ სიმრავლეს წარმოადგენს. ვარსკვლავთა ერთობ დიდ კრებულს, რომელსაც უზარმაზარი, მაგრამ შემოსაზღვრული სივრცე უკავია, უაღრესად რთული სტრუქტურა და მოძრაობის საკუთარი სქემა ახასიათებს - გალაქიკას უწოდებენ. გალაქიკის მთლიანი მასა მზის მასაზე 10^{11} -ჯერ მეტია. სწორედ, ამგვარი სივრცის ერთ-ერთ ნაირსახეობას წარმოადგენს ჩვენი გალაქიკა - ირმის ნახტომი.

სივრცე, რომელიც გალაქიკას უკავია ორმხრივ ამოზნექილი ლინზის ფორმისაა. ასე რომ, მისი შუა ნაწილი ერთგვარად „შესქელებულია“. ირმის ნახტომის დიამეტრი 100 ათასი, ხოლო სისქე 20 ათასი სინათლის წლის მანძილის ტოლია. მის ცენტრში განსაკუთრებით შეჭიდროებულია ვარსკვლავები, ხოლო პერიფერია შედარებით გაიშვიათებულია. ამდენად, ირმის ნახტომი გალაქიკის „ხერხემალია“. ვარსკვლავთა უმრავლესობაც სწორედ აქ იყრის თავს. გალაქიკის ვარსკვლავთა საერთო რიცხვი კი 150 მლრდ. აღწევს. მათ შორისაა ჩვენი მზე და, მასთან ერთად, პლანეტები თავიანთი თანამგზავრებით. ვარსკვლავების გარდა, გალაქიკა შედგება ვარსკვლავთა გროვების, გალაქიკური ნისლეულების, ვარსკვლავთშორისი მაგერიისაგან.

გალაქიკის ცენტრალური ნაწილი მის გულს - უდიდესი შემკვრივება უკავია, რომლის განივი 3-6 ათასი სინათლის წლის მანძილს შეადგენს. მზე აქედან 30 ათასი სინათლის წლის მანძილითაა

დაშორებული. ვარაუდობენ, რომ მზის გალქტიკური ორბიტა დაახლოებით წრიულია და ძვეს გალქტიკის სიმეტრიის სიბრტყეში. მოძრაობის მიმართულება საათის ისრის ბრუნვას თანხვედბა, თუ გალქტიკის ეკვატორს ჩრდილოეთი მხრიდან ვუძებნოთ. მზის გარშემოვლის (გალქტიკური წწ) პერიოდი 2×10^8 დედამიწისეულ ანუ 200 მლნ წელიწადს შეადგენს.

გალქტიკის ცენტრის გარშემო არა ამრტო ჩვენი, არამედ სხვა ვარსკვლავებიც მოძრაობენ. შეიძლება ითქვას, რომ გალქტიკა მთლიანად ბრუნავს თავისი ცენტრის (გულის) გარშემო. ამავე დროს, ყოველი ვარსკვლავი საკუთარი სიჩქარით გარემოეცევა, რომელიც მას მინიჭებული აქვს კუბურისეული კანონით. ცხადია, რომ გალქტიკის მასის მეტი ნაწილი ბირთვშია თავმოყრილი. ამიტომ, მზის სისტემის სხეულების მოძრაობის ანალოგიურად, გალქტიკის ბირთვთან უფრო ახლოს მყოფი ვარსკვლავების სიჩქარეები მეტია და მათი გალქტიკური წლები, მზის ანალოგიურ წლებთან შედარებით, შესამჩნევად ნაკლებია. გალქტიკის კიდებე ვარსკვლავთა მოძრაობის სიჩქარე ძალზე მცირეა, თუმცა გალქტიკური წლის ხანგრძლივობა შეუდარებლად დიდია.

განხილული მასალის მიხედვით ცხადია, რომ სამყაროს სივრცე გალქტიკის ფარგლებს გარეთაც „დასახლებულია“ ანალოგიური ბუნების მქონე სისტემებით, რომლებიც ასევე გალქტიკებს წარმოადგენენ. მთელ ამ სივრცეში, ამჟამად არსებული ხელსაწყოებით, შესაძლებელია დაკვირვების წარმოება. სამყაროს ამ ნაწილის რადიუსი დედამიწიდან 8-10 მლრდ. სინათლის წლის ტოლ მანძილზე ვრცელდება. ამ სივრცეში აურაცხელი გალქტიკა არსებობს. მათ ერთობლიობას მეტაგალქტიკას უწოდებენ, რომელიც სრულიად არ ამოწურავს სამყაროს განზომილებას. იგი მხოლოდ სამყაროს ნაწილია, რომელიც საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ხელმისაწვდომია გამოკვლევისათვის. მომავალში, ადამიანის „თვალი და გონება“ უფრო შორს გაიჭრება და გალქტიკათა სისტემების საზღვარს მიაღწევს, რომელიც სინათლის სიჩქარით ფართდება. ამ საზღვარზე მყოფი „დამკვირვებელი“ სამყაროს კიდის გაფართოების სიჩქარით იმოძრაებს კოსმოსური სივრცის გაფართოების შესაბამისად. ცხადია, რომ ის დაინახავს აწინდელი სამყაროს მიღმა ახალი სისტემების გაჩენას, რომლებსაც კიდევ უფრო საინტერესო, მანამდე უცნობი თვისებები ექნება...

გალქტიკათა სიმრავლეში, მათი დიდი მრავალფეროვნება შეინიშნება. ჩვენთვის უკვე ცნობილ გალქტიკებთან ერთად, სამყაროში მიმოფანტულია რადიოგალქტიკები, კვაზარები და სხვა გიგანტური სხეულები. ამავე დროს, გალქტიკათა ფორმის, სიდიდისა და სიკაშკაშის მიხედვით შესაძლებელია ერთიანი კლასიფიკაცია. ერთ-ერთი კლასიფიკაციით (ჰაბლი) განიხილება: E ტიპის ელიფსური, S ტიპის სპირალური და I ტიპის ირეგულარული (არამინიერი ფორმის) გალქტიკები. ამასთან ცნობილია, აგრეთვე პეკულარული, ბადროს მსგავსი, რგოლისებრი ან რადიოგალქტიკები და ა.შ. მათი ფორმის, ნათებისა თუ სხვა ფიზიკური თვისებების არაერთგვაროვნების მიუხედავად, შემადგენლობით („მოსახლეობით“) ისინი ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან. გალქტიკების განუყრელ კომპონენტებს შეადგენს დიფუზიური ნივთიერება, რომელიც მტვრის, გაზისა და ძირითადად ნეიტრალური წყალბადის სახითაა წარმოდგენილი. გალქტიკათა საერთო ნიშან-

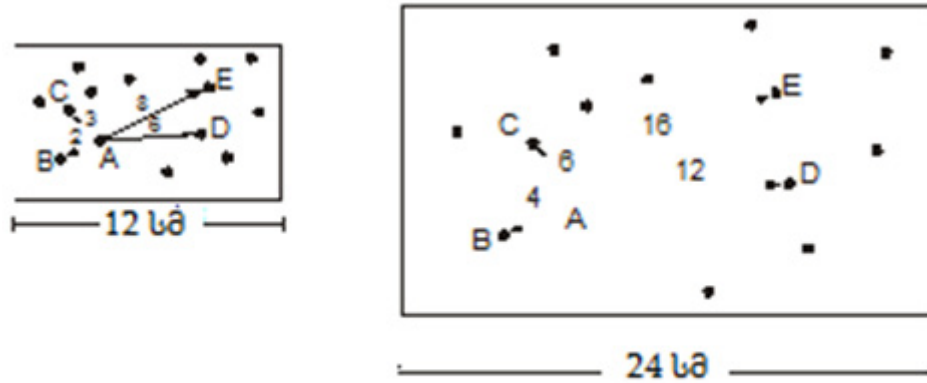
თვისებას წარმოადგენს მათი ბრუნვის საყოველთაოობა. ამ მხრივ, საყურადღებოა გალაქტიკის ბრუნვისა და მისი სპირალური შტოების მიმართულებას შორის კავშირების დადგენა. თუმცა, იგი, ჯერ კიდევ, მეცნიერებისათვის, ღია რჩება.

მაინც რამდენია „ხილული“ გალაქტიკათა რიცხვი? ამჟამად არსებული მძლავრი დასაშვარი მონაცემების გამოყენებით ვარაუდობენ, რომ მეტაგალაქტიკურ სივრცეში მისაწვდომია ერთ მილიარდზე მეტი გალაქტიკა. თუმცა, იმ აურაცხელ გალაქტიკათა შორის ჩვენთვის მნიშვნელოვანია ე.წ. ადგილობრივ ჯგუფში შემავალი 20-მდე გალაქტიკა, რომელიც ჩვენს გარშემო 2-2,5 მლნ. სინათლის წლის მანძილის რადიუსითაა შემოფარგლული. ამ ჯგუფის დიდი წევრებია ჩვენი და ანდრომედას გალაქტიკები. ამავე ჯგუფში შედის კიდევ ერთი სპირალური, 10 ელიფსური, 4 ირეგულური და რამდენიმე ჯუჯა გალაქტიკა. რადიალური სიჩქარეების შესწავლამ აჩვენა, რომ ანდრომედას გალაქტიკა გვიახლოვდება 260 კმ/წმ-ის სიჩქარით. ცხადია, რომ შორეულ მომავალში ეს ორი გალაქტიკა ერთმანეთს დაეჯახება და განადგურდება. ვარაუდობენ, რომ ამ დაჯახებას ახალი ტიპის სხვა გალაქტიკის წარმოქმნა უნდა მოყვეს. ასევე, დიდი სიჩქარით გვშორდება მაგელანის ღრუბელი. ჩვენი გალაქტიკის მოძრაობის სიჩქარე უფრო ნაკლებია და 100 კმ/წმ შეადგენს. მისი ჯამური მასა შეუასებელია 6×10^{11} მზის მასის ტოლად.

გალაქტიკების შესახებ ჩვენი წარმოდგენა ამერიკელი მეცნიერის - ე. ჰაბლის სახელთანაა დაკავშირებული. ამ ასტრონომის სპექტრულმა დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ყველა გალაქტიკა დიდი სიჩქარეებით გვშორდება. თანაც, რაც უფრო შორსაა გალაქტიკა, მით მეტია მისი დაშორების სიჩქარე. ამდენად, დაკვირვებები ადასტურებენ გალაქტიკების ერთმანეთისაგან „გაშლას“, ანუ დაშორებას, რაც საბოლოო ჯამში, სამყაროს გაფართოებაზე მიგვანიშნებს. მისი მიმდინარეობა ჰაბლის კანონითაა აღწერილი. ამ აღმოჩენით, სამყაროს ნებისმიერი წერტილიდან (დავუშვათ, მზის სისტემიდან) გალაქტიკებამდე მანძილის ზრდასთან ერთად, მატულობს მათი სხივური სიჩქარეები.

სამყაროს გაფართოების ეს სურათი, ერთი შეხედვით, თითქოს დაუტყერებელი ჩანს. ამ პარადოქსის აღქმის მიზნით, მოვიგანთ მარტივი მაგალითს, რომლის შედეგად ეს პარადოქსი ნათელი დახდება: ამ მოვლენის უფრო მარტივად ახსნის მიზნით, შეიძლება მოვიგანოთ „საყოფაცხოვრებო“ მაგალითიც: წარმოვიდგინოთ გამოსაცხობი ცომის გუნდა, რომელშიც ქიშმიშის მარცვლებია (ნახ. 1.2) შერეული. ცომის გუნდას დიამეტრი ვთქვათ 12 სმ-ია. ცხელ ღუმელში გამოსაცხობად მოთავსებისას, იგი იწყებს რა აფუებას, მოცულობაში მოიმაგებს. ამდენად, მისი დიამეტრი, ვთქვათ ორჯერ გაიზარდა. ეს იმას ნიშნავს, რომ ყოველი მარცვალი ერთმანეთს ორ-ორჯერ დაშორდა. თუ წარმოვიდგენთ, რომ რაიმე A მარცვლიდან „შეცქერით“ აღწერილ მოვლენას, შემდეგ სურათს მივიღებთ: ცხობის პროცესში, რაიმე დროის განმავლობაში (20 წუთი), ყოველი მარცვალი A წერტილს შორდება. თუმცა, „მოთვალისწინებს“ სხვა წერტილში მოთავსებით - ეფექტი არ შეიცვლება. ნახაზის ანალიზიდან ვრწმუნდებით, რომ მარცვლების დაშორების თანაბარი სიჩქარის კანონზომიერება იგივეა, რაც გალაქტიკების შემთხვევაში. მართლაც, ცხობის დროს შუალედში C მარცვალმა 3 სმ გაიარა, ხოლო უფრო შორეულმა D მარცვალმა - 6 სმ, ცხადია 8

სმ-ით დაშორებულმა E მარცვალმა იგივე დროში 16 სმ მანძილი დატარა, ყველაზე ახლო B მარცვალ კი მხოლოდ 2 სმ-ით გადაადგილდა.



ნახ. 1.2. პერიფერიული ობიექტების სამყაროს ურთიერთდრეკის სქემატური მოდელი

ჰაბლის კანონიდან გამომდინარე ეფექტი თუ მაინც სამყაროს გაფართოებას ნიშნავს, შეიძლება ამ გაფართოებისათვის საჭირო დროის გამოთვლა. უკიდურესად შემკვერეველ და მცირე სივრცეზე წარმოდგენილი სამყაროს დღევანდელ მდგომარეობამდე გაფართოება (თუ ეს სიჩქარე არ იცვლებოდა) ათი მლრდ წლით არის განსაზღვრული. მაშასადამე, ამ ათი მლრდ. წლის წინ სამყარო განსაკუთრებით მკვერთ მდგომარეობაში უნდა ყოფილიყო. ამას ადასტურებს გასულ საუკუნეში აღმოჩენილი რელიქტური კოსმოსური რადიოგამოსხივება, რომელიც იზოტროპული გარემოდან მომდინარეობს და სამყაროს დიდი სიმკვერვის ეპოქაში არსებული გამოსხივების ნაშთს წარმოადგენს.

აღწერილი სურათის ანალიზიდან არც ისაა გამორიცხული, რომ სამყარო გაფართოებას დაასრულებს და, სიმკვერვის ცვლილების პროცესში, შებრუნებული მიმართულებით განვითარდება. მართლაც, ერთი შეხედვით, სამყარო ისევ თავის პირვანდელ მდგომარეობას უნდა დაუბრუნდეს. თუმცა, სავარაუდოდ სამყაროს გაფართოებას თან სდევს მისი შემადგენელი სხეულების ენერგიის ხარჯვა, რაც წყალბადის ჰელიუმად გარდაქმნის ხარჯზე მიმდინარეობს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ამ პროცესის ხანგრძლივი დროით გაგრძელების შემთხვევაში, სამყაროს ვარსკვლავების ენერგიის წყაროს მარაგი თანდათანობით უნდა გამოილიოს კიდევაც, რაც სამყაროს საბოლოო „ჩაქრობას“ გამოიწვევს. ამ მსჯელობით, სამყაროს მომავალი სრული წყვდიადი და სიბნელეა.

ასტრონომიული სამყაროს ობიექტებისა და მოვლენების მრავალფეროვნების მიუხედავად, სამყაროს უკიდურეს სივრცეში ერთნაირადაა გამოვლენილი ბუნების უნივერსალური ძალები და კანონზომიერებები: ნივთიერებათა ერთიანობა; ნივთიერებისა და ენერგიის შენახვის კანონი; ელექტრომაგნიტური, მაგნიტური და გრავიტაციული ველები. აღნიშნულ კანონზომიერებათა ჩამოყალიბება, სწორედ მზის სისტემის სხეულების მოძრაობათა საგულდაგულო შესწავლით გახდა

შესაძლებელი: ი. ნოგონის მიზიდულობის კანონი სამყაროს ნებისმიერ „კუთხეში“ სამართლიანია. სინათლის სხივის გამრუდება დიდი მასის სხეულების გრავიტაციულ ველში - ა. აინშტაინის თეორიით ამოიხსნება და ა.შ.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს მიზანი არაა ასტრონომიული ცოდნის დაგროვება. ჩვენი მთავარი ამოცანაა გეოგრაფიული თავისებურებების და კანონზომიერებათა შესწავლა, რომელსაც ადგილი მხოლოდ დედამიწაზე აქვს. ცხადია, რომ დედამიწა სამყაროს ნაწილია და, მასთან ერთად, ვითარდება. მის წარმოშობაში ასტრონომიული სამყაროს კოსმოგონიური პროცესების როლი უაღრესად დიდია, რადგან გეოგრაფიულ კანონზომიერებათა ჩამოყალიბება დედამიწა-კოსმოსური კავშირების გარეშე არ მიმდინარეობს. ამავე დროს, გეოგრაფიული ამოცანების გადაწყვეტისას ჩვენ, ისე როგორც კოსმოსური სივრცის მკვლევარ ასტრონომებს, გვხდება ისეთი მოვლენების შესწავლა, რომლებიც გამომდინარეობენ საკმაოდ დიდ, ან შედარებით მცირე ტერიტორიაზე. ამ მოვლენების „გაელვებას“ ხშირად საკმაოდ მცირე დრო, ზოგჯერ კი ასეულობითა და ათასეულობით წლები სჭირდება. ბუნებრივია, რომ ლაპარაკია – დროის სკალის პრობლემაზე. მას ვაკვირდებით ყველგან: მზეზე პროტუბერანცების ამოფრქვევისას, ან კიდევ მინისქვეშა სეისმური ბიძგების შეგრძნებისას. მათ მხოლოდ წამებიღა სჭირდებათ. თუმცა, მზის აქტივობის პერიოდი, დედამიწის კლიმატური ფაზების მონაცვლეობა, ტექტონიკური ციკლები თუ გალაქტიკური წლები – რამდენიმე წლიდან ათეულობით მილიონი წლობით განისაზღვრება. ბუნებრივი მოვლენების ხანგრძლივობის გასაზომად, ცხადია დროს იყენებენ. ამასთან ერთად, ამ მოვლენების სიჩქარეებისა და სივრცეებრივი ინტენსიურობის მიხედვით, დრო შეიძლება იყოს ძალიან მოკლე, ან კიდევ საკმაოდ ხანგრძლივად განფენილი.

დრო და სივრცე. ლანდშაფტური გარსის გეოგრაფიული თვალსაზრისით სრული წარმოსახვის მიზნით უნდა ვიცოდეთ მისი როგორც სივრცეებრივი, ისე დროითი პარამეტრები და თავისებულები. ბუნებისმეტყველებაში, მათ შორის – გეოგრაფიულ მეცნიერებაში, ყოველთვის ვხვებით საგნებისა და მოვლენების განფენილობას: მდინარეებს აქვთ დასაწყისი (სათავე) და დასასრული (შესართავი), ასევე დასასრული აქვს გრანდიოზულ მანძილზე გადაჭიმულ ქედებს, მთიანეთებს, ვაკეებს; დედამიწის დიდი ნაწილი უკავიათ გეოგრაფიულ ზონებს, კონტინენტებსა და ოკეანეებს; მზის სისტემაც ხომ გალაქტიკური სივრცის ნაწილია, ისე როგორც გალაქტიკა – მეტაგალიქტიკის მხოლოდ უმნიშვნელო კუთხეს იკავებს. ამასთან ერთად, დროთა განმავლობაში, ეს ობიექტები უცვლელნი როდი რჩებოდნენ, არამედ მუდმივ გარდაქმნას განიცდიდნენ: მდინარეთა სათავე სულ უფრო უკან (წყალგამყოფისაკენ) იწევს; ქედებიც დაბლდებიან დროთა განმავლობაში; ასევე სივრცეში გადაადგილდებიან ბუნებრივი ზონები კლიმატური ცვლილებების შესაბამისად; დედამიწას თავისი წარმოშობისა და განვითარების დროითი ეტაპები შეესაბამება, რომელთა მანძილზე პლანეტის ფიზიკურ მდგომარეობას სხვადასხვა იერსახე შეესაბამებოდა.

მაინც რა იგულისხმება სივრცისა და დროის კატეგორიების ქვეშ? როგორც ფილოსოფიური, ისე ნატურალისტური გაგებით სივრცის ცნება გამოხატავს რაიმე განფენილობაში განცალკევებული ნივთიერებების თანაარსებობასა და ურთიერთგანლაგების სისტემურ წესრიგს. სივრცის ძირითადი

თვისებები განფენილობა, ერთგვაროვნება, იზოტროპულობა და სამგანზომილოვნება. ბუნებრივი პროცესების მიმდინარეობის მიხედვით ნათელია, რომ ისინი ერთმანეთს ცვლიან, განსხვავდებიან თავიანთი ხანგრძლივობით, აქვთ არაერთნაირი ფაზები ან სტადიები. ყოველივე ეს ნივთიერებათა მოძრაობის, ანუ პროცესთა მიმდინარეობის დროითი სკალის მიხედვით არსებობის შესახებ მიანიშნებს. ამდენად, დრო ახასიათებს ბუნებრივი პროცესების მიმდინარეობის თანმიმდევრობას, მათი სტადიების ხანგრძლივობის, ერთმანეთისაგან გამოყოფისა და განვითარების აღწერას. დროს ახასიათებს ხანგრძლივობა და ერთგანზომილებიანობა, შეუქცევადობა და ერთგვაროვნება.

დროსა და სივრცის თვისებების მისადაგებას გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე პროცესებთან სახელმძღვანელოს ამ ნაწილში არ ვაპირებთ. თითოეული მათგანის ბუნებრივ პროცესებში ასახვა უფრო მაღალი დონის (მაგისტრატურა, დოქტორანტურა) პროგრამებითა (მაგ., შეუქცევადობა, პროგნოზი და სხვ) გათვალისწინებული, რომელთა შესახებ „ფიზიკური გეოგრაფიის თეორიული საფუძვლებში“ გვექნება საუბარი. ამჯერად შევეხებით დროისა და სივრცის ურთიერთობის გეოგრაფიულ აღქმას. მათ შორის მჭიდრო კავშირების შესახებ მეცყველებს ფრანკი: სივრცეში ყოფნა - ერთი მეორის გვერდით, ხოლო დროში ყოფნა - ერთი მეორის შემდეგ არსებობა. გეოგრაფიული გარსის სივრცე-დროითი თვალსაზრისით წარმოსახვის მიზნით, მის ოთხ განზომილებაზე (ნ. ბერუხაშვილი) მიუთითებენ. მათ შორის სამი - სივრცითია: სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე ხოლო ერთი - დროითია, რომელიც სივრცისაგან განსხვავებით - ერთგანზომილებიანია. იგი ყოველთვის მოედინება მხოლოდ ერთადერთი გზით - წარსულიდან აწმყოს გავლით და მიემართება მომავლისაკენ. ამიტომ, რეალური ბუნებრივი ობიექტების ან ბუნებრივი პროცესების „ოთხგანზომილებიანობა“ გულისხმობს მათ არსებობას არა მარტო სამ განზომილებიან სივრცეში, არამედ ერთდროულად ერთგანზომილებიან დროში.

ამასთან, ცხადია, რომ ბუნებრივი რეალობა შეუძლებელია დროის გარეშე. დრო - ბუნებრივ რეალობაში გარდაქმნების „საზომადა“ გამოყენებული, ანუ იგი ასახავს რაიმე ბუნებრივი პროცესის (ფოტოსინთეზის, ნალექდაგროვების, ტექტოგენების და სხვ) მიმდინარეობას, განსაზღვრავს მისი მიმართულების კოორდინატებს, და შეიძლება ითქვას, აღრიცხავს მისი განვითარების ცალკეულ ფაზებს, სტადიებს, ეტაპებს, ციკლებს.

სივრცე და დრო შინაგანი წინააღმდეგობებითაც ხასიათდება, რომელიც მათ უსასრულოს და სასრულოს ერთიანობაში გამოიხატება: სივრცის უსასრულობა - ცალკეული გეოგრაფიული ობიექტების სასრული სივრცეებრივი განფენილობებიდან დგება, ხოლო დროის უსასრულობა - ცალკეული ბუნებრივი პროცესების სასრული ხანგრძლივობებისაგანაა შემდგარი. ასე, გეოგრაფიული გარსის ჩამოყალიბებასა და განვითარებას თითქმის უსასრულო 3,5-4,0 მლრდ. წელიწადი დასჭირდა თუმცა, მისი თანამედროვე ფორმა და შინაარსი სასრული დროითი მონაცვლეობითაა (დელეაშური, სეზონური) განპირობებული. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ გეოგრაფიული სივრცული განფენილობა დედამიწაზე ამჟამად საკმაოდ „გულმოდგინებითაა“ დანაწევრებული. ერთიან გეოგრაფიულ გარსზე 200-ზე მეტი სხვადასხვა „თვისების“ სახელმწიფოა

მორგებული, რომელთა ბუნებრივ სივრცეზე დაგვირგვინების „მოზაიკა“ საკმაოდ დიდი და მრავალფეროვანია. ამიტომ, დროულია საერთო სივრცის ფილოსოფიის დეფინიციის გეოგრაფიული (იხ. გეოგრაფიული მეცნიერების თეორიული საფუძვლები) ინტერპრეტაცია.

მზის სისტემა. დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ფორმირება, მისი წიაღის რესურსების წარმოქმნა და მათი ხარისხობრივი თავისებურებანი მზის ენერგიასთანაა დაკავშირებული. მზე - პლანეტარული სისტემის ცენტრალური სხეულია. მის გარშემო მოძრაობს პლანეტები, მათი თანამგზავრები, მცირე ცთომილები, კომეტები, მეტეორები. ამ სხეულებს გრავიტაციის კანონზომიერებას დამორჩილებული თვისებები გააჩნიათ და ერთიან ოჯახს ქმნიან, რომელსაც მზის სისტემას უწოდებენ. ამ სისტემის მთავარი წევრის - მზის თავისებურებითაა განსაზღვრული დედამიწის ზედაპირზე, ატმოსფერო-ჰიდროსფეროს, სისტემაში მიმდინარე პროცესები. მზის ენერგიითაა განპირობებული დედამიწის ენერგეტიკული, ბიოლოგიური, სითბური, კლიმატური, წყლის, ცეცხლის, ნიადაგებისა და სხვ. რესურსების არსებობა, აგრეთვე, გეომაგნიტური, რადიო-ტელე-გადაცემისა და სატელეფონო კავშირების შესაძლებლობა; დედამიწის ზედაპირის გარდაქმნის ეგზოგენური პროცესების (ეროზია, აბრეშია, დენუდაცია, დეფლაცია და სხვ.) მამოძრავებელი წყარო მზის ენერგიაა. თვით, დედამიწის პლანეტარულ სხეულად ჩამოყალიბება (იხ. გეოგრაფიული მეცნიერების თეორიული საფუძვლები), სიცოცხლის გაჩენისა და განვითარების, ადამიანის წარმოშობისა და მისი დღევანდელი საყოფაცხოვრებო სამეურნეო საქმიანობის წარმართვის ენერგეტიკულ დაუშრეტელ წყაროს - მზე წარმოადგენს.

მზე გავრვარებული გაზისაგან შემდგარი მნათი სხეულია. უფრო სწორედ, მზე პლაზმური სფეროა, რადგან მისი შემცველი გაზის ატომებს ელექტრონები შემოცლილი აქვს და იონებადაა გარდაქმნილი. იგი შედგება წყალბადისა (75%) და ჰელიუმისაგან (25%). პლაზმას, ხელოვნურად დედამიწაზეც - ფიზიკურ ლაბორატორიებშიც კი ქმნიან და მაღალი ტემპერატურის მიღებასაც აღწევენ. თუმცა, ეს დროის უმნიშვნელო ნაწილში ხორციელდება. მზის სფეროს დიამეტრი $13,92 \times 10^5$ კმ-ს შეადგენს, რაც 109-ჯერ აღემატება დედამიწის ანალოგიურ მაჩვენებელს. ცხადია, რომ მზის რადიუსი 696 ათასი კილომეტრია. მისი სფეროს ზედაპირის ფართობი $6,12 \times 10^{12}$ კმ²-ის ტოლია და დედამიწის ფართობს 12 ათასჯერ აღემატება, ხოლო მოცულობა 1,3 მილიონჯერ მეტია და $1,4 \times 10^{33}$ სმ³-ს შეადგენს.

მზის მასა უზარმაზარია. იგი დედამიწის მასას 333 ათასჯერ აღემატება და 2×10^{27} ტონას აღწევს. თუმცა, მზის საშუალო სიმკვრივე ჩვენი პლანეტის „მაჩვენებელს“ თითქმის 4-ჯერ ჩამოუვარდება. მნათობის სიმკვრივე არაერთგვაროვანია: მისი გარე ფენა - „ატმოსფერო“, ერთობ გათხევითებულია, ხოლო წიაღში (150-180 გრ/სმ³) ფოლადის სიმკვრივეს რამდენჯერმე აღემატება. მზის ზედაპირზე გრავიტაციის გამოვლინება 28-ჯერ მეტია, ვიდრე ამას დედამიწაზე აქვს ადგილი. ასევე, კოლოსალურია (274 მ/წმ²) მზეზე სიმძიმის ძალის აჩქარებაც. ამიტომ, მზის ზედაპირიდან გარე სივრცეში გასასვლელად სხეულმა უდიდესი (617,7 კმ/წმ) სიჩქარე უნდა მიიღოს, ანუ 55-ჯერ მეტი, ვიდრე ეს დედამიწაზეა (11,2 კმ/წმ) საჭირო. მზე ორი ძირითადი გარსისაგან შედგება. მზის

მასის 99 % – მის წიაღშია (შიგა გარსი) მოქცეული, ხოლო გარე ფენა რამდენიმე კონცენტრულ გარსად იყოფა: ფოტოსფერო, ქრომოსფერო და კორონა (გვირგვინი), რომლებიც მუდმივ ურთიერთშერევისა და გაზების გაცვლის პროცესში იმყოფებიან. სწორედ, ეს გარე გარსები ხასიათდებიან მაღალი გამჭვირვალობით, რასაც მზის ბირთვი სრულიად მოკლებულია. მზის გულში მიმდინარეობს ენერგიის მუდმივი გენერირება, სადაც ტემპერატურა 15-16 მლნ. გრადუს აღწევს, ხოლო წნევა $3,4 \times 10^{17}$ დინ/სმ²-ია.

ფოტოსფერო საკმაოდ თხელი (250-300 კმ) ფენაა, რომლის ტემპერატურა 6000⁰ (კელვინის სკალით) აღწევს. დედამიწისაკენ მომავალ მზის ენერგიას, სწორედ ფოტოსფერო გამოასხივებს, უფრო მაღლა მზის ქრომოსფერო გავრცელებული. მისი სისქე 12-15 ათასი კილომეტრის ტოლია და უმთავრესად წყალბადისაგან შედგება, თუმცა, გვხვდება აგრეთვე ჰელიუმიც. სწორედ, წყალბადის მასების მოძრაობასთანაა დაკავშირებული ქრომოსფეროში მიმდინარე „ამოფრქვევები“, ანუ ანთებები, რომლებიც მაგნიტური ველების მეშვეობით კორპუსკულური ნაკადების წარმოშობას იწვევენ.

ქრომოსფეროს ფენის ზემოთ ერთგვარი „ცეცხლოვანი ენების“ აზიდვას, ანუ პროტუბერანცების ფორმირებას აქვს ადგილი. ზოგიერთი, ასეთი შვერილი რამდენიმე ათასი კილომეტრის სიმაღლეს აღწევს. მაგალითად, 1972 წელს აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში დაფიქსირებული პროტუბერანცის სიმაღლემ 17×10^3 კმ-ს მიაღწია, ხოლო მისი სიჩქარე $24,3 \times 10^3$ კმ/სთ იყო. უფრო ადრე (1937 წ.), ერთ-ერთი პროტუბერანცის სიჩქარე ($2,5 \times 10^6$ კმ/სთ) რეკორდულ სიდიდეს (~70 კმ/წმ) აღწევდა, ხოლო 1946 წელს ცეცხლოვანი შვერილის სიმაღლე $1,6 \times 10^6$ კმ-ს, ანუ მზის დიამეტრზე ოდნავ მეტს შეადგენდა.

მზის გარე სფერო - კორონა, არამიწიერი ფორმის, ერთობ მცირე სიმკვრივის გარსია. მისი, საკმაოდ გაიშვიათებული კიდე დედამიწამდეც კი სწვდება. თვით, მზე ბრუნავს თავისი „ღერძის“ გარშემო. როგორც არამყარი სხეული - მზე არათანაბრად ბრუნავს. ეკვატორულ ნაწილში ბრუნვის პერიოდი თითქმის 25 დღე-ღამეს, ხოლო პოლუსებთან 30 დღე-ღამეს უტოლდება. არათანაბარია მზის ბრუნვა მის სიღრმეშიც. იქ, ბრუნვის პერიოდი უფრო მცირეა. ამდენად, მნათობის ბრუნვის ასპექტები, პლანეტებისაგან განსხვავებით, საკმაოდ არაერთგვაროვანია. თუმცა, საერთო ისაა, რომ მზის ბრუნვის მიმართულება და ორბიტული მოძრაობა ერთმანეთს ემთხვევა.

მზის ქიმიურ შემადგენლობაში მხოლოდ დედამიწისეული ელემენტებია შემჩნეული. უფრო ჭარბად (75 %) - წყალბადი გვხვდება. ჰელიუმთან ერთად, იგი მზის თითქმის მთლიან შემადგენლობას ქმნის. მათ გარდა, მზეზე კიდევ 70-მდე ელემენტი აღმოჩენილი. საგარეოდ, მზეზე ყველა ცნობილი ქიმიური ელემენტი უნდა იყოს გავრცელებული, რაც სამყაროს ერთგვაროვან ქიმიურ შემადგენლობასა და წარმოშობა-განვითარების ერთიანობაზე მიუთითებს. საერთოდ, მზის მთავარი შემადგენელი ქიმიური ელემენტი - წყალბადი სამყაროში ერთობ გავრცელებულია, თუმცა დედამიწაზე იგი თავისუფალი სახით არ გვხვდება. ამავე დროს, ეს

ელემენტი ჭარბად ვრცელდება გიგანტურ პლანეტაზე - იუპიტერსა და სატურნზე. დედამიწა, ამ მხრივ, ერთგვარ ანომალიას წარმოადგენს.

დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ფორმირებისა და არსებობის ერთ-ერთ უძველეს ენერგიის წყაროს - მზე წარმოადგენს. მზის კოლოსალური ენერგია მის ნიაღში მიმდინარე თერმობირთვული რეაქციის შედეგია. მზის ღრმა ნიაღში, მაღალი ტემპერატურისა და დიდი წნევის გამო, ატომთა ბირთვების გარდაქმნის შედეგად, წყალბადი გარდაიქმნება ჰელიუმად. მას კი დიდძალი ენერგიის გამონთავისუფლება მოჰყვება, რომელიც დედამიწამდეც კი აღწევს და მრავალ მაცოცხლებელ პროცესებს აძლევს დასაბამს. წყალბადის ჰელიუმად გარდაქმნის პროცესში, მზის მასის თანდათანობით „დაკარგვას“ უნდა ჰქონდეს ადგილი, რაც ენერგიის წარმოშობაში განიცდის კომპენსაციას. მართლაც გამოანგარიშებულია, რომ მზის ნიაღში ყოველ წამს მიმდინარეობს 4×10^6 ტონა ნივთიერების ენერგიად გარდაქმნა, რაც ყოველ წამში 6×10^8 ტონა წყალბადის რეაქციაში მონაწილეობასა და მის „ხარჯვას“ მოასწავებს. როგორც ჩანს, ადგილი აქვს წყალბადის კოლოსალური მასის გარდაქმნასა და, რაც მთავარია, მისი შემადგენლობის სწრაფ შემცირებას. ამის მიუხედავად, მზეს მაინც ყოფნის წყალბადი, რათა მომდევნო 100 მილიარდი წლის (!) განმავლობაში საბრძოლველად ენერგიის წარმოქმნის აღწერილი მექანიზმით.

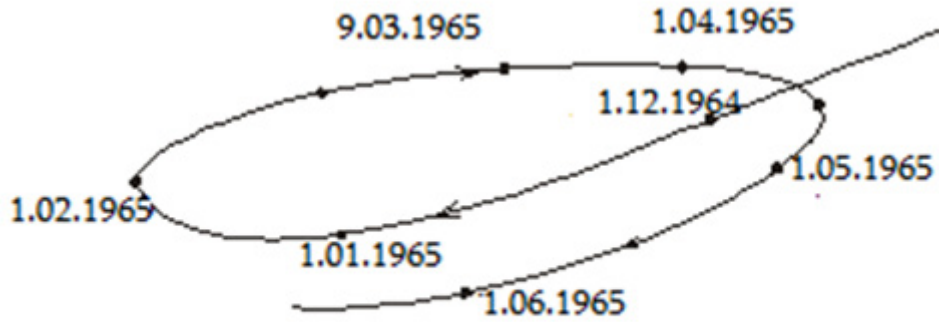
როგორც ჩანს, მზე საკმაოდ რთული კოსმოსური სხეულია. იქ მიმდინარე რთული პროცესები საკმაოდ დიდ გავლენას ახდენენ დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ბუნებრივი მოვლენების მიმდინარეობაზე. მზის ლაქების მაღალი სიხშირის პერიოდში დედამიწაზე ულტრაიისფერი გამოსხივების ფონი ერთიორად მაგვულობს. მნათობზე ლაქების წარმოქმნა კი მისი საერთო აქტივობის მაჩვენებელია. მათი გამოჩენის ჯგუფები და რაოდენობა მუდმივი ყურადღების ცენტრშია მოქცეული. დაკვირვების მასალის ანალიზი ცხადყოფს მინიმალურ მოვლენათა ცვლილების მჭიდრო კავშირს მზის ლაქების გამოჩენის პერიოდებთან. ბოლო 300 წლის განუწყვეტელი დაკვირვების შედეგად გამოთვლილი ე.წ. ვოლფის რიცხვის მიხედვით დადგენილია მზის აქტიურობა-პასიურობის, ანუ მზებზე ლაქების ჯგუფების ინტენსიური თუ სუსტი გამოვლინების ციკლური (11 წლიანი) ხასიათი. რამდენადაც მზის აქტიურობა პერიოდული გამოდგა, დედამიწაზე მიმდინარე მრავალი ფიზიკური, მათ შორის კლიმატური პროცესები - ასევე პერიოდულად ცვლილია.

ცნობილია, რომ მზის აქტივობის მაქსიმუმს დედამიწაზე მაგნიტური ქარიშხალების მაღალი ძალა შეესაბამება; ცვალებადია, აგრეთვე, პლანეტის მაგნიტური ველის დაძაბულობა და მიმართულება, რაც იწვევს სატელეგრაფო, სატელეფონო და რადიოკავშირების შეფერხებებს. მაგნიტურ ქარიშხალთანაა დაკავშირებული დედამიწის მაღალი განედების ატმოსფეროში მიმდინარე ე.წ. პოლარული ციალი. მძლავრი მაგნიტური ქარიშხლის შემთხვევაში (1958 და 1982 წლები) პოლარული ციალი საშუალო და დაბალ განედებშიც კი გამოჩნდა. რაც შეეხება მაგნიტური ველის მახასიათებლების ცვლილებებს, ის პირდაპირ დედამიწის მაგნიტური სარტყლების ფორმირებაში აისახება. ზოგჯერ დედამიწამდე აღწევს მზის ნიაღიდან ამოფრქვეული დამუხტული

ნაწილაკები, რომლებსაც კორპუსკულური ნაკადები ეწოდება. მათ საკმაოდ დიდი ენერგია აქვთ და დედამიწის ატმოსფეროს ყოველთვის როდი შეუძლია დაცვითი ფუნქციის შესრულება.

პლანეტარული სისტემა. პლანეტები ანუ ცთომილები სამყაროს სხეულთა ჯგუფია. დედამიწასთან ერთად ისინი კოსმოსური სხეულების ისეთი სისტემაა, რომლებიც ერთგვარი წარმოშობითა და ევოლუციით ხასიათდებიან. პლანეტებზე დაკვირვება უშუალო დამზერითაა შესაძლებელი, რისთვისაც ჩვეულებრივ ტელესკოპებს გამოიყენებენ. დედამიწის ძირითადი ფიზიკური პარამეტრები - სიდიდე, ზომები, მასა, სიმკვრივე, მზიდან დაშორება და მოძრაობანი სახელმძღვანელოს III თავშია განხილული. ამჯერად, შევხებით დანარჩენი პლანეტების ფიზიკურ თავისებურებებს. მზიდან დაშორების მიხედვით ისინი შემდეგნაირად არიან განლაგებული: მერკური, ვენერა, მარსი, იუპიტერი, სატურნი, ურანი, ნეპტუნი და პლუტონი. პლანეტების ორბიტები დაახლოებით ერთ სიბრტყეშია მოქცეული. ყველა პლანეტა მოძრაობს ერთი საერთო მიმართულებით - დასავლეთიდან აღმოსავლეთით. მზიდან მათი დაშორება, მათი სიდიდეები, მოძრაობის სიჩქარეები და მზის გარემოქცევის პერიოდები სხვადასხვაა. მათი ზედაპირის ფიზიკური პირობებიც არაერთგვაროვანია. ამის მიუხედავად, ყველა პლანეტა ერთ ოჯახს, ანუ მზის სისტემას (პლანეტარულ სისტემას) ქმნის. ამ სისტემაში მოიაზრება, აგრეთვე, რამდენიმე ათასი ე.წ. მცირე პლანეტა ანუ პლანეტოიდი, რომელთა ორბიტები მოქცეულია მარსისა და იუპიტერის ორბიტებს შორის. მზის ოჯახს მიეკუთვნება კომეტები და მეტეორები, ასტეროიდები და ბოლიდები, წვრილი კოსმოსური მტვერი და თვით პლანეტების თანამგზავრებიც.

პლანეტები ცის თაღზე საკუთარი მოძრაობით ადგილს მუდმივად იცვლიან. საკუთარი ხილული მოძრაობა ხან აღმოსავლეთითაა მიმართული, ხან სანინააღმდეგო მხარეს. ამიტომ დაარქვეს ამ სხეულებს უნესრიგოდ „მოხეციალე“ ვარსკვლავები. ქართული სახელწოდებაც - ცთომილი ამასვე გამოხატავს - ვარსკვლავების საერთო გზას ამცდარს ნიშნავს. ნათქვამის დასტურად ვნახოთ, თუ როგორ გამოიყურება ცთომილები ეკლიპტიკის სიბრტყის „ზემო“ ანუ ჩრდილოეთის მხრიდან. ამ შემთხვევაში, ყველა ცთომილი საკმაოდ მწყობრად მოძრაობს მზის გარშემო საათის ისრის მოძრაობის სანინააღმდეგო მიმართულებით. სინამდვილეში, ჩვენ - დედამიწის მცხოვრებნი - თითქმის იმავე სიბრტყეში ვიმყოფებით და ვმოძრაობთ, რომელშიც ყველა სხვა ცთომილი სრბოლავს მზის გარშემო. ამ პოზიციიდან დაკვირვებისას პლანეტების მოძრაობა ერთობ რთული სურათისაა. იქმნება ილუზია, თითქოს პლანეტები ირხევიან მზის მიმართ: ხან აღმოსავლეთით მოექცევიან მას, ხან კი დასავლეთიდან. ცთომილები ცის თაღზე ხან დასავლეთისაკენ გადაადგილდებიან, ხან კი პირუკუ. ნახაზზე (ნახ. 1.3) ნაჩვენებია მარსის „ნაკვალევი“ ცაზე 1965 წელს.

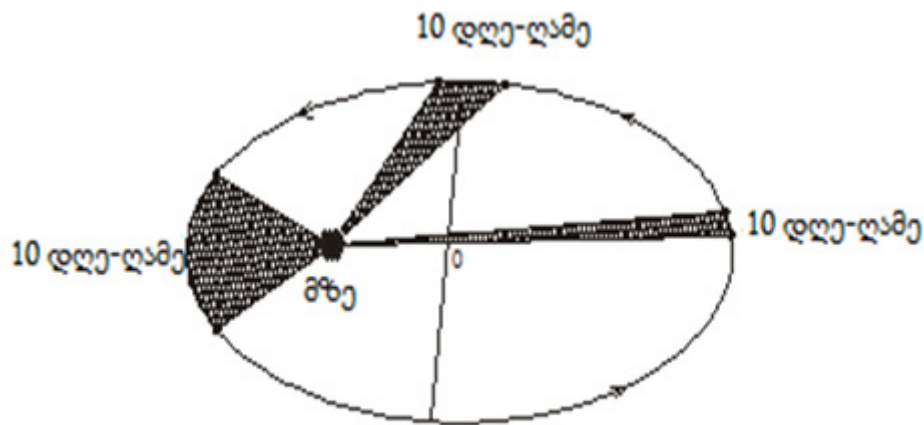


ნახ.1.3. მარსის "მარყუქი"

მზის სისტემის ნამდვილი სურათის წარმოდგენის შესახებ შეხედულებები დროთა განმავლობაში საკმაოდ იცვლებოდა. უძველეს პერიოდში კაცობრიობამ არ იცოდა პლანეტების მზის ირგვლივ მოძვრის ფაქტი და ცაზე მათ ხილულ გადაადგილებას სწორად ვერ ხსნიდა. ამიტომ ძველად დედამიწას, სამყაროს ცენტრად ანუ შუაგულად თვლიდნენ. უძრავი დედამიწის გარშემო კი, მათი აზრით, მოძრაობდნენ მზე, მთვარე და სხვა პლანეტები. სწამდათ, რომ ბუნებაში მხოლოდ სრულყოფილი წრიული და თანაბარი მოძრაობა არსებობს. ამ სქემას პტოლემეს (II ს-ის ალექსანდრიელი სწავლული) სისტემა ეწოდებოდა, რომელსაც გეოცენტრული სისტემაც შეიძლება დაერქვას. ამ სქემამ XVI საუკუნემდე იარსება. ახალი სქემის ავტორი პოლონელი მეცნიერი - კოპერნიკი იყო. მისი სისტემის ცენტრში დედამიწის ნაცვლად, მზე მოექცა, ხოლო პლანეტები მზის გარშემო განლაგდნენ. კოპერნიკისეულ სისტემას ჰელიოცენტრული ეწოდა. ახალი მოძღვრების თანახმად მანამდე უძრავი დედამიწა - მოძრავად გამოცხადდა, ხოლო მნათობთა ხილული მოძრაობა - მოჩვენებითი გამოდგა, რომლის მიზეზი თვით დედამიწის ნამდვილი (ღერძის ირგვლივ და მზის გარშემო) მოძრაობაა.

მზის სისტემის ცთომილების მოძრაობას საერთო მახასიათებლები აქვთ. მათ შორის, აღენიშნავენ ზოგიერთ მათგანს: პლანეტების ორბიტები თითქმის წრიულნი არიან და დაახლოებით ერთ სიბრტყეზე მდებარეობენ; ყველა ცთომილი მზის გარშემო ერთი მიმართულებით (დასავლეთიდან აღმოსავლეთით) მოიქცევა; ყველა ცთომილი (ვენერასა და ურანის გარდა) საკუთარი ღერძის ირგვლივ და მზის ირგვლივ ერთი მიმართულებით ბრუნავს. გავიხსენოთ, რომ მზის ბრუნვაც საკუთარი ღერძის გარშემო, იმავე მიმართულებისაა. ყველა პლანეტასა (ურანის გამოკლებით) და მზეს ეკვატორი მცირედ აქვთ დახრილი ეკლიპტიკისადმი, ე.ი. მათი ბრუნვის ღერძების დახრილობა ეკლიპტიკისადმი თითქმის მართობულია; პლანეტების თანამგზავრების ორბიტები თითქმის წრიულია, ხოლო მათი ორბიტების სიბრტყეები ახლოსაა დედა-ცთომილების ეკვატორულ სიბრტყეებთან; ამავე დროს, თანამგზავრების უმრავლესობა და სატურნის რგოლი ბრუნავს დედა-ცთომილის ირგვლივ იმავე მიმართულებით, როგორითაც ცთომილები მოიქცევიან მზის გარშემო.

პლანეტების მოძრაობა ნიუტონისეული ფიზიკის კანონზომიერებებს (მიზიდულობის ძალა) ექვემდებარება. ზოგიერთ მათგანს ღრმა შინაარსის გეოგრაფიული მნიშვნელობა აქვს. ამ მხრივ, „გეოგრაფიული ნიშნებისა“ პლანეტების ელიფსურ ორბიტაზე წლიური მოძრაობის არათანაბარი სიჩქარე, რასაც დედამიწისათვისაც საყოველთაო მნიშვნელობა აქვს. ეს კანონი ი. კეპლერის მიერაა აღწერილი, რომლის თანახმად ცთომილის რადიუს-ვექტორი დროის თანაცვლად შუალედში თანაცვლად ფართობებს შემოწერს. აქედან გამომდინარე, მზესთან ახლო მდგომარეობაში (პერიჰელიუმი) ცთომილი გაცილებით უფრო სწრაფად (ნახ. 1. 4) მოძრაობს, ვიდრე აფელიუმი შემთხვევაში. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი დედამიწასთან მიმართებაშიც.



ნახ.1.4. პლანეტის რადიუს-ვექტორის მიერ შემოწერილი ფართობების შედარება (ი. კეპლერის კანონის მიხედვით)

მზის სისტემის პლანეტების შედარებითი დახასიათების მიზნით თავი მოვუყაროთ (ცხრილი 1. 1) მათ ძირითად პარამეტრებს. მკითხველი ადვილად მიხვდება, რომ მზემდე პლანეტების მანძილები ასტრონომიულ ერთეულებშია მოცემული. ი. კეპლერის მესამე კანონით, თითოეული პლანეტის მზემდე მანძილის კუბი მის მიერ წლიური გარემოცევის პერიოდის კვადრატის ტოლია. ასე, მაგალითად, თუკი იუპიტერის მზიდან დაშორება 5,20 ასტრონომიული ერთეულია, მაშინ გარშემოვლის დრო $(5,20)^3 \sim 140,61 \sim \sqrt{140,61} \sim 11,86$, ანუ თითქმის 11,87 წელიწადის ტოლია. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცთომილების ფიზიკური სიდიდეები ერთმანეთისაგან საკმაოდ განსხვავდებიან. ასევე, ყველა პლანეტა მზისაგან დიამეტრალურად განსხვავდება. მხოლოდ იუპიტერი თუ მიუახლოვდება მზის დიამეტრს, თუმცა სხვობა მაინც საგრძნობია.

სიმკვრივეთა შედარებისას უმნიშვნელო განსხვავებას ვხედავთ. ყველა პლანეტის სიმკვრივე მოქცეულია 0,7-სა და 5,5-ს შორის; მზის სიმკვრივე კი 1,41 გრ/სმ-ია. ცხრილიდან ისიც ჩანს, რომ ცთომილები ორ ჯგუფად იყოფა. ერთნი - დედამიწის მასისა და სიდიდისანი არიან, ხოლო მეორეს - იუპიტერის ჯგუფში აერთიანებენ. მართლაც, მერკურისა და ვენერას უფრო დიდი მსგავსება, სწორედ, დედამიწასთან აქვთ, ხოლო იუპიტერის ჯგუფის პლანეტების სიდიდეები მათ აშკარად აღემატება. ამ ორი ჯგუფის პლანეტები ერთმანეთისაგან ღერძის ირგვლივ ბრუნვის პერიოდითაც განსხვავდებიან.

დედამიწის ჯგუფის ცთომილების ბრუნვის პერიოდები ჩვენი პლანეტის ერთ დღე-ღამეზე მეტია, ვენერასათვის კი 243 დღე-ღამესაც კი შეადგენს. იუპიტერის ჯგუფის ცთომილები საკმაოდ სწრაფად (საშუალოდ 10-15 სთ) ბრუნავენ, რაც მათ მნიშვნელოვან პოლუსურ შებრტყელებას (1:4-დან 1:15-მდე) იწვევს. პლანეტების საერთო თვისებაში განიხილავენ მათ მზის ირგვლივ მოძრაობის სიჩქარეებს. ამ მხრივ, რაც უფრო ახლოსაა ცთომილი მზესთან, მით მეტია მისი სიჩქარეები.

ცხრილი 1.1.

პლანეტების ფიზიკური სიდიდეები

პლანეტები	მკვეთრული დიამეტრი კმ	დიამეტრი მკვეთრული მინასთან	მასა, დედამიწასთან შედარებით	სიმკვრივე გრ/კმ ³	მზიდან დაშორება		მზის ირგვლივ მოქცევა (წმ)	დღერძული ბრუნვა	შებრტყელობა პოლუსთან	სიჩქარე ორბიტაზე კმ/წმ	ეკლიპტიკა გრად/წთ	თანამგვართა რაოდენობა
					მზს კმ	ასტრონომიული ერთეული						
მერკური	4878	0,38	0,06	5,4	57,9	0,4	0,2	9 დღ	0,0	48	2°	–
ვენერა	12104	0,95	0,82	5,2	108,2	0,7	0,6	243 დღ	0,0	35	3°	–
დედამიწა	12756	1,00	1,00	5,5	149,6	1,0	1,0	23სთ. 56წთ	1:298	30	23°27	1
მარსი	6794	0,53	0,11	3,9	227,9	1,5	1,9	24სთ. 37 წთ	1:191	24	23°59	2
იუპიტერი	142796	11,19	317,8	1,3	779	5,2	11,9	9სთ. 50 წთ	1:16	13	3°04	67
სატურნი	120000	9,41	95,2	0,7	1432	9,6	29,6	10სთ 14 წთ	1:9	10	26°44	62
ურანი	50800	3,98	14,6	1,3	2884	19,3	84,7	16სთ. 48 წთ	1:50	7	98°	27
ნეპტუნი	48600	3,81	17,2	1,7	4509	30,8	165,5	16სთ. 07 წთ	1:43	5	29°	13
პლუტონი	3500	0,27	0,003	0,7	5966	39,9	251,9	6,39 დღ	–	5	50°	5

პლანეტათა ორბიტები დაახლოებით ერთ სიბრტყეში მდებარეობს. ამიტომ, პლანეტარულ სისტემას „ბრტყელ სისტემად“ მიიჩნევენ. თუმცა, შეიმჩნევა გარკვეული განსხვავებებიც: თუკი დედამიწისა და მარსის ეკვატორული სიბრტყეების დახრა ეკლიპტიკისადმი თითქმის ტოლია, მაშინ მერკურისა და ვენერას, აგრეთვე იუპიტერის იგივე მაჩვენებელი 10-ჯერ (2-30) ნაკლებია, ხოლო ურანისა და პლუტონის ეკვატორული სიბრტყის დახრილობა (980 და 500) აშკარად აღემატება ზემოთ დათქმირებულ სიდიდეებს.

მზის სისტემის სხეულების ფიზიკური აგებულებაც არაერთგვაროვანია. ერთ-ერთი ძირითადი განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ მზე გავარვარებული გაზია, პლანეტები კი მყარი და ცივი სხეულებია. ამავე დროს, დიდი ცთომილები რამდენჯერმე უფრო ნაკლები სიმკვრივით ხასიათდებიან, ვიდრე დედამიწის ჯგუფის პლანეტები. ამ პარადოქსის ამოხსნას ცდილობენ დიდ ცთომილებზე კრიზისული სიჩქარის საკმაოდ მაღალი (60 კმ/წმ) მაჩვენებლის არსებობით. ამის გამო, ამ ცთომილებებზე უხვად უნდა იყოს წარმოდგენილი მსუბუქი (წყალბადი, ჰელიუმი, მეთანი და ამიაკი) ელემენტები და ნაერთები. ცხადია, რომ ფიზიკური აგებულების მოგანილი ასპექტები

საშუალო სიდიდეს ახასიათებს. სიმკვრივის ნამდვილი განაწილება ცენტრსა და ზედაპირს შორის საშუალო სიდიდისაგან ფრიად განსხვავებულია.

მზის სისტემის სრული წარმოდგენის მიზნით, მკითხველს მიენიჭება აგრეთვე მოკლე ცნობები მზის სისტემის პლანეტების შესახებ.

მერკური (ოტარიდი¹) მზის უახლესი ცთომილი მცირედ აღემატება მთვარეს. ღერძული ბრუნვა მას მეტად ნელი აქვს: მერკურის ორი წელიწადი თავისსავე სამ ღრე-ღამეს უტოლდება. მზესთან სიახლოვის გამო (57,9 მლნ. კმ), დედამიწასთან შედარებით 7-ჯერ მეტ სითბოს ღებულობს მნათობიდან. მზისკენ მიძევული ზედაპირი +300⁰-დან +350⁰-მდე ხურდება, ხოლო ზოგჯერ +500⁰-საც აღწევს. ღამის მხარეზე ტემპერატურა -150⁰-მდე ეცემა. მერკური მოკლებულია მკვერთვ ატმოსფეროს, რაც მის ღაბალ აღბედოსა და, შესაბამისად, მცირე სიკაშკაშეს განაპირობებს. ამერიკული კოსმოსური აპარატის - „მარინერ-10“-ს მიერ გადმოცემული გამოსახულებებით, მერკური უფრო მთვარეს ემსგავსება, ვიდრე პლანეტებს.

ვენერა (ასპიროზი) უფრო დედამიწის მსგავსი პლანეტაა. იგი გარემოცულია ატმოსფეროს მკვერთვ და გაუმჭვირვალე ფენით. ამიტომ, ცთომილის აღბედო ძალიან ძაღალია (76%), რითაც იგი სხვა პლანეტებთან შედარებით პირველ ადგილზეა. ვენერას ატმოსფერო გაჭერებულია მუღამ სქელი ღრუბლით და პლანეტის ზედაპირი დედამიწიდან არ ჩანს. პლანეტის ატმოსფეროს ზედა საზღვართან ტემპერატურა +40⁰-ს, ხოლო ცთომილის ზედაპირთან +400⁰-ს აღწევს. მის შემადგენლობაში ამოცი 4%-ია, წყლის ორთქლი და ჟანგბადი -2%-მდეა, ხოლო ნახშირორჟანგი - 94%-ს შეადგენს. ცთომილი ერთობ ნელა (243 ღრე-ღამე) ბრუნავს თავის ღერძის გარშემო. რაც შეეხება ბრუნვის მიმართულებას, რომელიც აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენაა -საწინააღმდეგოა პლანეტარულ სისტემაში გამეფებული მიმართულებისა. ვენერას ბრუნვის ღერძი თითქმის მართობულია მისი ორბიტის სიბრტყის მიმართ, ამიტომ, პლანეტა მოკლებულია წელიწადის სეზონურ მორიგეობის მოვლენას. ვენერას ზედაპირი საკმაოდ გლუვი აღმოჩნდა, თუმცა, ხშირია ტექტონიკური ნაპრალები, ვულკანური კონუსები, აგრეთვე, რგოლური მოყვანილობის რელიეფის უა-რყოფითი ფორმები.

მარსი (მარიხი) დედამიწისეული პლანეტების ციპიური წარმომადგენელია. დიდი ხანია, მარსის ზედაპირზე შეინიშნება სეზონურობა, რაც ბრუნვის ღერძის ეკლიპტიკისადმი სათანადო დახრიტაა (230591) განპირობებული. მარსის სეზონები უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე დედამიწისა, რაც ცთომილის მზის გარშემო გარემოქცევის უფრო მეტი პერიოდიტაა (687 ღრე-ღამე) განპირობებული. თუმცა, მარსისა და დედამიწის ღრე-ღამეთა ხანგრძლივობა სრულიად ერთნაირია. მარსი მზიდან 2-3-ჯერ ნაკლებ სითბოს ღებულობს, ვიდრე დედამიწა. მარსის ეკვატორზე შუადღისას

¹პლანეტების საყოველთაოდ მიღებულ სახელწოდებებთან ერთდ, ფრჩხილებში მოცემულია შუა საუკუნეების ქართულ სალიტერატურო წყაროებში დაცული შესატყვისები.

სიბოლო $+10^0$ -დან $+25^0$ -მდე იცვლება, ხოლო ღამით ტემპერატურა -60^0 -მდე ეცემა. მარსის სეზონურობის დამადასტურებელია თეთრი პოლარული „ქედების“ ფართობისა და მოხაზულობის დროითი ცვლა. ვარაუდობენ, რომ თეთრი ქედები თოვლის, თრთვილისა ან რაიმე ნივთიერების ყინულოვანი კრისტალებია. სეზონური ცვლილებით ხასიათდება აგრეთვე, ქედების პერიფერიაზე „მოციმციმე“ ბნელი ლაქები, რომლებსაც პირობითად ზღვებს უწოდებენ.

მარსის ატმოსფერო ძალზე გაიშვიათებულია. ერთობ მცირეა წყლის ორთქლი და ჟანგბადი. აბოცი კი მხოლოდ 1%-ს აღწევს. უფრო გამჭვირვებელია (90%) ნახშირორჟანგა გაზი. ატმოსფეროში შენიშნული „ღრუბლები“ ქარისმიერი მტვერი უნდა იყოს. მარსის ზედაპირი დაფარულია მრავალი მცირე ზომის კრატერებით, „უდაბნოების“ ვრცელი არეებით, ვულკანური წარმოშობის (ოლიმპოს მთა, სიმაღლე 22000 მ) მაღალი მთებით, ეროზიული ფორმებით, ტექტონიკური პროცესების კვლებითა და მშრალი კალაპოტებით. ასეთი ზედაპირის მიხედვით ვარაუდობენ, რომ მარსზე მილიონობით წლების წინ იყო ზღვები და ატმოსფერული ცენი, რომელიც მოგვიანებით დაშრა.

მზის გარშემო შედარებით ახლო მანძილზე მოძრავი მყარი პლანეტების განხილვა არასრული იქნება თუ არ მოვიანებთ დედამიწას - როგორც პლანეტას. ამ მხრივ, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, დედამიწის გეომეტრიულ და ფიზიკურ პარამეტრებთან ერთად მეტად, საინტერესოა მისი ალბედოს კლიმატური ინტერპრეტაცია და რელიეფის უმსხვილესი ფორმების კოსმოსური გენეზისი. დედამიწის ალბედოს საშუალო სიდიდე 40%-ია, რაც ნ-ჯერ აღემატება მთვარისას, თუმცა ორჯერ ჩამოუვარდება ვენერას ალბედოს. ამასთან, კოსმოსური დაკვირვებებით გამოირკვა, რომ დედამიწაზე აშკარად 100-ზე მეტი კრატერი ჩანს. მათ შორისაა არიზონის მეტეორული კრატერი. მოგვიანებით გამოირკვა, რომ მექსიკის უბე წარმოქმნილია დიდი ზომის კოსმოსურ სხეულთან დედამიწის შეჯახების შედეგად. საგულისხმოა, რომ კრატერებისა და მათი მსგავსი წრიული ფორმების გავრცელება დედამიწისა და სხვა პლანეტების ზედაპირზე ფრიად დამახასიათებელი მოვლენაა.

მთვარე - ჩვენი პლანეტის ერთადერთი თანამგზავრია. მთვარემდე საშუალო მანძილი 384400 კმ-ს შეადგენს, თუმცა იგი მუდმივი არ არის: დედამიწიდან მთვარის დაშორების მაქსიმალური (აპოგეუმში) მნიშვნელობა 406500 კმ-ს, ხოლო მინიმალური (პერიგეუმში) - 366300 კმ-ს შეადგენს. მათ შორის სხვაობა 40200 კმ-ია და მთვარის ორბიტის ელიფსურ ფორმაზე მიუთითებს. გამოთვლილია, რომ მთვარის დიამეტრი (3476 კმ) დედამიწის დიამეტრის მხოლოდ ერთი მეოთხედია, მოცულობით კი მთვარე 49-ჯერ ნაკლებია დედამიწის ანალოგიურ ($1,1 \times 10^{12}$ კმ³) სიდიდებზე. მთვარის მასაც ჩვენი პლანეტის მეოთხმოცედი ნაწილია, ანუ მთვარე $7,4 \times 10^{19}$ გონას „ინონის“. ამიტომ, მთვარეზე მიზიდულობა ექვსჯერ ნაკლებია, ვიდრე დედამიწაზე. სწორედ, ექვსჯერ ნაკლები მიზიდულობა და „ნონა“ განიცადეს ამერიკელმა ასტრონავტებმა მთვარის ზედაპირზე. მთვარის სიმკვრივე (3,31 გრ/სმ³) დედამიწის ამ სიდიდის სამ მეხუთედს შეადგენს, თუმცა წყალზე 3,3-ჯერ უფრო მკვრივია.

მთვარის ზედაპირი შედარებით გლუვი, ბრტყელი, უწყლო სივრცეა. თუმცა, მთვარეზე მოჩანს თართო და ბნელი „ლაქები“ - ნაკლებად კაშკაშა არეები. გელესკოპიდან კი მთვარის ზედაპირზე მთები, მთაგრეხილები, დიდი ნაპრალები მოჩანს, ანუ იგი საკმაოდ „ჭრელია“. დაკვირვებებით შედგენილია მთვარის დეტალური რუკა, რომელზედაც მთები, ზღვები და მთაგრეხილებია ასახული. მათ შორისაა ზღვები: ნვიმების, სინენარის ზღვები; კავკასიონის ქედი, აპენინის ქედი, მრავალი კრატერი და სხვ. მთვარის ზედაპირი კრატერების გავრცელების ვრცელ არენას წარმოადგენს. აქ, ხომ კრატერების მიერ შექმნილი მრგვალი ფორმის „ქვაბულების“ რიცხვი რამდენიმე ათასს აღწევს. მათი უმრავლესობა მცირე ზომისაა, ხოლო შედარებით შესამჩნევი სიდიდის ასეთი ფორმის სიგანე 200 კმ-საც კი აღწევს. მთვარის „მთები“ საკმაოდ დიდ სიმაღლეს აღწევენ. თუ კი დედამიწის უმაღლესი მწვერვალი (ჯომოლუნგმა) მხოლოდ 8848 მეტრია, მთვარეზე 9 კმ-ის სიმაღლის მწვერვალები იშვიათობა სრულებით არ არის.

მთვარის ზედაპირზე შემოსული მზის ხილული რადიაციის 7 %-ის არეკვლას აქვს ადგილი, დანარჩენი კი შთანთქმება და ათბობს (120-130⁰-მდე) მის ზედაპირს. მთვარის რაიმე თერამენგზე დღის ხანგრძლივობა 2 კვირას გრძელდება. ღამის მხარეზე გემპერატურა 160-170⁰-მდე ეცემა. მთვარეზე მზის დაბნელების დროს, მისი ზედაპირის გემპერატურა, ძალზე ცვალებადია. ამ დროს (როცა ჩვენთან მთვარის დაბნელებაა), ორი საათის განმავლობაში, გემპერატურა 200⁰-ით კლებულობს, რაც მისი ზედაპირის დაბალ სითბოტევადობაზე მიუთითებს.

მთვარე მოკლებულია ატმოსფეროს. თუმცა, მის ზედაპირთან ახლოს, უმთავრესად ჰელიუმისა და არგონის ატომების არასტაბილური და ერთობ გაიშვიათებული გაზი მთვარის ქერქისაგან გამოიყოფა. მზის სისტემაში, არა მარტო დედამიწაზე, არამედ ზოგიერთ თანამგზავრზე ატმოსფერო „სრულყოფილად“ წარმოდგენილი. მათ მიეკუთვნება სატურნის თანამგზავრი - ტიტანი. უატმოსფერო მთვარის ზედაპირი კრატერების გავრცელებას ვერ ასცილდება. მათ წარმოშობას ორი ახსნა აქვს: კრატერები ან ვულკანური წარმოშობისაა, ან კიდევ, ისინი მეტეორიტების შედეგად არიან ფორმირებულნი. ამავე დროს, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამგვარი კრატერები დედამიწაზე გვხვდება. თუმცა მათი რაოდენობა მხოლოდ ერთ ასეულს აღწევს. ცხადია, რომ დედამიწაზე მეტეორული „წვიმა“ უფრო მეტად მის უატმოსფერო ეტაპზე მიმდინარეობდა, რომელიც ამჟამად სქელი ქერქითაა გადაფარული, ხოლო, ძველი კრატერები სრულებით გარდაქმნილია ეროზიულ-აკუმულაციური პროცესებით. მთვარის გრუნტის ანალიზი ადასტურებს მის მსგავსებას დედამიწის ზედაპირულ ნალექებთან. მთვარეზეც ჭარბობს სილიკატური ნივთიერება და ალუმინის ჟანგები, ხოლო მის „ზღვებში“ ბაზალტია გავრცელებული. ვულკანური ქანების ასაკი 4-4,5 მლრდ. წელიწადით განისაზღვრება. ვარაუდობენ, რომ დედამიწის მსგავსად, მთვარეზეც ზედაპირული ქერქი მხოლოდ რამდენიმე კილომეტრია, ხოლო მის ქვეშ თხიერი მანტია, ცენტრში კი მკვრივი ბირთვი მდებარეობს. ამასთან, მიანიშნებენ კრატერების თავზე გაზების ამოსვლის არსებობაზე, რაც მზის სისტემის წარმოშობისა და ევოლუციის შესახებ საერთო მოსაზრების ფორმულირებას უწყობს ხელს.

იუბიტერი (მუშთარი) პლანეტურ სისტემაში უდიდესი ცთომილია. იუბიტერი თავისი მასით 318-ჯერ აღემატება დედამიწისას, ხოლო ეკვატორის სიგრძით 11-ჯერ. მისი ეკვატორული და პოლარული დიამეტრებს შორის სხვაობა თითქმის 9,0 ათასი კილომეტრია, რაც ეკვატორის სიბრტყეში საკმაოდ დიდ გამობნეხილობაზე მიუთითებს. ცთომილი მზეს 779 მლნ. კმ-თაა დაშორებული, ორბიტალური სიჩქარეც (13,1 კმ/წმ) შედარებით მცირეა. ამიტომ, მისი მზის გარემოქცევის პერიოდი საკმაოდ ხანგრძლივია და 12 წელს შეადგენს. სამაგიეროდ, იუბიტერი თავისი ღერძის გარშემო საკმაოდ სწრაფად ბრუნავს და ერთ შემობრუნებას თითქმის 10 სთ-ს ანდომებს. ცთომილის ბრუნვის ღერძის ორბიტის სიბრტყისადმი მართობულობა გამორიცხავს პლანეტის ზედაპირის სეზონურობას. იგი საკმაოდ სქელი ატმოსფეროს შემცველია, რომელშიც კარგად მოჩანს ღრუბლები. ატმოსფერო ძირითადად წყალბადის, მეთანისა და ამიაკისაგან შედგება.

მზის გამოსხივება იუბიტერს 27-ჯერ ნაკლები ინტენსივობით აღწევს, ვიდრე დედამიწას. პლანეტის დიდი მასითა და დაბალი გემპერატურით (-1500° -მდე) განსაზღვრულია მისი ატმოსფეროს მაღალი სიმკვრივე. მას ახასიათებს აგრეთვე რადიოგამოსხივებაც, რაც სავარაუდოდ პლანეტის ატმოსფეროს ციკლონების მძლავრ ელქექტთან უნდა იყოს დაკავშირებული. დედამიწისეულ ანალოგებთან შედარებით ისინი რამდენიმე ათასჯერ დიდია. ცთომილის სიმკვრივე, როგორც აღვნიშნეთ, საკმაოდ მცირეა, რაც მსუბუქი ელემენტების შემცველობით აიხსნება. პლანეტის დიდი მასა და დაბალი სიმკვრივე ვარსკვლავს უფრო მოგვაგონებს. იუბიტერს 67 თანამგზავრი ახლავს.

სატურნი (ზუალი) სიდიდით მეორეა მზის ცთომილთა შორის. მას განსაკუთრებული ფორმა გააჩნია: მის გარშემო აურაცხელი მცირე ზომის სხეულების გარშემოვლა რგოლური წარმონაქმნს ქმნის. უფრო მკრთალი რგოლები უკვე დადგენილია იუბიტერის, ურანისა და ნეპტუნის ირგვლივაც. ცთომილი უზარმაზარ სივრცეს იკავებს: მისი ეკვატორული დიამეტრი 120 ათასი კილომეტრია, ხოლო მისი რგოლის გარე კიდის რადიუსი 168 ათას კმ-ს აღწევს. ცთომილის ზედაპირიდან რგოლური სისტემის უკიდურესი შიდა კიდეამდე მანძილი 6 ათას კმ-ზე ოდნავ მეტია, ხოლო სრული სიგანე 102,5 ათასი კმ-ს შეადგენს. ცთომილის შებრტყელება ($1:9,2$) საკმაოდ დიდია, რაც მისი ბრუნვის მაღალი სიჩქარით (ცხრილი 1.1) აიხსნება. სამაგიეროდ, ძალზე უმნიშვნელოა ცთომილის სიმკვრივე.

სატურნის ატმოსფერო უმთავრესად (99 %) წყალბადისა და ჰელიუმისაგან შედგება, ხოლო გემპერატურა -1700° -ზე დაბალი უნდა იყოს. დედამიწისაგან განსხვავებით სატურნი ნელა მოძრაობს და მზის გარშემო ერთ სრულ შემობრუნებას თითქმის 30 წელიწადს ანდომებს. სატურნის ეკვატორის სიბრტყის დახრა ეკლიპტიკისადმი დედამიწის ანალოგიურ სიდიდესთან ($23^{\circ}27'$) საკმაოდ მიახლოებულ სიდიდეს ($26^{\circ}44'$) შეადგენს. იმ მრავალრიცხოვან მცირე ზომის მეტეორულ სხეულებთან ერთად, ამ რგოლის გარეთ, სატურნს გარემოქცევა 62 თანამგზავრი.

ურანი და ნებტუნი მზის სისტემის კიდევ მდებარეობენ. ორივე ცთომილს უკვე ჩვენთვის ნაცნობი რგოლი გააჩნია. ორივე მათგანი გარშემოვრულია ატმოსფეროს გარსებით, რომელიც ძირითადად მეთანისაგან შედგება. მათი სიდიდეები და ფიზიკური აგებულება სატურნის ზომებს უფრო „ნაგავს“. მზის გამოსხივება მათ შესუსტებული სახით წვდება. ამიტომ, ურანის ტემპერატურა - 1800⁰-ს, ხოლო ნებტუნისა კი -2000⁰-ს-მდეა დაცემული. ამიაკის შემადგენლობა ამ ცთომილებზე უფრო ნაკლებია, ვიდრე სატურნსა და იუპიტერზე, თუმცა მის ხარჯზე, მეთანის წილის ზრდა შეიმჩნევა. ამ ცთომილების საშუალო სიმკვრივეებიც თითქმის თანაბარია. ურანი ანომალიურია ეკლიპტიკისადმი მისი ბრუნვის ღერძის მართობულობით (82⁰) და ბრუნვის (აღმოსავლეთიდან დასავლეთი) მიმართულებით. მზიდან დიდი დაშორების გამო (19,3 და 30.8 ასტრონომიული ერთეული), მათი გარემოქცევის პერიოდები (85 და 165 წელიწადი) საკმაოდ ხანგრძლივია. აღნიშნული ფიზიკური აგებულებით, ეს ცთომილები ერთგვაროვან - უღიმღამო და გეოგრაფიულ სირთულეს მოკლებულ სხეულებს განეკუთვნება. ორივე ცთომილი მდიდარია თანამგზავრებით: ურანს - 27 გარემოქცევა, ნებტუნს გარშემო კი 13 სხეული ბრუნავს.

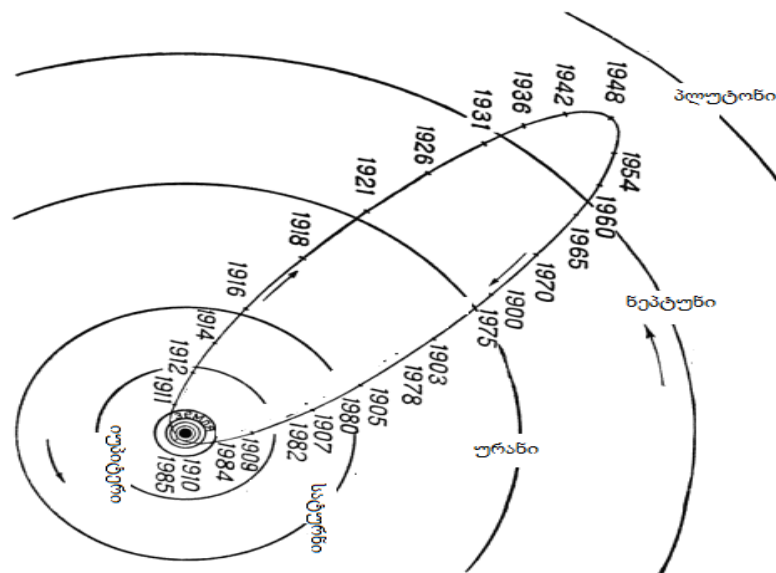
პლუტონის შესახებ ძალიან მწირი ცნობები გავაჩნია, რისი მიზეზი პლანეტის სიმცირე და მზიდან დაშორებაა. მზიდან დიდი დაშორებისა (თითქმის 40 ასტრონომიული ერთეული) და მცირე სიჩქარის (4,7 კმ/წმ) გამო, გარემოქცევის პერიოდი 252 წელიწადს შეადგენს. ამ ცთომილიდან მზე ძალიან კაშკაშა გარსკვლავის სახით უნდა გამოჩნდეს. ამიტომ, მზის სინათლე ცთომილზე საკმაოდ მცირეა და მის ბედაპირზე შეუძლებელია წყვილიაღი. პლუტონს ხუთი თანამგზავრი ახლავს.

პლანეტათმორისი სივრცე. მზის გარშემო მდგრადი ორბიტების გასწვრივ მოძრაობენ, აგრეთვე მცირე ცთომილები ანუ პლანეტოიდები. მათ შორის უდიდესის - ცერერას დიამეტრი 800 კმ-მდეა. მცირე ზომისა და მასის გამო ისინი ატმოსფეროს მოკლებულია. ამჟამად, შესწავლილია 4000-ზე მეტი მცირე ცთომილი, რომელთა ჯამური მასა დედამიწის მასის მეთექვსმეტე კი არ არის. მათი მოყვანილობა ასიმეტრიული ფორმისაა. ვარაუდობენ, რომ ისინი დიდი ცთომილის დაშლის შედეგადაა წარმოქმნილი. მათი ორბიტა მარსისა და იუპიტერის ორბიტების შიგნითაა მოქცეული, თუმცა ზოგი მათგანი, ერთობ განვლილი ელიფსის გასწვრივ მოძრაობს.

მზის გარემოქცევა ახასიათებთ, აგრეთვე, მცირე მასისა და არანესიერი ფორმის წარმონაქმნებს - კომეტებს. ისინი მეტად განვლილი ელიფსების გასწვრივ მოძრაობენ. მზესთან მიახლოებისას მათ ფორმა ეცვლება: სიკაშკაშე ემატებათ, გრძელდებიან და კუდის მსგავსი დანამატი უჩნდებათ. ასეთი „კუდიანი ვარსკვლავების“ გრძელი დანამატი მზის სანინალმდეგო მხარესაა მიმართული და სიგრძით ასეულ მილიონ კმ-ს აღწევს. იგი საკმაოდ გაიშვიათებულ სხეულს წარმოადგენს. კომეტის ძირითადი მასა, მის თავშია მოქცეული, რომლის ცენტრში ბირთვია მოქცეული. მისი დიამეტრი რამდენიმე კილომეტრია და შედგება უწვრილესი „მტვროვანი“ ნაწილაკებით ჩაყინული ნახშირორჟანგის, ამიაკისა და მეთანის გაზებისაგან.

მზესთან მიახლოებისას, სხივური წნევა ამ ნაწილაკებს ბირთვს ჩამოაშორებს და სანინალმდეგო მხარეს განელებს. კუდის წარმოქმნა, სწორედ ამის შედეგად შესაძლებელია. მზიდან დაშორებისთანავე კომეტის სიკაშკაშე კლებულობს, კუდის სიგრძეც თანდათან მოკლდება, მკრთალდება და ბოლოს კი ქრება. კომეტის მასა უმნიშვნელოა და დედამიწასთან შედარებით მცირეა. ზოგი მათგანი დედამიწას დროგამოშვებით საკმაოდ უახლოვდება, თუმცა იგი ჩვენი მოსახლეობისათვის საფრთხეს არ წარმოადგენს. მრავალი კომეტა პერიოდულია. მათ შორის, ჰალეის კომეტას (ნახ. 1. 5) კაცობრიობა ჯერ კიდევ ძვ. წ. 467 წლიდან იცნობს. ამ დროიდან, დღემდე იგი 32-ჯერ მიუახლოვდა მზე-დედამიწის ახლო სივრცეს. იგი ყოველ 76 წელიწადში ერთხელ „სტუმრობს“ დედამიწის სიახლოვეს.

კომეტები მომავალშიც შემოიჭრებიან. ამ მხრივ, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, საინტერესოა კომეტის დედამიწასთან შეჯახების შედეგად ბუნებრივი გარსის კატასტროფული ცვლილებების პროგნოზირება. ცხადია, რომ იგი უკვალოდ არ ჩაივლის. შესაძლოა, რომ 1908 წელს ციმბირში ე.წ. ტუნგუსკის ძლიერი მეტეორული „წვიმა“ კომეტასთან დაჯახების მაგალითია. ამჟამად, მსგავსი კატასტროფების ანაბეჭდებს ეძებენ მეცნიერები და, ზოგჯერ წარმატებასაც აღწევენ კიდევაც. თუმცა, მათ შესახებ, ჯერ კიდევ არა გვაქვს პირდაპირ დამადასტურებელი ფაქტები. ვარაუდობენ, რომ ყოველწლიურად ხუთი კომეტის სტუმრობის შემთხვევაში დედამიწასთან შეჯახების ალბათობა 400 მლნ წელიწადში მხოლოდ ერთი შემთხვევით უნდა გამოვლინდეს. თვით კომეტების წარმოშობის შესახებ მეცნიერებს განსხვავებული წარმოდგენა აქვთ. ერთი ნაწილი ვარაუდობს, რომ კომეტები შორეული წარმონაქმნებია, მეორე კი მათ მზის სისტემისეულ წარმონაქმნს მიაწერს. ფაქტი ერთია: კომეტები, სწორედ მზის გავლენის ქვეშ იმყოფებიან - იცვლიან ფორმას, სიკაშკაშეს, ორბიტას, სიჩქარესა და სხვ. ფიზიკურ სიდიდეებს.



ნახ. 1.5. ჰალეის კომეტის თანმიმდევრული მდებარეობა ორბიტაზე. ერთი სრული გარემოქცევა (1910-1986 წწ)

პლანეტათმორის სივრცეში მცირე ზომის აურაცხელი მყარი ნაწილაკებია მიმოხვეული. მათ მეტეორულ სხეულებს უწოდებენ. ისინი ხშირად დედამიწის ატმოსფეროშიც შემოიჭრებიან, სწრაფად ცხელდებიან, განიცდიან გავარვარებას და იწვებიან. მათ შეცდომით „ვარდნილ ვარსკვლავებსაც“ უწოდებენ. საშუალოდ, დღე-ღამეში დედამიწის ატმოსფეროში 100 მლნ. მეტეორული სხეული იწვის. იშვიათად ცალკეული დიდი ზომის მეტეორი ატმოსფეროში წვას ვერ ასწრებს და დედამიწაზე ვარდება. მათ მეტეორიტებს უწოდებენ. ზოგჯერ დიდი მეტეორი ატმოსფეროში ფეთქდება და დიდ ხმაურს იწვევს. ასეთი სხეულები ბოლიდების სახელწოდებითაც ცნობილი.

მეტეორების დედამიწაზე ჩამოცვენა იშვიათი მოვლენაა: 1947 წლის 12 თებერვალს აღმოსავლეთ ციმბირში ჩამოცვენილმა მეტეორიტებმა 10 მ-ის სიღრმისა და 40 მ-ის სიგანის კრატერი გააჩინეს; კიდევ უფრო ძლიერი იყო 1908 წელს ჩრდილოეთი ციმბირის მეტეორის ჩამოვარდნა; არიზონას (აშშ) შტატში 40 მ-ის დიამეტრის მეტეორიტის მიერ 175 მ-ის სიღრმისა და ერთ კმ-ზე მეტი დიამეტრის კრატერია ფორმირებული; უდიდესი მეტეორის (60 ტონა) - გობას ჩამოვარდნას ჰქონდა ადგილი სამხრეთ-დასავლეთ აფრიკაში. ამჟამად, დედამიწაზე ასზე მეტი მეტეორიტული კრატერია გაჩენილი, რომელთა ასაკი საკმაოდ დიდია და გეოლოგიური ეპოქებით განისაზღვრება.

გამოთვლილია, რომ ყოველწლიურად მეტეორული მოვლენების მეშვეობით დედამიწის მასას 200 ტონა ნივთიერება ემატება, რაც პლანეტის მასასთან შედარებით უმნიშვნელოა. თუმცა, დედამიწის წარმოშობიდან დღემდე ამას 10^{12} ტონა ნივთიერება უნდა შეედგინა. ამავე დროს, მეტეორიტების ჩამოვარდნა დიდი თერმული ეფექტის მომასწავებელია. ასე, მაგალითად, ტუნგუსკის მეტეორიტის შეჯახებას დედამიწასთან $3 \cdot 10^{17}$ კალორია ენერგია უნდა გამოეყო, რომელსაც შეეძლო ერთი კუბური კილომეტრის მოცულობის გაყინული ნიადაგი წყლის დუღილის ტემპერატურამდე გაეცხლებინა.

მზის სისტემის „მოსახლეობა“ აღწერილი სხეულებით როდი შემოიფარგლება. ვარაუდობენ, რომ პლუტონის ორბიტის მიღმა კოსმოსური აპარატებით აღმოჩენილი „ღრუბელი“ ასევე მზის სისტემის კუთვნილებაა, ანუ შესაძლებელია ტრანსპლუტონური პლანეტის არსებობაც. ამავე დროს, პლანეტებს შორის სივრცე ცარიელი როდია: წარმოდგენილია კოსმოსური მტვერი და გაზები, ელექტრონები და გამოსხივებები, კორპუსკულები და სხვ. აქვე თავს იჩენს გრავიტაციული, მაგნიტური და ელექტრული ველები. ამდენად, ეს სივრცე ნივთიერებათა სახეობებითა და მოვლენებით ფრიალ მდიდარი ფიზიკური ლაბორატორიაა. იგი რთული ფიზიკური გარემოცაა, შუალედი სივრცეა დედამიწასა და მის მეზობელ კოსმოსურ სხეულებს შორის. აქვე მოქმედებს გარე სამყაროს სხეულთა გამოსხივების დედამიწის მოვლენებზე გავლენის მექანიზმი.

მზის სისტემის წარმოშობა. სახელმძღვანელოს მეორე ნაწილში (ფიზიკური გეოგრაფიის თეორიული საფუძვლები) განხილულია დედამიწის წარმოშობისა და განვითარების ყველა დასაშვები ჰიპოთეზა, რომელიც ხსნის, აგრეთვე მზის სისტემის წარმოშობის ზოგად დეტალებს.

გეოგრაფიული თვალსაზრისით, არსებული ჰიპოთეზებისა და თეორიებიდან გამომდინარე, შეიძლება რამდენიმე განზოგადოებული დასკვნის გამოტანა: სამყაროს სივრცეში ყოველთვის არსებობს გაზებისა და მცერისაგან შედგენილი ნისლოვანი მასა, რომელიც ღროსა და სივრცეში უცვლელი სრულებითაც არ არის.

გრაფიკაციის გავლენით, აღნიშნულმა მასამ ცალკეულ „ღრუბლებად“ შეკუმშვა განიცადა, რომლის შედეგად პროტოპლანეტური გარემო ჩამოყალიბდა. იგი შედგებოდა წყალბადის, წყლის, ჰიდროქსილისა და სხვ. ნაერთებისაგან. ცხადია, რომ ამ გარემოში ნისლოვანი ღრუბლები ცალკეულ თრაგმენტებად დაიშალა. ერთ-ერთ მათგანზე - მასით უფრო დიდ თრაგმენტებზე, სხვა ნაკლები სხეულებიდან, დაიწყო მცერისა და გაზის ნაწილაკების მიტაცება, ანუ შედარებით ახლო მცეროვანი გარემოდან, დიდი მასის სხეულებისაკენ ნივთიერებათა გადმონაცვლება წარიმართა. ამ მოვლენას აკრეციას უწოდებენ, რომლის მეშვეობით დიდი მასის გროვები ცენტრალური და მთავარი სხეულის როლის შესრულებას იმკვიდრებს.

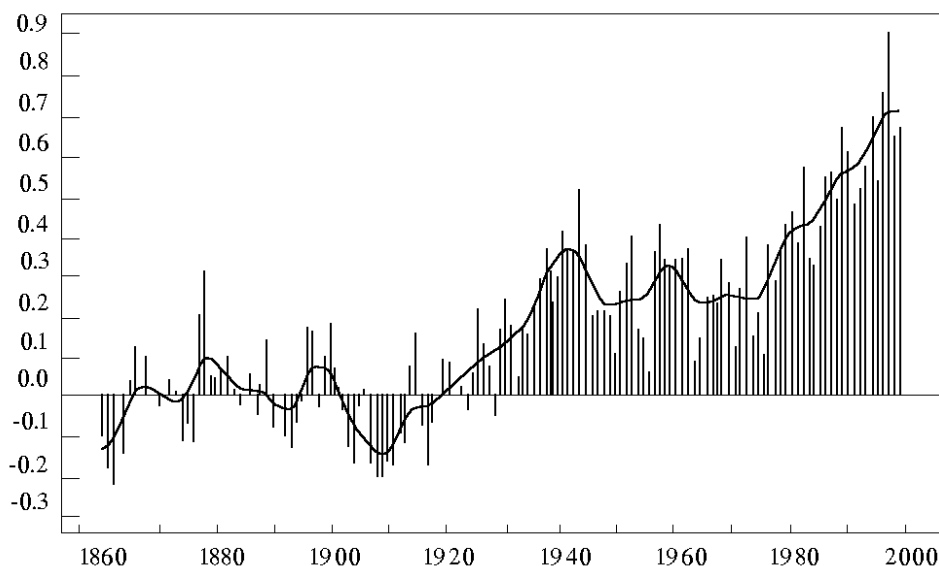
როცა ასეთი სხეული მზის მასის მეათედის სიდიდეს მიაღწევს, მისი შემკვრივებული ნივთიერება გაუმჭვირვალე ხდება და წიაღის ტემპერატურა სწრაფ ზრდას განიცდის. ცხადია, რომ ხანგრძლივი აკრეციით, შესაძლებელია დიდი, ცენტრალური სხეულის - „პროტომზის“ ჩამოყალიბება. მისი თავდაპირველი დიდი რადიუსის (სიმკვრივე ჯერ კიდევ უმნიშვნელოა) გამო, უფრო მეტად იჩენს თავს გრაფიკაციული მიზიდულობა და შეკუმშვის პროცესის გაძლიერებაც. ამასობაში, პროტომზის გარშემო უკვე ჩამოყალიბებულია პროტოპლანეტური ნისლეული, რომელსაც ქაოსური ნისლოვანი მატერიის „ადგილობრივი“ შეკუმშვის გამო, მრგვალი ფორმა აქვს მიღებული. მის შიგნით, იმავე გზით, ანალოგიური სხეულები - პროტოპლანეტები ყალიბდება, რომელთაც თავიანთი პროტოტანამგზავრები აქვთ გაჩენილი.

ვარაუდობენ, რომ დედამიწის გაზრდას თანამედროვე სიდიდემდე 100 მლნ-მდე წელიწადი დაჭირდა. ადრეულ, საწყის ეტაპზე, როცა მიერთების (აკრეციის) პროცესი ჩვეულებრივზე მეტად იყო გავრცელებული, გამორიცხული არ იყო დიდი ზომის თრაგმენტების შეჯახებისა და, ამის შედეგად, მცირე ზომის (ასტეროიდის) სხეულთა წარმოშობის შემთხვევები.

როგორც ჩანს, კოსმოსური მოვლენების უმეტესი ნაწილი პირდაპირაა აღბეჭდილი დედამიწის გეოგრაფიული გარსის იერ-სახის მაგიანეში. კოსმოსისა და დედამიწის კავშირებით აიხსნება ატმოსფეროს ზედა საზღვრიდან საკმაოდ დაშორებული გარსების არსებობა, სადაც თავმოყრილია მზიდან გამოფრქვეული და დედამიწის მაგნიტური ველის მიერ მიტაცებული კონცენტრული გარსები. მათგან, გარე გარსი 18-20 ათასი კმ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება. უკვე აღვნიშნეთ, აგრეთვე, დედამიწის ატმოსფეროს დამცავი როლის შესახებ კოსმოსური წარმოშობის მეტეორული „წვიმისაგან“. განსაკუთრებით, დიდი მნიშვნელობისაა ოზონის თხელი ფენის მიერ ულტრაიისფერი და ინფრარითელი, აგრეთვე რენტგენის სხივებისაგან დედამიწის ცოცხალი არსებების დაცვის ბუნებრივი მექანიზმის არსებობა.

დედამიწის პლანეტარული ასპექტებით განპირობებულია დროის განსაზღვრის შესაძლებლობაც, რომლის წყალობით კაცობრიობა, უკვე დიდი ხანია, ისტორიულ დროში წელთაღრიცხვას აწარმოებს და ადგენს კალენდარს - სამოქალაქო ცხოვრების ფრიალ აუცილებელ ატრიბუტს. დედამიწის ატმოსფეროში მზის სხივების დაცემის კუთხის არათანაბრობის გამო დილითა და საღამოს ადგილი აქვს აისისა და ბინდის მოვლენებს, რომელთაზე დაკავშირებულია მრავალი გეოგრაფიული ფაქტორების (სინათლის, სითბოს დროითი განაწილება), ბიოლოგიური მოვლენებისა (ფოტოსინთეზი) და ბუნებრივი პროცესების (წრებრუნვები, რიგმები, ცოცხალი ორგანიზმების ქცევები) მიმდინარეობათა თავისებურებანი. დიდი გეოგრაფიული მნიშვნელობა აქვს ზღვებისა და ოკეანეების მთვარისეული მოქცევა-მიქცევის მოვლენებს, რომელთა გამოვლინებას, დიდი მასშტაბებით, ოკეანეთა სანაპირო ხმელეთში შეჭრილ უბნებში აქვს ადგილი. ამიტომ, ჩვენი ქვეყნის ზღვისპირეთზე ეს მოვლენა სრულებით შეუმჩნეველია.

მზის ლაქების შესწავლისას, მიუვითებით აგრეთვე ვოლფის რიცხვის მიხედვით მნათობის აქტიურობის დროით და რაოდენობრივ ცვლილებაზე. მას კავშირები აქვს დედამიწის კლიმატური რეჟიმის მიმდინარეობასთან, რაც ციკლური მონაცვლეობით (*ნახ. 1.6*) ხასიათდება. ჩანს, რომ მზის აქტიურობის დონის მიხედვით, შეიძლება გამოიყოს აქტიურობის ეპოქები: მაქსიმუმებისა (1844-1880 წწ, 1930-1970 წწ) და მინიმუმების (1880-1930 წწ, 1970-1994 წწ) ეპოქათა როგორც გამოვლენა, ისე პერიოდული გამოვლინება. თითოეული პერიოდი კლიმატური მოვლენების ინტენსიურობითა (ძლიერი ანომალიებით) და შედარებითი სინყნართ ხასიათდება, რასაც პროგნოზული მოდელების შემუშავების დროს საკმაოდ ეფექტიურად იყენებენ. დიდი გეოგრაფიული შედეგები ახლავს დედამიწის მაგნიტური ველის არსებობას. მას განუზომელი, სასიცოცხლო როლის შესრულება (დედამიწის დაცვა კოსმოსური მავნე გამოსხივებისაგან) აქვს დაკისრებული.



ნახ. 1.6. ვოლფის რიცხვის 11-წლიანი მცოცავების საუკუნოვანი ცვლა

ამრიგად, დედამიწის ბუნების მოვლენების შემცვენი ხანგრძლივი პროცესი, კაცობრიობის განვითარების ისტორიულ პერიოდში, მეცნიერების განვითარებისა და გარემოს პრაქტიკული ათვისების მიზანშეწონილობითაა განპირობებული. ამ მხრივ, დედამიწა - ადამიანთა საზოგადოების საცხოვრისი ადგილი, სამყაროს სივრცეში სრულებით არ უნდა იყოს მარცვლადმარცვ. იგი წარმოიშვა, განვითარდა და თანამედროვე იერსახე მიიღო სამყაროს ერთიან სისტემაში, მჭიდრო ურთიერთობების, ურთიერთკავშირებისა და ურთიერთგამომდინარეობის პროცესში.

კაცობრიობის დანიშნულებაა - შეისწავლოს გარემომცველი საცხოვრისი და მისი თავისებურებები, აითვისოს ის რაც მისთვის ბუნებას უბოძებია, არ გადააჭარბოს ბუნების კანონებს და მივიღეს მასთან ჰარმონიაში. სწორედ, ეს არის თანამედროვე მოთხოვნილება კაცობრიობისა გარემოს მიმართ. მხოლოდ, ამგვარი - ფაქიზი და გონივრული დამოკიდებულება გარემოსადმი გამოიწვევს იმ საპასუხო რეაქციებს, რაც კაცობრიობამ თავისი ინტელექტითა და კულტურით დაიმსახურა.

დასკვნები

1. სამყაროს უკიდევანო სივრცის ობიექტებისა და მოვლენების მრავალფეროვნებასთან ერთად, ბუნების უნივერსალური კანონზომიერებები და ძალები (ნივთიერებათა ერთიანობა, ენერგიამასების გარდაქმნა და შენახვა, ელექტრომაგნიტური და გრავიტაციული ველები) ერთგვაროვნადაა გამოვლენილი, რაც სამყაროს სივრცე-დროითი განუსაზღვრელობისა და განვითარების არაერთგვაროვნების მიუხედავად, მის ერთიანობასა და მთლიანობაზე მიუთითებს.

2. სამყაროს გიგანტური წარმონაქმნების - გალაქტიკების, ამ სასრული ფორმისა და გრანდიოზული სიდიდის, აგრეთვე ანალოგიური ბუნების კოსმოსური სხეულების მიერ „დასახელებული“ სივრცე ერთიან-მთლიან სისტემად (მეტაგალაქტიკა) განიხილება, რომლის მიერ სამყაროს განზომილება, მისი სიდიდისა (რადიუსი 8-10 მლრდ. სინათლის წელი) და აურაცხელობის (დაახლოებით 1 მილიარდი) მიუხედავად, სრულიად არ არის ამოწურული.

3. სამყაროს დღევანდელი მდგომარეობა გაფართოების (ჰაბლის კანონი) გენდენციის მაჩვენებელია, რომლის 10 (სხვა მოსაზრებით 14) მლრდ. წლის წინანდელი განსაკუთრებულად მაღალი სიმკვრივისა და მცირე ზომის სხეულის „დიდი აფეთქების“ გამო, გალაქტიკათა ე. წ. ობიექტების პერიფერიული წინაცვლების პარადოქსული ეფექტის შემჩნევის საფუძველს იძლევა, რაც სამყაროს სიმკვრივის ცვლილების შორეული მომავლის პროცესში, შებრუნებული (შემკვრივების) განვითარების (სხვა შეხედულებით - უკიდევანო სივრცეში „გაფანტვა“ და ენერგიის გამოღევა, საბოლოოდ კი სრული წყვდიადის დასადგურება) მიმართულებაზე მიუთითებს.

4. დროისა და სივრცის გეოგრაფიული აღქმა, გარდაცეხილია რა ოთხგანზომილებიანი სივრცის წარმოდგენაში - ბუნებრივი პროცესების წარმოშობას, მიმდინარეობას, მიმართულებას, განვითარებას ასახავს, თუმცა ერთმანეთს ერწყმის სივრცე-დროის უსასრულო სიდიდეები და გეოგრაფიული გარსის სასრულო განზომილებები, რაც სივრცეული განთქნილობის დიდი „გულმოდგინებით“ დანაწევრებასა და ბუნებაზე მორგებული დატვირთვის ურთულესი „მოზაიკის“ არსებობას განაპირობებს და საერთო სივრცის ფილოსოფიის გეოგრაფიულ ინტერპრეტაციაზე მეტყველებს.

5. მზის დაუშრეგელი ენერგიით, რომელიც მიღებულია წყალბადის ჰელიუმად გარდაქმნის შედეგად, დედამიწის კიდევ 100 მლრდ. წლის განმავლობაში უზრუნველყოფა, ჩვენი პლანეტის მაცოცხლებელი პროცესების განუწყვეტელი მიმდინარეობის გარანტიაა და სისტემის სხეულების ფიზიკური არსებობის წინაპირობაა, რომლისაგანაც გამომდინარეობს მზის სისტემის, ანუ რაც იგივეა, სამყაროს ერთიანობისა და მთლიანობის ცხადი დადასტურება.

თავი II. გომგრაფიული მაცნირაზის განვითარაზის ძირითადი ეცაპაზი

მოკლე შინაარსი: გეოგრაფიული მეცნიერეზის ჩასაზა. ანგიკური პერიოდის გეოგრაფიული ცოდნა. გეოგრაფიული ცოდნა ანგიკურ და განვითარებულ შუა საუკუნეებში. მოგზაურობეზი და გეოგრაფიული აღმოჩენეზის XII-XIV სს-ში. დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენეზის ნინა პერიოდი. დიდი გეოგრაფიული მოგზაურობათა და აღმოჩენეზის პერიოდი. დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენეზის შემდგომი (XVII-XVIII სს) პერიოდი. გეოგრაფიული აღმოჩენეზი XIX-XX სს-ში. ქართული გეოგრაფიული სკოლა. გეოგრაფიული მეცნიერეზის განვითარეზის თანამედროვე პრობლემაზი. დასკვნეზი.

გეოგრაფიული მეცნიერეზის ჩასაზა. გეოგრაფია ცოდნის ერთ-ერთი უძველესი დარგია. მისი საწყისი კაცობრიობის ისტორიის უძველეს დროში იკარგება, რადგან მათ მუდამ აინტერესებდათ როგორც თავისი საცხოვრებელი ბუნეზის, ისე მეზობელი ხალხეზის გარემო და შორეული ქვეყნეზი. ამ ცოდნის სურვილი მუდამ აღვივებდა მოგზაურობისადმი მისწრაფეზს. ამავე დროს, ხალხთა შორის სავაჭრო დამოკიდებულებეზი მოითხოვდა როგორც საკუთარი ქვეყნის, ისე სხვა ქვეყნეზის ავლადიდების ცოდნას. ამას გარდა, იმ დროს გამეფებულ განუწყვეტელ ომეზსა და თავდასხმეზს თან სდევდა ახალ-ახალი ქვეყნეზის გაცნობა.

უძველესი პერიოდიდან იწყება გეოგრაფიული აღწერილობანი, რომლებიც წარმოადგენენ ამა თუ იმ ქვეყნის ბუნეზის, მოსახლეობის, საქმიანობის აღწერას, ნანახის ან მოსმენილის საფუძველზე. აღწერილობას ზოგჯერ თან ერთვოდა ქვეყნის, ადგილის ან გზის დასურათება. ამ აღწერილობეზში თავს იყრის ცნობეზი, როგორც ბუნეზის, ისე ისტორიის, პოლიტიკისა და ეკონომიკის შესახებ. ამის მიუხედავად, ძველი ცივილიზაციის - აღმოსავლეთის ქვეყნეზის ხალხეზმა - ბერძნეზმა, რომელეზმა და სხვებმა მაინც ვერ შეძლეს შეექმნათ მეცნიერული გეოგრაფია.

შორეულ მოგზაურობეზსა და ექსპედიციეზს, პრაქტიკულ საჭიროებათა და მოსაზრებათა გამო, აწყობდნენ პლანეცის უძველესი ცივილიზაციის მაგარებელი ხალხეზი - ეგვიპტელეზი, ასურელეზი, ბაბილონელეზი, ფინიკიელეზი, ებრაელეზი, სპარსელეზი, ინდოელეზი, ჩინელეზი, ბერძნეზი, რომელეზი, ქართველეზი. მათ დაცოვეს უხვი მასალა როგორც გონებრივი ჰორიზონცის გაფართოების, ისე ფაქტობრივი მონაცემეზი კოსმოგრაფიისა და გეოგრაფიის დარგში.

პირველი გეოგრაფიული გამოკვლევეზი და შორეული ადგილების აღმოჩენეზი, რომლებმაც ჩვენამდე მოაღწია, შესრულებულია ამ სამი ათასი წლით ადრე ჩვ. წ. აღ-მდე. სმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილის ნაპირეზის გაყოლებით და დასავლეთი აზიის მახლობლად მდებარე მხარეებში მცხოვრებ ხალხთა მიერ. ეს ხალხეზი, იმ დროს, შედარებით ცივილიზებულნი იყვნენ, ცხოვრობდნენ რა ბინადრულად სოფლებსა და ქალაქებში, არა მარტო მოგზაურობდნენ და

ვაჭრობდნენ, არამედ თავიანთი მოღვაწეობის შესახებ მაგიანეებსაც კი ქმნიდნენ. ყოველივე ამან ხელი შეუწყო საუკუნეების მანძილზე დაგროვებულიყო საყურადღებო ცნობები დედამიწის შესახებ.

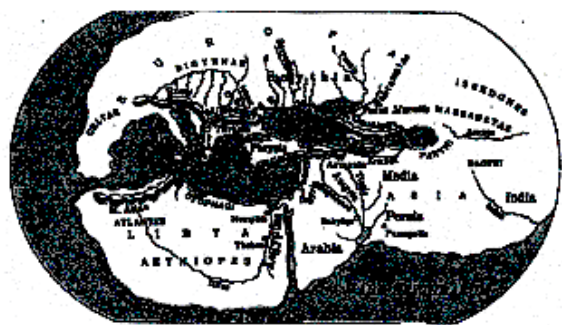
ძველი დროის ხალხთაგან ყველაზე მეტი აღმოჩენები ფინიკიელებს მიეკუთვნება, რომლებიც ცხოვრობდნენ ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროზე, ლიბანის ქედსა და ხმელთაშუა ზღვას შორის არსებული მიწის ვიწრო ზოლში. ზღვასთან სიახლოვემ ისინი დახელოვნებული და გამოცდილი მებღვაურები გახადა. ფინიკიელები აწყობდნენ შორეულ მოგზაურობებს, ცის მნათობებით არკვევდნენ ადგილის ორიენტირებას. ასრულებდნენ ნაოსნობას ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროების გასწვრივ, ითვისებდნენ ზღვის სანაპირო ზოლს და აარსებდნენ კოლონიებს.

სტრაბონის (I ს) გადმოცემით, ფინიკიელები ჰერკულესის სვეტების (გიბრალტარის სრუტესთან მიმდებარე კლდეები) გადაღმა - ატლანტის ოკეანესაც სტუმრობდნენ. ამის გარდა, ეგვიპტიდან წითელ ზღვაში გადიოდნენ, საიდანაც ირანისა და ინდოეთის მიმართულებით მიემართებოდნენ. ბევრს მოგზაურობდა ძველი ბერძენი პოეტი ჰომეროსი (ძვ. წ. VIII ს) და სიცოცხლეშივე გაითქვა სახელი. მის კალამს ეკუთვნის „ილიადა“ და „ოდისეა“. ნაწარმოებში მოხსენიებულია აეგის ქვეყნისა და აიაიეს-კირკეს კუნძული, რითაც იწყება ლეგენდარული კოლხეთის ექსპონირება ბერძნულ ლიტერატურაში. (ნახ. II.1)

ჰეროდოტეს (V ს. ჩვ. წ-მდე) ცნობით ეგვიპტის ფარაონის ნექო II-ს დავალებით ფინიკიელებმა აფრიკას, ჯერ კიდევ ჩვ. წ-მდე VI ს. შემოუარეს. (ნახ. II. 2). ამასთან, ფინიკიელები განთქმული იყვნენ როგორც საზღვაო, ისე სახმელეთო ვაჭრობით. ისინი საქარაენო ვაჭრობას ეწეოდნენ ეგვიპტესთან, არაბეთთან, მესოპოტამიასთან (შუამდინარეთთან), სომხეთთან, იბერია-კოლხეთთან და ბუხარასთან. მათი სავაჭრო ქარაენები შორეულ ტიბეტამდეც კი აღწევდა. ფინიკიელები აფუძნებდნენ ფაქტორიებსა და კოლონიებს, რომელთა მეშვეობითაც შეეძლოთ რეგულარულად ეწარმოებინათ საქონელბრუნვა.



ნახ. II.1. ჰომეროსის რუკა (ძვ.წ. აღ. VIII ს)



ნახ. II.2. ჰეროდოტეს რუკა, ჩვ. წ. აღ-მდე 450 წ

ფინიკიელები ბუნების მოვლენებსაც აკვირდებოდნენ. მათ მიერ სპარსეთის ყურეს სანაპიროზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ ცხადყო პერიოდულად მქროლავი ქარების - მუსონების არსებობა. ისინი არაერთხელ ესტუმრნენ ინდოეთს და ზონდის კუნძულებამდეც ჩააღწიეს.

ფინიკიელების დაცემის შემდეგ, უპირატესობა თანდათან კართაგენის (ხმელთაშუა ზღვისპირეთი, ჩრდილო აფრიკის ტერიტორია) ხელში გადავიდა. კართაგენელ მებრძოლებმა ჰერკულესის სვეტების მიღმა (აფრიკის დასავლეთ სანაპიროზე) ნაოსნობით - გააკეთეს რიგი გეოგრაფიული აღმოჩენები. ჩვ. წ-მდე VI საუკუნეში კართაგენელი ადმირალი ჰანონი გავიდა ატლანტის ოკეანეში და აფრიკის სამხრეთ სანაპიროებს მიაღწია. ამავე პერიოდს მიეკუთვნება ჰანონის ძმის იმილკონის დიდი ექსპედიცია ევროპის დასავლეთი სანაპირო ზოლის გასწვრივ.

დიდია ფინიკიელების დამსახურება გეოგრაფიის დარგში. მათ მიერ გაკეთდა მრავალი და, თავისი დროისათვის, უდიდესი აღმოჩენები, რომელიც მოგვიანებით, სამწუხაროდ მივიწყებულ იქნა. გაცილებით გვიან კი 2,5 ს-ის შემდეგ, პორტუგალიელებმა ეს აღმოჩენები ხელახლა გამოამჟღავნეს. სწორედ ფინიკიელებმა მისცეს სახელწოდება ძველი კონტინენტის ორ ნაწილს - ევროპასა („ერე“ - ჩასავალი, დაისი) და აზიას („ასუ“ - აღმოსავალი, აისი). ბერძნები, ფინიკიელების დამსახურებად თვლიდნენ მინის დამზადებას, ქსოვილთა წითლად შეღებვის ოსტატობას, ლითონზე მუშაობას, ზომისა და წონის განვითარებული სისტემის შექმნასა და დამწერლობის ხელოვნებას. თაქტობრივად, ეს ყველაფერი ფინიკიელებს გადმოღებული ჰქონდათ ეგვიპტელების, ბაბილონელებისა და სირიელებისაგან. თავის მხრივ, ფინიკიელებმა თავიანთი მრეწველობა კარგი გასაღების პრაქტიკულ მიზნებს დაუქვემდებარეს, სახე უცვალეს და გააუმჯობესეს კიდეც.

ძველ დროს, გეოგრაფიული ასპექტების შესწავლაში დიდი როლი ეგვიპტელებმა ითამაშეს. ისინი გაცნობილი იყვნენ აფრიკის აღმოსავლეთ რაიონებსა და წინა აზიის ქვეყნებს. ეგვიპტელებს უცხოეთიდან შემოჰქონდათ საკმეველი, სანელებელი და არაბეთის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილიდან მოჰყავდათ მონები, მოჰქონდათ სპილენძი, ოქრო, სპილოს ეშვი, ღვინო, ზეთისხილი; ხომალდების ასაგებად გადმოჰქონდათ ხე-ტყე ფინიკიიდან, სირიიდან, ეთიოპიიდან, კ. კრეტიდან და სხვ. ამავე დროს, თავიანთი ქვეყნიდან გაჰქონდათ: ხორბალი, ქსოვილი, ფერადი მინა და მინის სამკაულები. ცხადია, რომ ძველი ეგვიპტელები ეწეოდნენ შორეულ მოგზაურობებს. უდავოა, მათ დიდი გავლენა მოახდინეს ანტიკური მსოფლიოს ხალხების კულტურაზე.

ძველი მაგერიალური კულტურისა და ცივილიზაციის კერა ბაბილონი და ასურეთი იყო. ხელოვნების ძეგლები და გადმოცემნი მოგვითხრობენ ასურელ-ბაბილონელი მოგზაურების ყოფნას ეგვიპტეში, ინდოეთსა და სპარსეთში. ბაბილონის გეოგრაფიამ დატოვა არა მარტო ცნობები ქვეყნების, მთების, მდინარეების, არხებისა და ტაძრების შესახებ, არამედ მსოფლიოს რუკების შედგენის პირველი ცდაც. ფირთფიგაზე შესრულებული ერთ-ერთი ბაბილონური რუკა ჩვ. წ-მდე V საუკუნეს ეკუთვნის, რომელის მიხედვით დედამიწის ცენტრში ბაბილონი, ხოლო ოკეანის გაღმა - „შვიდი კუნძულია“ გამოსახული. საფიქრებელია, რომ იდეა დედამიწის გარემომცველი ოკეანის

შესახებ, რომელიც გავრცელებული იყო ანტიკურ საბერძნეთში, ჯერ კიდევ, ბაბილონში ჩაისახა. მაშინ ბაბილონელები დედამიწას ოკეანით გარშემორტყმული სივრცედ მიიჩნევდნენ, რომელსაც გადმოყრავებული ნავის ფორმა გააჩნდა. მის ცენტრში იმყოფებოდა ქალაქი. ამის გარდა, ბაბილონელები წარმატებით ახდენდნენ ასტრონომიულ დაკვირვებებს. ბაბილონელი ქურუმები (VIII ს. ჩვ. წ-მდე) აკვირდებოდნენ და საზღვრავდნენ პლანეტათა ორბიტებს, ჰყოფდნენ ვარსკვლავებს თანავარსკვლავედებად, აწარმოებდნენ ვარსკვლავთა კულმინაციის მომენტების რეგისტრაციას.

ამგვარად, გეოგრაფიული მეცნიერების საწყისები კაცობრიობის გარიჟრაჟში ჩაისახა. თუმცა, მათი თავდაპირველი წარმოდგენა მათ საცხოვრისს არეალს არ სცილდებოდა, ან კიდევ მეზობელი შეზღუდული სივრცით შემოიფარგლებოდა. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ძველი მსოფლიოს ცივილიზებული ქვეყნები - ეგვიპტე, ბაბილონი, ასურეთი, ფინიკია, სპარსეთი, ინდოეთი, ჩინეთი, საბერძნეთი, საქართველო. მათ მიერ რეგულარულად ჩატარებული მოგზაურობები და ნაოსნობანი თანდათან აფართოებდა წარმოსახვით ჰორიზონტს დედამიწის შესახებ.

ანტიკური პერიოდის გეოგრაფიული ცოდნა. ძვ. წ-ის VIII-VI სს. ხმელთაშუა ზღვის თითქმის მთელი აღმოსავლეთი და დასავლეთი ნახევრის ნაწილი ბერძენთა კოლონიების ქსელით იფარება. კოლონიათა შექმნის დროს ბერძნები ეცნობოდნენ არა მარტო კოლონიზაციის, არამედ მიმდებარე ხალხებსა და ტომებს. ასე, რომ ჰომეროსის დროიდან დაწყებული, ბერძნებმა კარგად იცოდნენ ხმელთაშუა ზღვის სანაპირო. მოგვიანებით, მათ თანდათანობით იწყეს ამ ცნობილი არეალის გაფართოება. მიაღწენ შავი ზღვის სანაპიროს თითქმის შესწავლეს და დაიწყეს მისი ათვისება. ბერძნებმა დაარსეს და მოაწყვეს ახალშენები ყირიმისა და კოლხეთის, ხმელთაშუა ზღვის (ეგვიპტე, სიცილია) სანაპიროებზე, მცირე აზიის ტერიტორიაზე. ამდენად, ბერძენთა ახალშენები გაიშალა შორეულ სივრცეებ - ესპანეთიდან მდ. დონის შესართავამდე, აღმოსავლეთით – კავასიამდე და შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროებიდან ჩრდილოეთ აფრიკამდე.

ბერძენი მწერლები და მეცნიერები დიდ წარმატებებს აღწევდნენ საბუნებისმეტყველო-სამეცნიერო დარგებში. მათ მოახდინეს პირველი მეცნიერული აღმოჩენები გეომეტრიის, გეოგრაფიის, ასტრონომიის დარგებში. ბუნებას ისინი განიხილავდნენ როგორც მარად მოძრავ და განვითარებაში მყოფ მატერიას, რომელსაც საყოველთაო ზემოთგონებას მიაწერდნენ.

ბერძენ მეცნიერთა - პინდარისა (522-442 წწ. ჩვ. წ-მდე) და ესქილეს (525-456 წწ. ჩვ.წ-მდე) ნაწარმოებებში უკვე ვხვდებით დედამიწის ოთხ ქვეყანას, მისი სამი ნაწილი - აზია, ლიბია და ევროპა შემოსაზღვრული იყო თაბისით, ნილოსით, ჰერკულესის სვეტებითა და ქიმერიის ბოსფორით, ხოლო ოკეანე დიდ ზღვას წარმოადგენს.

ძველბერძნული მეცნიერება დიდი წარმატებით ვითარდებოდა მცირე აზიის იონიურ კოლონიებში, განსაკუთრებით ქ. მილეტში. მათ დიდი ნაბიჯი გადადგეს დედამიწისა და ქვეყნიერების წარმოდგენის შესახებ. მცირეაზიელ ბერძენთა მიხედვით (თალესი) დედამიწა წარმოადგენდა

ბრტყელ ან ოდნავ შეზღუდულ წყალზე მოცურავე დისკოს, ხოლო ცა დედამიწაზე იდგა თაღად, რომელზედაც მზე, მთვარე და თანავარსკვლავედები მოძრაობენ.

ბერძენ მეცნიერთა აზრით, მრგვალი დედამიწა ოიკუმენზე (დედამიწის ცნობილი ნაწილი) ოდნავ დიდი იყო. ამ სივრცეს გარს ეკვროდა დიდი ოკეანე, რომელიც ბუნდოვანი ცნობებით ატლანტის ან შესაძლებელია, ინდოეთის ოკეანეს წარმოადგენდა. ამავე აზრისაა თიოფონის ანაქსიმანდრე, რომელმაც იონიელ მეზღვაურთა ცნობების საფუძველზე, დედამიწის პირველი რუკა შეადგინა. ამ რუკაზე ხმელეთი ზღვის აუზითაა გარშემორტყმული, რომელსაც გარს აკრავს გარე წყლის რკალი. ჰეკატე მილეტელის (VI ს. ჩვ. წ-მდე) მიერ შედგენილი ნაშრომის („დედამიწის შემოვლა“) პირველი წიგნი ეხება ევროპას, მეორე - აზიას. ავტორის წარმოდგენით, დედამიწას დისკოს ფორმა აქვს, რომელსაც გარს აკრავს მდინარე-ოკეანე. დედამიწა ჰორიზონტალური დიამეტრით ორ თანაბარ ნაწილად იყოფა: ჩრდილოეთით - ევროპა, სამხრეთით კი აზია. წიგნი შეიცავდა გეოგრაფიულ ცნობებს და დართული აქვს რუკა. ჰეკატე მილეტელი აღწერს კოლხებსა და კავკასიონს, დახასიათებული აქვს შავი ზღვა.

მოგზაურობა ჩაატარა თიოფონისმა დემოკრიტმაც. მას აინტერესებდა გეოგრაფიული ცნობები: ეთიოპიაში ყოფნისას ის დაინტერესდა მდ. ნილოსის სათავეს მდებარეობით. ვარაუდობენ, რომ სწორედ მან პირველად შემოიღო ტერმინი - ოკეანე. დემოკრიტეს მოუვლია ეგვიპტე, თინიკია, ბაბილონი, სპარსეთი, ინდოეთი, წითელი და ხმელთაშუა ზღვები, უწარმოებია ასტრონომიული და კლიმატური დაკვირვებები. დემოკრიტეს მიმდევარმა, ძველ ბერძენმა მოგზაურმა, ჰეროდოტემ (484-406 წწ. ჩვ. წ-მდე) მოიარა ეგვიპტე, ლიბია, თინიკია, სირია, პალესტინა, ბაბილონი, მაკედონია, თრაკია, კოლხეთი, სკვითების ქვეყანა (შავი ზღვის ჩრდილოეთი სანაპირო), რომელთა შესახებ მოგვანოდა საინტერესო გეოგრაფიული, ისტორიული და ეთნოგრაფიული ცნობები. მან პირველმა განსაზღვრა კასპიის ზღვის მდებარეობა. მან პირველად შეაღწია რუსეთის სიღრმეში, შეკრიბა ცნობები აფრიკის ხალხების შესახებ. ჰეროდოტე პირველი შეეხო აზია-ევროპის საზღვრის მდებარეობის საკითხს. მისი აზრით, აღნიშნული საზღვარი ამიერკავკასიის ბარზე გადის და მიუყვება მდ. მდ. რიონის, ყვირილისა და მტკვრის ხეობებს. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მოგზაურობა შავი ზღვის სანაპიროებზე. ჰეროდოტემ ყურადღება მიაქცია წლის დროთა მიხედვით ნალექების განაწილების სეზონურობას ხმელეთსა და ზღვას შორის, გამოთქვა მოსაზრება ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების ერთიანობის შესახებ.

ძვირფასი გეოგრაფიული ცნობები დაგვიტოვა მწერალმა ქსენოფონტემ (445-355 წწ. ჩვ. წ-მდე). მას, თავის ნაწარმოებში, „ანაბაზისი“ მოჰყავს ცნობები მდინარეების გიგროსის, ეფერატის, თაზისის (არაქსის), არაბოზის (მტკვრის) აუზების ქვეყნების (სომხეთი, საქართველო) შესახებ. ქსენოფონტეს მიერ განვლილი გზა ბაბილონიდან შავ ზღვამდე, გადიოდა სხვადასხვა ცომებით დასახლებულ ვრცელ ტერიტორიაზე, რომელთა შესახებ გვანწყობს საინტერესო გეოგრაფიულ (კლიმატი, ფლორა და ფაუნა, მეურნეობა, მოსახლეობა, ზნე-ჩვეულებები) ცნობებს. მოგვიანებით (VI ს.), ბერძნებს უკვე სწორი წარმოდგენა ჰქონდათ დედამიწის ფორმის შესახებ. ასე, ბერძენი

სწავლული ევლოქე (დაახლ. 600 წ. ჩვ. წ-მდე) ამტკიცებდა, რომ დედამიწის სფეროს ფორმა გააჩნია და პირობითად გაყოფილია 5 სარტყლად..

ძველი ბერძნების გეოგრაფიული წარმოდგენების გაფართოება უკავშირდება ხანგრძლივ ლაშქრობებს. ამ მხრივ, დიდია ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობების როლი აზიაში (356-323 წწ. ჩვ. წ-მდე) სპარსეთის სახელმწიფოს დასაპყრობად. ლაშქრობა დაახლოებით 10 წელი გრძელდებოდა. ამ დროის მოლაშქრეებმა ბრძოლებით თითქმის 18 ათასი კმ გაიარეს, რის შედეგად ბერძენთა გეოგრაფიული ჰორიზონტი საკმაოდ გაფართოვდა და, რაც მთავარია, არასწორი გეოგრაფიული წარმოდგენებიც მეტ-ნაკლებად გაიფანტა. ლაშქრობის დროს შეგროვებული მეცნიერული მასალა და ნიმუშები არისტოტელეს (384-322 წწ. ჩვ. წ-მდე) ეგზავნებოდა, რომელიც მეცნიერულ ანალიზის საფუძველზე, შეადგინა ნაშრომი ცის შესახებ (რვა წიგნად), რომელიც მოიცავს მოძღვრებას სამყაროს, ვარსკვლავებისა და მათი მოძრაობის, მზის დაბნელებათა, დედამიწის, მინისძვრებისა და სხვ. შესახებ. საყურადღებოა ამ სწავლულის შრომა - მეგეოროლოგია (ოთხ წიგნად), სადაც განხილულია საკითხები პლანეტების, კომეტებისა და მეტეორების, ლითონებისა (ქანების) და მინერალების შესახებ. არისტოტელეს ასტრონომიული თვალსაზრისი, უმნიშვნელო სახეცვლილებებით, გაბატონებული იყო კოპერნიკის ეპოქამდეც.

გეოგრაფიულ ცოდნის გაფართოების მიზნით მნიშვნელოვანია მასილიელი (მარსელი) პითეასის ექსპედიციის ატლანტის ოკეანისა და ჩრდილოეთის ზღვის აკვატორიებში. მან გამოიკვლია ნორვეგიის ზღვის სანაპიროები, პირველმა (დაახლ. 325 წ. ჩვ. წ-მდე) მოგვცა ცნობები ყინულოვანი ოკეანის შესახებ. პითეასი ასტრონომიულ ცოდნას გეოგრაფიის მომსახურებისათვის იყენებდა. მისი დაკვირვებები საოცრად ზუსტია, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ აკვირდებოდა პრიმიტიული ხელსაწყოთი (გნომონით).

საინტერესო გეოგრაფიული ცნობები აქვს შეგროვილი ანტიკური დროის მეცნიერს - ჰიპოკრატეს (460-377 წწ. ჩვ. წ-მდე), რომელიც განიხილავდა ქვეყნის ბუნების, განსაკუთრებით ჰავისა და წყლის დროთა ცვლის გავლენას ადამიანის სხეულსა და ფსიქიკაზე. მისი აზრით, კაცობრიობის მთელი კულტურა გარემომცველი ბუნების ზეგავლენის შედეგია. ჰიპოკრატემ თავის ნაშრომში - „ჰაერთა, წყალთა და ადგილთა შესახებ“, დეტალურად აღწერა კოლხეთი და მისი ბუნებრივი პირობები. განსაკუთრებით აღსანიშნავია კოლხეთის ჭაობების დახასიათება, კლიმატური თავისებურებანი, მათ შორის ფიონური ქარის მოქმედება.

ძველი ბერძნული კოლონიზაციის შედეგად აგებული 2500 წლის წინანდელი ქალაქების (ოლვია, ხერსონესი, დიოსკურია) ნაშთები დღესაც კარგად ჩანს. მაშინ, ძველი ისტორიკოსები ამ ციხე-სიმაგრეთა აღწერებით იყვნენ გატაცებულნი. მრავალ მათგანმა ჩვენამდეც მოაღწია. სკილაკ კარიანდელის (ძვ. წ. IV ს) შრომაში ჩამოთვლილია შავი ზღვის სანაპიროზე მდებარე ქალაქები - დიოსკურია (სოხუმი), ფასისი (ფოთი), მდინარეები - ფასისი (რიონი), ქერობიუსი (ცხენისწყალი), ქორსი (ენგური), ქარიუსი (ხობი) და სხვ. ძალზე მნიშვნელოვანია აპოლონ როდოსელის (ძვ. წ. III ს.)

ანტიკურ პერიოდშივე, აპენინის ნახევარკუნძულის შუა ნაწილში, შეიქმნა და ჩამოყალიბდა რომის ძველი სახელმწიფო. შემდგომში, მან მთელი აპენინი მოიცვა, ხოლო მოგვიანებით, ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებზეც გავრცელდა. ძვ. წ-ის I ს. შუა წლებამდე რომაელები მხოლოდ ხმელთაშუა ზღვისა და მიმდებარე აუზების ქვეყნებს, მათ შორის საქართველოს, იცნობდნენ. იულიუს კეისრის დროს გაილაშქრეს გერმანიასა და ბრიტანეთზე. შეასრულეს ეკონომიკური კავშირებისთვის საჭირო კომუნიკაციების მშენებლობა. რომის სამფლობელოებთან დამაკავშირებელი ფართო ქსელი ხელს უწყობდა საგაჭრო მიმოსვლასა და კულტურის გავრცელებას.

რომაელები იმპერიის გარეთაც იცნობდნენ ქვეყნებს. აღსანიშნავია ევდოქსის (146 წ. ჩვ. წ-მდე) ეგვიპტესა და ინდოეთში, აგრეთვე, მთელი აფრიკის გარშემო მოგზაურობის ცდა. ლაშქრობისას რომაელთა ჯარებს თან აყოლებდნენ მინის მზომელებს. მათ თანდათანობით განავითარეს სავაჭრო აგეგმვებისა და გადაღებების ტექნიკა, მოაწყვეს მოგზაურობანი: მდ. ტარისის აუზზე გავლით, სახმელეთო გზით, მიაღწიეს ჩინეთს; გირელმა (II ს. ჩვ. წ-მდე) ისარგებლა რა მაკედონელთა აღწერებით, ექსპედიცია მოაწყო ჩინეთში; ალექსანდრიელმა ბერძენმა - ჰიპალმა მუსონური ქარის გამოყენებით ინდოეთსა და ჩინეთს მიაღწია. თავის მხრივ, ჩინეთი იცნობდა ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ ქვეყნებს, მათ შორის სირიას.

პლინიუსის გადმოცემით, რომაელი ვაჭრები ინდოეთში ყიდულობდნენ ღირძალ საქონელს. რომი ვაჭრობას აწარმოებდა არაბეთთან, ეთიოპიასთან. რომის იმპერატორმა - ნერონმა მოაწყო ექსპედიცია მდ. ნილოსის სათავეების დასადგენად, გამოიკვლია მდ. თეთრი ნილოსი. ძველი რომის აყვავების პერიოდში გეოგრაფიული ცოდნა ვრცელდებოდა ევროპისა და ჩრდილო აფრიკის ორ მესამედზე, ამის საფუძველზე-დასავლეთის მეოთხედ ნაწილებზე.

ძველი ბერძნული და რომაული გეოგრაფიული ცოდნის ბრწყინვალე წარმომადგენელი იყო ბერძენი მეცნიერი სტრაბონი (69 წ. ჩვ. წ-მდე – 20 წ. ახ. წ.). მან აღწერა იმ დროის ცნობილი თითქმის ყველა ქვეყანა. სტრაბონმა შექმნა მრავალტომიანი ნაშრომი - „გეოგრაფია“ (17 წიგნად). მეცნიერმა მოიარა ქვეყნები სომხეთიდან სარდინიამდე და ეგვიპტის პონტოდან (შავი ზღვა) ეთიოპიამდე. უცნობი ქვეყნების შესახებ სტრაბონმა ცნობები სხვა ავტორებისაგან შეკრიბა.



ნახ. II.4. მსოფლიო (ძვ. წ. აღ. 18წ) სტრაბონის მიხედვით

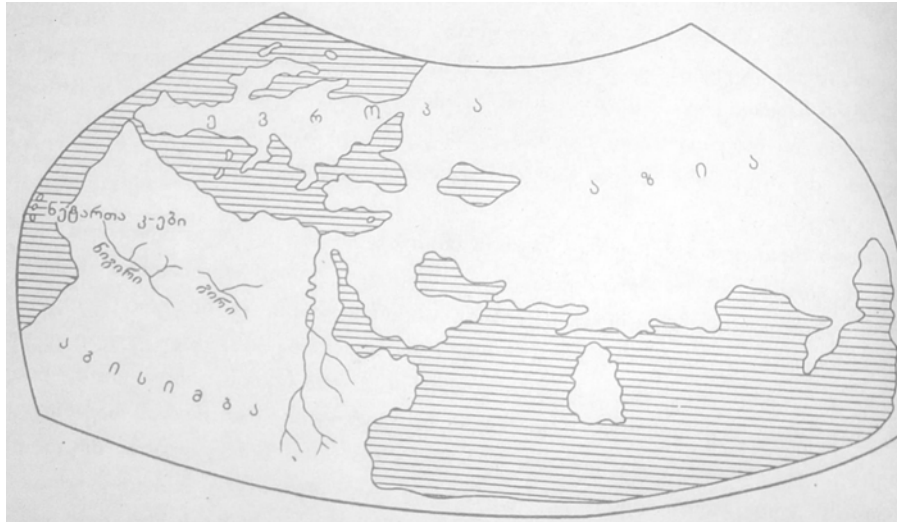


ნახ. II.5. მსოფლიო (ძვ. წ. აღ. 43 წ) პომპონიუს მელას მიხედვით

სტრატეგიის დიდი აწვდენი გეოგრაფიული მდებარეობის როლსა და მნიშვნელობას. მისი აზრით, გეოგრაფიამ შეიძლება პრაქტიკული სარგებლობა მოუტანოს სახელმწიფოს. სტრატეგიის დაკვირვებებისა და აღწერის მთავარი ობიექტია ოიკუმენი (ნახ. II. 4). მის მიერ მოყვანილი ფაქტები შეიცავს ცნობებს არა მარტო ფიზიკური გეოგრაფიის, არამედ გეოლოგიის, ბოლოლოგიის, ბოტანიკისა და ეთნოგრაფიის შესახებ. ხმელთაშუა ზღვის გარშემო მდებარე ქვეყნების აღწერა, უამრავ მასალას იძლევა პოლიტიკური, ფიზიკურ-გეოგრაფიული და მეტეოროლოგიური ხასიათის ფაქტების გადმოსაცემად. სტრატეგიამ საქართველოს შესახებ მრავალი საყურადღებო ცნობა მოგვანოდა. ამ მხრივ, სტრატეგიის ცნობები შეიცავს მასალას როგორც ბუნებრივი პირობების, ისე ეკონომიკური ასპექტების შესახებ, ახასიათებს შავი ზღვის სანაპირო ხაზს, წყლის მოძრაობასა და მიმართულებას, ასახელებს ქალაქებს, მდინარეებს, ყურადღებას ამახვილებს ხომალდისაშენი ტექნიკის განვითარების შესახებ. სტრატეგიის მიხედვით კოლხეთი შესანიშნავი ნაყოფიერების მხარეა. სტრატეგის აქვს ცნობები აღმოსავლეთ საქართველოზე (იბერია), აღწერილია მდ. მტკვარი და მისი შენაკადები, გამაგრებული ადგილები. სტრატეგიი კარგად იცნობდა აგრეთვე ეგვიპტესა და ინდოეთს.

რომელიც მოგვითხრობს შორის აღსანიშნავი პლინიუს უფროსის (I ს.) შრომები, რომელთა დიდი ნაწილი გეოგრაფიისადმი მიძღვნილი. იგი გვანდის ცნობებს ასტრონომიის, გეოგრაფიის, მეტეოროლოგიის, პოლიტიკური მონაცემების შესახებ, ქვეყნების - იტალიის, ბრიტანეთის, გალიის, გერმანიის, ესპანეთის, ინდოეთის, ჩინეთის, სპარსეთის, ეთიოპიის შესახებ, შავი ზღვის სანაპიროების (მათ შორის საქართველოს) ქვეყნებზე, კავკასიონის ქედზე, მდ. ფასისისა და მისი შენაკადების, მტკვრისა და დარიალის კლდეების შესახებ. კოლხეთის ტერიტორიაზე მითითებულია „ვატირემისა“ (მხოლოდ ფასისის სანაპიროებზე გვხვდება) და ხობის შესახებ. აღნიშნავს სვანეთის ოქრო-ვერცხლს, კოლხეთის სურინჯს, „კავკასიონის კლდის“ ძვირფას თვლებსა და ფირფიტას.

პლინიუსმა შექმნა 37 წიგნიანი ნაშრომი, სადაც გამოთქვა მოსაზრება დედამიწის სფეროს ფორმის შესახებ. პლინიუსმა შეადგინა, აგრეთვე, რომის პირველი გეოგრაფიის პომპონიუს მელას (I ს. ჩვ. წ-მდე) „ბიოგრაფია“. საყურადღებოა, რომ პომპონიუს მელას მიერ შექმნილი რუკა (ნახ. II. 5) პტოლომეს რუკამდე 100 წლით ადრეა შედგენილი. ამ რუკის მიხედვით „ოიკუმენა“ (დასახლებული მიწა) მაგერიკს (კონგინენგს) წარმოადგენს, რომელსაც გარს აარტყია ეთიოპიის, ნოთელი და ინდოეთის ზღვები. მის სამხრეთით მდებარეობს ჯერ კიდევ უცნობი მეორე - ანტიპოდი, ხოლო ოკეანე დედამიწას გარს აარტყია.



ნახ. II.6. მსოფლიო პტოლომეს მიხედვით (150 წ. ახ.წ. აღ-ით)

აღსანიშნავია ბერძენი ისტორიკოსის (მეორე ს) არიანეს „ევქსინის პონტოს სანაპიროებზე მოგზაურობის აღწერა“. მის თხზულებაში დეტალურად ჩანს შავი ზღვის სანაპირო ქალაქები და შავ ზღვაში შემდინარე მდინარეები. ამავე საუკუნეში ბერძენ მეცნიერს - კლავდიოს პტოლომეს ეკუთვნის წარმოდგენები ასტრონომიისა და მათემატიკური გეოგრაფიის შესახებ. თუმცა, მისი აზრით, დედამიწა უძრავია და სამყაროს ცენტრს წარმოადგენს, რომლის ირგვლივ მოძრაობენ მზე, მთვარე და ვარსკვლავები. მოგვიანებით, შვის სისტემის შესახებ, ამგვარ წარმოდგენას (პტოლომეს შეხედულებით) გეოცენტრული სისტემა უწოდეს. ეს მნათობები დედამიწის გარშემო ორბიტებზე მოძრაობენ. პტოლომემ 11 ასეთი სფერო დათვალა.

სამყაროს შესახებ, პტოლომეს ამ სისტემამ, კოპერნიკამდე იარსება. პტოლომეს დამსახურებად ითვლება დედამიწის მრგვალი ზედაპირის სიბრტყეზე გამოსახვის მათემატიკური საფუძვლის გამომსახვა. გერმანელი მეცნიერის კარლ რიტერის თქმით, პტოლომეს რუკები გეოგრაფიული რუკების საფუძველს წარმოადგენენ. არსებული არასწორი აღნიშვნების მიუხედავად, პტოლომეს რუკები (ნახ. II. 6) იმ დროის გეოგრაფიული ცოდნის საინტერესო კრებული იყო.

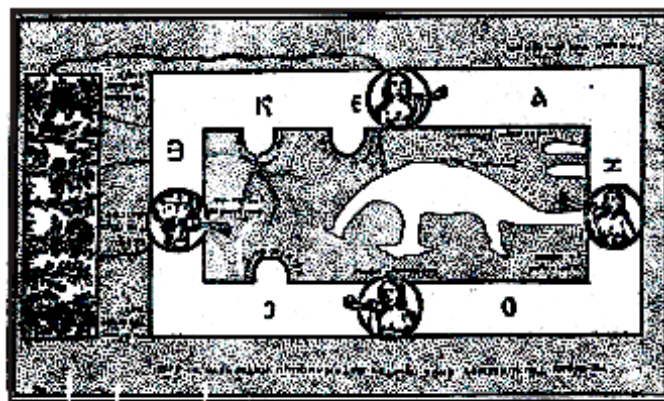
ამგვარად, გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების საწყის და უძველეს ეტაპზე ცოდნის ამ დარგის განვითარება ნელა, მაგრამ განუხრელად მიმდინარეობდა და გარესამყაროს შესახებ ჭეშმარიტების თანდათანობით აღქმას ემსახურებოდა. უკვე ჩამოყალიბებულია მსოფლმხედველობის მტკიცე საფუძველი: დედამიწის შესახებ შექმნილია სწორი წარმოდგენა მისი სფეროს ფორმის შესახებ, რომლის საფუძველზე გაჩნდა შეხედულება სხეულების სამყაროს სივრცეში მოძრაობისა და მსგავსი სისტემის არსებობის შესახებ; უძველესი ხალხების უცილობელი მისწრაფება და ძალისხმევა - შორეული მოგზაურობები და ნაოსნობანი მიმართულია დედამიწის გეოგრაფიული ფაქტების დაგროვების, მათი ანალიზის, მცდარი შეხედულებების უკუგდებისა და ჭეშმარიტების ძიების მართონის გასაგებლად. საამაყო, რომ იმ უძველეს ხალხებს შორის, რომლებიც მეცნიერებისა და

კულტურის საძირკველს აშენებდნენ, ჩვენი წინაპრებიც - ძველი კოლხებიც ყოფილან, რომელთა შედგენილი რუკები (კირბები) ერთ-ერთი უძველესია ამგვარი დანიშნულების შედგერთა შორის.

გეოგრაფიული ცოდნა ადრეულ და განვითარებულ შუა საუკუნეებში. ერთ დროს აყვავებული რომი თანდათან კარგავს თავის სიძლიერეს, დაპყრობილ პროვინციებთანკი მტრული ურთიერთობა მყარდება. იმპერიის პოლიტიკურ, ეკონომიკურ დაცემას მოსახლეობის კულტურული დონის დაქვეითება მოჰყვა, რამაც, საერთო გეოგრაფიული მსოფლმხედველობის შეზღუდულობა გამოიწვია. თუმცა, ევროპაში გეოგრაფიული აზროვნების მოღუენებას, აზიაში აყვავება შეენაცვლა.

ამასთან ერთად, ჯერ კიდევ რომის იმპერიაში, ქრისტიანული სარწმუნოების გავრცელებასთან დაკავშირებით, გახშირდა მოგზაურობანი მისიონერული მიზნით. IV-V საუკუნეებში მქადაგებლები ესტუმრნენ შორეულ, ნაკლებად ცნობილ ქვეყნებს (ნუბია, ეთიოპია), მოიარეს ინდოეთი, სპარსეთი, წინა აზიის ქვეყნები, შუა აზია, ჩინეთი, საქართველო. ამავე პერიოდში გაჩნდა აღწერილობითი ხასიათის თხზულებები. მეოთხე საუკუნეს მიეკუთვნება „მსოფლიოსა და ხალხების სრული აღწერა“. მის ავტორს ცხადია, უნდა მოეწყო ხმელთაშუა ზღვისა და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნები.

VI საუკუნეში ალექსანდრიელმა ვაჭარმა კოზმა ინდიკოპლესტმა მოიარა ეთიოპია, არაბეთი, ინდოეთი, ცეილონი, დასავლეთი აზია. მან შექმნა გეოგრაფიული თხზულება - „ქრისტიანული სამყაროს გოპოგრაფია“. ამ შრომას დიდი მნიშვნელობა აქვს ადრეული შუა საუკუნეების მსოფლიოს გეოგრაფიული მსოფლმხედველობის გაგებისათვის. ავტორი ფიზიკური გეოგრაფიის მონაცემებს ათანხმებს „დაბადებაში“ მოყვანილ ცნობებთან. ის უარყოფდა ბერძენი ფილოსოფოსებისა და გეოგრაფოსების მოძღვრებას დედამიწის სფეროს ფორმის შესახებ, რაც ვერ მოდიოდა თანხმობაში საღვთო რჯულთან. კოზმას აზრით, დედამიწა ბრგველი სწორკუთხედიია, რომელსაც გარს ოკეანე აკრავს (ნახ. II. 7). ყველა მდინარე კი სამოთხეში იწყება და ოკეანის ქვეშ მიედინება. ამ, მეცნიერულად დაუსაბუთებელი აზრის მიუხედავად, აღმოსავლეთის ფეოდალურ ქვეყნებში ცოდნა შედარებით მაღალ დონეზე იდგა, რასაც ადასტურებს ჩინელების, არაბების, სპარსელების, შუა აზიის ხალხების მიერ შექმნილი ქვეყანათმცოდნეობითი შინაარსის მრავალი ნაწარმოები.



ნახ. II.7. კოზმა ინდიკოპლესტის მსოფლიო რუკა (VII ს.)

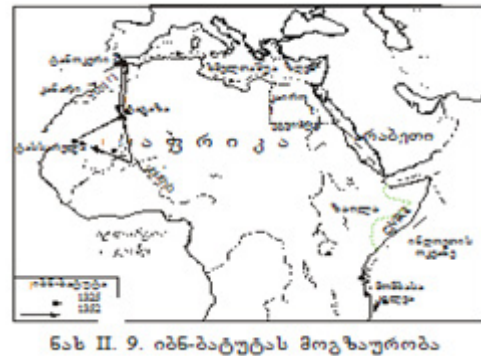
VII საუკუნის 30-იან წლებში არაბები სალაშქროდ დაიძრნენ. მათ დაიმორჩილეს სირია, პალესტინა, ირანი, ეგვიპტე, ხელში ჩაიგდეს მთელი აღმოსავლეთი (ინდოეთამდე), ხოლო დასავლეთით - ესპანეთამდე ჩააღწიეს, შემოიჭრნენ საქართველოშიც. არაბებმა შექმნეს მდიდარი მაგერიალური და სულიერი კულტურა. არაბული კულტურას ქმნიდნენ აგრეთვე ირანელები, სირიელები, ეგვიპტელები, სამხრეთი კავკასიისა და შუა აზიის ხალხები.

არაბმა ვაჭრებმა და მოგზაურებმა დაგოვეს აზიის, ევროპისა და აფრიკის ქვეყნების აღწერილობები. დავროვილი მასალის საფუძველზე მათ შეძლეს გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარება. საყურადღებოა ბასრელი ვაჭრის სულიმანის (IX ს) მოგზაურობა სპარსეთის ყურეს განაპირა ქვეყნებში. მან გადასერა ინდოეთის ოკეანე, გაიარა ცეილონი, სუმატრა, ნიკობარისა და ანდამანის კუნძულები და ჩავიდა ჩინეთში. მანვე, აღწერა ჩინეთის პროვინციები, მოიპოვა ცნობები კორეის შესახებ. არაბმა მოგზაურმა იბნ-ჰაუკალმა (X ს) იმოგზაურა ჩრდილო აფრიკაში, სიცილიაში, ესპანეთში, მესოპოტამიაში, ირანში, ინდოეთში. ალ-ისგაჰრიმ და ალ-ბალქიამ დაწვრილებით აღწერეს მცირე აზია, სომხეთი, აზერბაიჯანი, საქართველო, ირანი, მესოპოტამია, დაღესტანი, ვოლგა, ხაზარეთი. ალ-მასუდის თხზულებაში აღწერილია მოგზაურობა სპარსეთში, ინდოეთში, ჩინეთში, სომხეთში, საქართველოში, ჩრდილო აფრიკაში, ეგვიპტეში, საბერძნეთსა და კასპიის ზღვის ნაპირზე მდებარე ქვეყნებში.

არაბ გეოგრაფოსმა - ალ-მუკადასმა (X ს) შეადგინა მუსლიმანური სამყაროს სრული აღწერა. უზბეკი მუჰამედ იბნ აჰმედ ხორეზმმა და, განსაკუთრებით, ისლამის დიდმა მეცნიერმა აბუ-რეიჰან-ალ-ბირუნმა (973-1048 წწ.) თითქმის 500 წლით გაუსწრო თავისი დროის ეპოქას. ალ-ბირუნმა წამოაყენა მოძღვრება ჩრდილო ინდოეთისა და თურანის დაბლობის წარმოშობის შესახებ. დიდია ალ-ბირუნის წვლილი დედამიწის ცალკეული პუნქტების მდებარეობათა შესახებ, რიგი ხალხებისა და ქვეყნების დახასიათების, კალენდრის ისტორიის, ნიალისეული საბადოების, მცენარეების აღწერის, ასტრონომიულ დაკვირვებათა მეთოდების დამუშავებაში. მის ნაშრომებში ჩანს ცნობები ისტორიულ გეოლოგიასა და ისტორიულ გეოგრაფიაში.

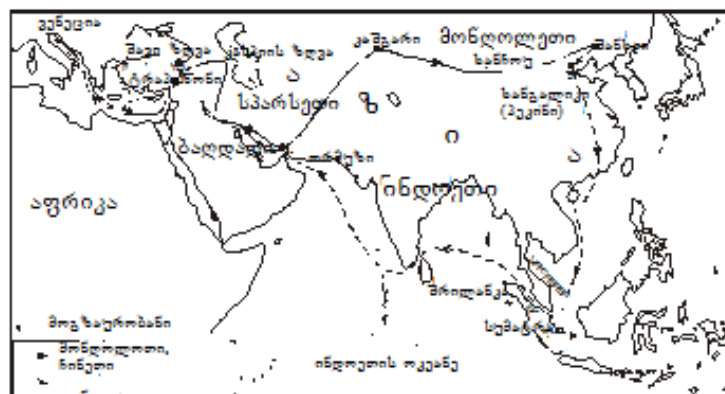
არაბმა გეოგრაფოსმა აბუ-აბდლაჰ-მუჰამედ-იდრისმა (XII ს), ადრეული ცნობების საფუძველზე, ქვეყნების აღწერებს დაურთო იმ დროის მსოფლიო და, დასახლებული მხარეების 70 რუკა (ნახ. II. 8). თავისი მოგზაურობით გამოირჩევა იბნ-ბატუტა (XIV ს). მან (22 წლის ასაკში) მოიარა მექა, სირია, ირანი, მესოპოტამია, იემენი, აფრიკა, არაბეთის ცენტრალური ნაწილი, შეაგროვა ცნობები ვეყნების ბუნებრივი სიმდიდრეების შესახებ. ამ მოგზაურის მიერ ქვეყნების გეოგრაფიული აღწერა იძლევა საყურადღებო ცნობებს მცხოვრებთა ყოფა-ცხოვრების, ზნე-ჩვეულებისა და ადათ-წესების შესახებ. ჩამოთვლილი ქვეყნების გარდა, იბნ-ბატუტა იყო მცირე აზიაში, ყირიმში, ყივჩაღთა ქვეყანაში, ვოლგისპირეთში, ოქროს ურდოს სახანოში, კასპიის ზღვის ჩრდილო სანაპიროებზე, ბუხარაში, ხივამი, ხოროსანში, ინდოეთში, ჩინეთში, მალდივის კუნძულებზე, ცეილონზე, სუმატრაზე, იავასა და ზონდის არქიპელაგზე. ამდენად, მან მოიარა იმ დროს ცნობილი მსოფლიო და დეტალურად აღწერა იგი. მანვე, შეადგინა იმ დროის სამყაროს რუკა (ნახ. II. 9). სწავლულების გამოთქმული

მოსაზრებების საფუძველზე არაბების მიერ გაძლიერდა. ლტოლვა ქვეყნების აღმოჩენებისადმი, რის შედეგად საკმაოდ გაფართოვდა წარმოდგენა „ოიკუმენის“ შესახებ.



მოგზაურობები და გეოგრაფიული აღმოჩენები XII-XIV სს-ში. ამ პერიოდში იგალიევი ვაჭრები და რომის პაპის ელჩები მოგზაურობას აწარმოებდნენ შორეულ აღმოსავლეთში. ასე, ვენეციელმა და გენუელმა ვაჭრებმა მიაღწიეს მდ. მდ. ხუანესა და იანძის ნაპირებს. ჩინეთი და ინდოეთი გახდა მათი სავაჭრო მოგზაურობის მთავარი მიზანი. ისინი დაწვრილებით აღწერდნენ განვლილ გზებსა და ქალაქებს. ევროპელებიდან მონღოლეთი პირველებმა გაიგნეს ვილემ რუბრუკისმა, პლანო კარპინმა და მარკო პოლომ. ჯერ კიდევ XIII ს-ში რომის პაპმა ფრანგი ბერები ლავრენტო და პლანო კარპინი წარგზავნა ბათო ყაენთან, საიდანაც დიდი ყაენის საცხტო ქალაქ ყარაყორუმში უნდა გამგზავრებულიყვნენ. მათ დავალება წარმატებით შეასრულეს (1245). ასეთივე მოგზაურობა ჩაატარა ფრანკისკელი ორდენის ბერმა ვილემ რუბრუკისმა. მან შეაგროვა გეოგრაფიული ცნობები. რუბრუკისი პირველი იძლევა ცნობებს კორეელებისა და მანჯურიელების შესახებ. უკან დაბრუნებისას კი გაიარა სომხეთი და ხმელთაშუა ზღვა.

ამავე პერიოდში (XIII ს. შუა წლები), ქართველი ბატონიშვილები - დავით რუსუდანის ძე და დავით (ლაშა) გიორგის ძე ყოფილან მონღოლთა ურდოში – ყარაყორუმში. ისინი პირადად შეხედნენ ევროპელ მოგზაურებს: პლანო კარპინსა და ვილემ რუბრუკისს; მიაწოდეს საინტერესო ცნობები საქართველოს შესახებ.



ნახ. II.10. მარკო პოლოს მოგზაურობა XIII ს.

ამავე პერიოდს მიეკუთვნება ძმების - ნიკოლო და მათეო პოლოების საგაჭრო მოგზაურობა შორეულ აღმოსავლეთში. ჯერ კიდევ 1254-1260 წწ. ვენეციელმა ძმებმა ბულგარეთსა და ყირიმში იმოგზაურეს, ჩაეიდნენ ბუხარაში. 1261 და 1271 წლებში იმოგზაურეს ჩინეთში. მათ თან ახლდათ, ნიკოლოს 17 წლის ვაჟიშვილი - მარკო პოლო. მოგვიანებით, სწორედ, მარკო პოლო გახდა დიდი მოგზაური (ნახ. II. 10). მან სამჯერ გადასერა აზია, იყო პეკინში, ორჯერ განვლო გზა ჩინეთის ტერიტორიაზე. მარკო პოლომ მოგვითხრო ჩინეთის მოსაზღვრე ხალხების, აღმოსავლეთი აზიის ქვეყნების შესახებ, აღწერა ტიბეტი, ბირმა, იაპონია, სიამი, კოხინხონი, ინდოეთი, ცეილონი. მარკო პოლოს მოგზაურობამ შთაბეჭდილება მოახდინა ქრისტიანულ კოლუმბზე. ამ პერიოდის რუკებიდან საყურადღებოა ჰერეფორდის (1280 წ) რუკა (ნახ. II. 11).

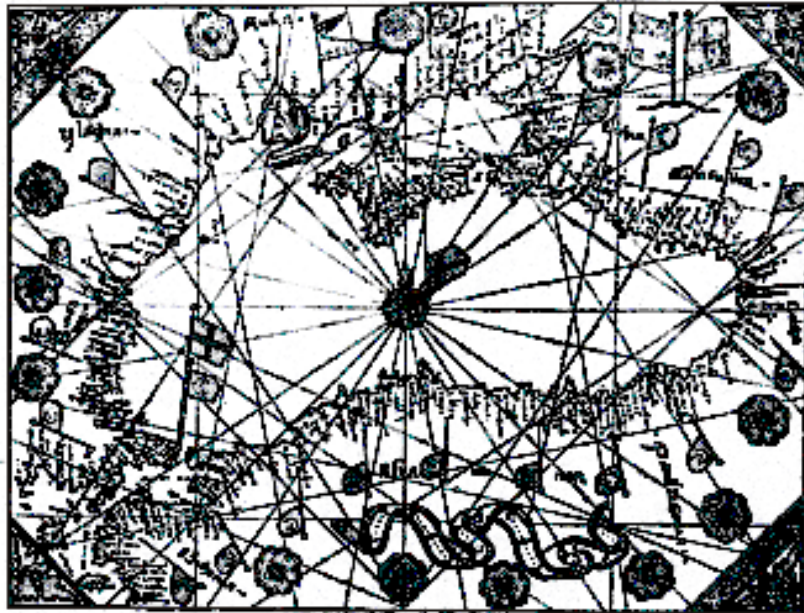


ნახ. II.11. ჰერეფორდის რუკა. 1280 წ

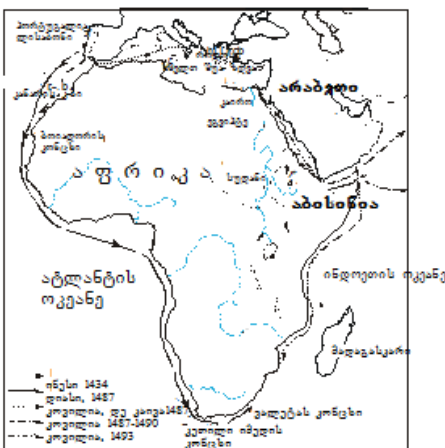
XIV ს-ში მოგზაურობა კომპასის გამოყენებით შორს იწეეს ნაოსნობა. კომპასი ევროპელებმა არაბებისაგან გადმოიღეს, ხოლო არაბებმა კი ჩინელებისაგან. კომპასის გამოყენებით ზღვაოსნობაში ხელი მიეწყო განსაკუთრებული სახის - კომპასური რუკის - პორტულანების (ნახ. II. 12) შექმნის შესაძლებლობა. ამ რუკებზე, გრადუსთა ბადის ნაცვლად, სწორი ხაზების რთულ ქსელს აგებდნენ. პირველი ასეთი რუკა (1339 წ) დულჩინოვმა შედგინა. ანალოგიური რუკები (1340 წ) შეიქმნა ჯიოვანი კირინიანის მიერ. აღსანიშნავია ანდრეი

ბიანკოს შესანიშნავი რუკა.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების წინაპერიოდი. XV საუკუნის შუა წლებში ხმელთაშუა ზღვის აუზის ქვეყნების ვაჭრობა ღრმა კრიზისს განიცდიდა. ბიზანტიის იმპერიის დაცემის შედეგად მთელ მცირე აზიაზე, სირიაზე, პალესტინაზე, ჩრდილო აფრიკაზე - ოსმალეთის (თურქეთის) ბატონობა გავრცელდა. იტალიის ქალაქებისა და ევროპის დამაკავშირებელი ძველი საგაჭრო გზები დაინგრა. წარმოიშვა ახალი საგაჭრო გზების ძიების საჭიროება. ამ გზებს ევროპის საგაჭრო კაპიტალი აღმოსავლეთის ქვეყნებიდან (ირანი, ინდოეთი, ჩინეთი და სხვ.) უნდა მიეზიდა. გავრცელდა აზრი აფრიკის ოქროს დიდი მარაგების შესახებ. წარმოიშვა ვარაუდი აფრიკის შემოვლით ოქროს შემცველი მდინარეებთან მისაღწევი გზების აღმოჩენის შესახებ, რომელიც ევროპელებს, ზღვის გავლით, ინდოეთში მიიყვანდა.



ნახ. II.12. პორტულანი



ნახ. II.13. მოგზაურობა კეთილი იმედის კონცხამდე და მის შემდეგ

პირველი საზღვაო ნაოსნობა პორტუგალიელების მიერ მოეწყო (ნახ. II. 13). აფრიკის შემოვლით ინდოეთისაკენ გზის ძებნის მიზნით, პორტუგალიელი მოგზაურები დაინტერესდნენ, მაგრამ 70 წლის (1415-1486) მანძილზე, მხოლოდ კეთილი იმედის კონცხამდე მივიდნენ. მათ შორის იყვნენ ჰენრი მეზღვაური, მარტინ ბეჰაიმი, დიეგო კანო და სხვ. კეთილი იმედის კონცხის მიღმა 39° პარალელამდე პორტუგალიელმა მოგზაურმა (1486 წ) ბათლომე დიასმა მიაღწია, რომლითაც მან დაამტკიცა განუწყვეტელი კავშირი ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეებს შორის.

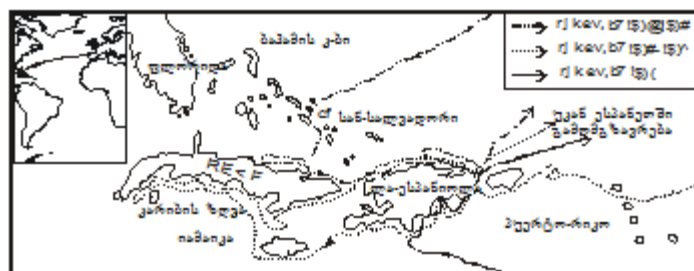
პორტუგალიელთა მეორე ექსპედიცია პერო დე-კოველიანის მეთაურობით ცნობილია გზით ეგვიპტისა და წითელი ზღვის გავლით, ინდოეთში მივიდა. მოგზაურის ვარაუდით წითელი ზღვის სამხრეთითა (კ. მადაგასკარი) და აფრიკის საზღვაო გზის შემოვლით შესაძლებელი იყო ინდოეთისაკენ სანაოსნო გზის გაკვაღება. ამ ეპოქის მეცნიერებსა და საზოგადოებრივ მოღვაწეებს შორის თანდათანობით ვითარდება სინამდვილის ასახვისა და მათი მიზნების ასხნის სურვილი. მათ (ნიკოლოზ კუზანელი, ნიკოლოზ კოპერნიკი) შექმნეს შესანიშნავი ნაშრომები. რიგ სასწავლებელში (ქ. ფლორენცია) გეოგრაფია სავალდებულო და სპეციალური საგანიც კი გახდა. ეს მოვლენა დაკავშირებული იყო პაოლო ტოსკანელის (1397-1482 წწ) სახელთან, რომელმაც მშვენიერად იცოდა გეოგრაფიის სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა. პ. ტოსკანელის მიერ კოსმოგრაფიისა და ასტრონომიის მონაცემების გამოყენებამ ხელი შეუწყო გეოგრაფიის შემდგომ განვითარებას.

სწორედ, ტოსკანელის მოწაფე იყო ნიჭიერი და ალღოიანი, ახალგაზრდა, გენუელი - ქრისტიანული კოლუმბი.

XV ს-ში კასტილიის მეფის მიერ თემურ-ლენგთან გაგზავნილი ელჩებს - კონსალეს დე-კლავიხოს, ალფონს პაას დე-სანტა-მარიასა და ჰომესდე-სალასარს დავალებული ჰქონდათ ქვეყნებისა და ხალხების აღწერა. დე-კლავიხომ აღწერა ადგილობრივი მოსახლეობის ადათ-წესები და ცხოვრების პირობები, მოგვანოდა ცნობები თემურლენგის დიდი იმპერიის შესახებ. ვენეციელი ვაჭრის ნიკოლო დი-კონტის (1424 წ) აღმოსავლეთის ქვეყნებში მოგზაურობა 25 წ გრძელდებოდა, მოიცავდა ახლო აღმოსავლეთს, არაბეთს, ინდოეთს, ეგვიპტეს, კუნძულებს იავასა და სუმატრას. რუსმა მოგზაურმა ათანასე ნიკიტინმა ინდოეთში (დაჰლი სამი წელი), ირანში და, თურქეთზე გავლით, დაბრუნდა შავი ზღვის სანაპირო. მან შეადგინა წიგნი: „სამი ზღვის იქით მოგზაურობა“ (გულისხმობდა კასპიის, ინდოეთისა და შავ ზღვებს). მის მიერ აღწერილია გარემო პირობები და ხალხები.

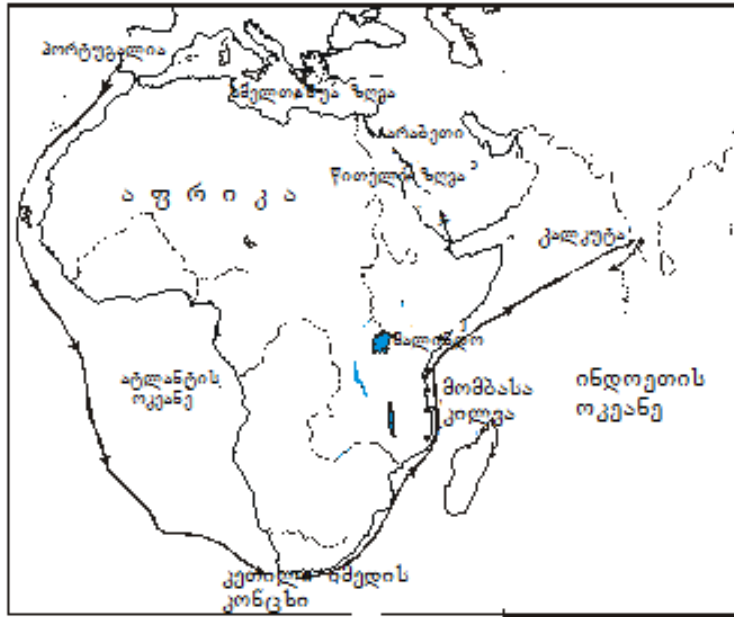
ამგვარად, შუა საუკუნეების ეპოქა (XIII-XV სს) საგაჭრო და დაბეჭდვითი გზების გამოძებნისა და ხალხების, მათი წესების, სამეურნეო პოტენციალის ძებნაში გაილია. გაიზარდა ოიკუმენას სივრცე, გაიზარდა წარმოდგენა მის შესახებ, შეიქმნა წინაპირობა (მარკო პოლოს მოგზაურობანი, კომპასის გამოყენება, ახალი გზების რუკების შედგენა, ოკეანეებს შორის კავშირის და ა.შ.) გრანდიოზული და მასშტაბური მოგზაურობებისა და აღმოჩენების ჩასატარებლად.

დიდი გეოგრაფიული მოგზაურობათა და აღმოჩენათა პერიოდი. დასავლეთ ევროპის ხალხთა ისტორიაში გეოგრაფიულ მოგზაურობათა და აღმოჩენათა ახალი პერიოდი ამერიკის (1492 წ) და აღმოსავლეთ ინდოეთის (1498 წ) საგაჭრო გზების აღმოჩენებით იწყება. ეს აღმოჩენა ქრისტიანული კოლუმბს (ნახ. II. 14) ეკუთვნის.



ნახ. II.14. კოლუმბის მოგზაურობა

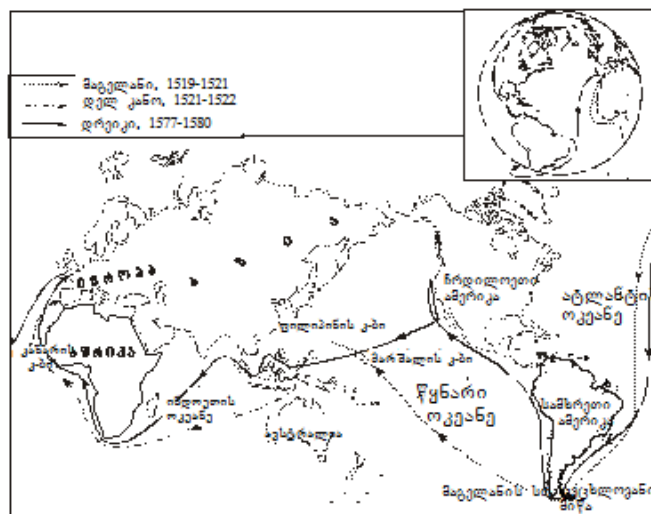
მის ოთხმა მოგზაურობამ, გეოგრაფიულ აღმოჩენათა ისტორიაში, ახალი ფურცელი ჩაწერა. მან აღმოაჩინა ახალი კონტინენტი - ამერიკა (თუმცა, მასზე ადრე ამერიკას ნორმანები აღწევდნენ). კოლუმბმა პირველმა გადასერა ატლანტის ოკეანის ტროპიკული სარტყელი, აღმოაჩინა „სარგასის ზღვა“, პირველად გაეცნო ჩრდილო პასატურსა და გვიანის დინებებს, აღმოაჩინა მრავალი კუნძული, რომელთაც ვესტ-ინდოეთი, ხოლო მის მცხოვრებთ - ინდოელები უწოდა.



ნახ. II.15. ვასკო და გამას მოგზაურობა ინდოეთში

აყენებენ მაგელანისა და კოლუმბის გვერდით.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების ეპოქაში საბაგიო ადგილი უკავია დედამიწის ირგვლივ პირველი ნაოსნობის ჩამტარებელ ფერნანდო მაგელანს (ნახ. II. 16). მისი ექსპედიცია, რომელიც 5 იაქწნიანი ხომალდისა და 265 კაცისაგან შედგებოდა, 1519 წლის 20 სექტემბერს ესპანეთიდან გავიდა და დიდი დანაკლისით (1521 წლის 27 აპრილს მატეანის მცხოვრებლებთან შეტაკებისას დაიღუპა თვით მაგელანი), სამშობლოში მხოლოდ ერთი (1522 წლის 7 სექტემბერი) გემი და 30 კაცი დაბრუნდა. ამ მოგზაურობის შედეგები, მძიმე დანაკლისის მიუხედავად, ძალიან დიდი იყო: მან დაამტკიცა დედამიწის სფეროსებურობა; ადამიანმა პირველად მიიღო წარმოდგენა დედამიწის რეალურ სიდიდესა და ერთიანი მსოფლიო ოკეანის შესახებ.



ნახ. II. 16. გარესაქვეყნო მოგზაურობანი

გეოგრაფიულმა აღმოჩენებმა გამოიწვია არა მარტო გეოგრაფიის, არამედ გეოლოგიის, ბოტანიკის, ზოოლოგიის განვითარება. გამოიყენა შორეულ მოგზაურობათა მრავალი აღწერები, გაუმჯობესდა გეოგრაფიული რუკები და გლობუსები. ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროს, ნიადაგისა და ახლად აღმოჩენილ ქვეყნებში ადამიანთა ცხოვრების პირობების შესახებ წარმოდგენებმა მკვეთრად გააუმჯობესა ადამიანთა შეხედულებების საზღვრები. XV-XVI სს. მიჯნაზე უკვე აღმოჩენილ იყო დედამიწის ზედაპირის ნახევარზე მეტი. ახლად აღმოჩენილი ქვეყნების ბუნებრივი სიმდიდრეები და ადგილობრივი მოსახლეობის შრომის ექსპლოატაციის შესაძლებლობა განუხრელად იზიდავდა ევროპელებს. სწორედ, ამ ცდუნებამ გამოიწვია ევროპელთა ამერიკაში გაძლიერებული გადასახლება. XVI-XVII სს. უკვე აღმოჩენილი იყო დედამიწის თითქმის მთელი ზედაპირი. გამონაკლისს მხოლოდ სამხრეთ პოლარული მხარე წარმოადგენდა. ახალმა აღმოჩენებმა საკმაოდ დიდი გავლენა ეკონომიკაზეც იქონია. ასე, მაგალითად, პორტუგალიელებმა ხელთ იგდეს რა მთელი საზღვაო ვაჭრობა სამხრეთ და აღმოსავლეთ აზიასთან - მსხვილი კოლონიები დააარსეს. ამავე დროს, ესპანელების მიერ ანალოგიური მოქმედება მიმდინარეობდა ამერიკის კონტინენტის ქვეყნებში.

ამრიგად, XV და XVI საუკუნეების მიჯნაზე, სულ რაღაც 25 წლის განმავლობაში, დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების ეპოქა შექმნეს ქრისტიანულ კოლუმბა, ვასკო და გამამ და ფერნანდო მაგელანმა. მათ მიერ ამერიკის კონტინენტისა და ინდოეთის მიმართულებით გზები გაკვალა, მოგვიანებით, დედამიწის ირგვლივ ნაოსნობით დაგვირგვინდა. მათი წარმატებული ნაოსნობა, გეოგრაფიული იდეების გამარჯვებასთან ერთად, სიმამაცის, უდიდესი ნებისყოფისა და ახალი მრავალმხედველობრივი აზროვნების დასაწყისად ითვლება.

XVI-XVII საუკუნეები სამართლიანად ითვლება კოსმოლოგიისა და ცის მექანიკის (ნ. კოპერნიკი, გ. გალილეი, ი. კეპლერი, ი. ნიუტონი) თეორიული საკითხების დამუშავებისა და გააზრების ეპოქად. ამავე დროს, ადგილი ჰქონდა მეცნიერული გეოგრაფიის (ბ. ვარენიუსი) ჩამოყალიბების ცდას. მისი ნიგნი „ზოგადი გეოგრაფია“ მეცნიერული გეოგრაფიული იდეების ჩამოყალიბების ერთ-ერთი მყარი საფუძვრი გახდა. ვარენიუსის მიხედვით დედამიწის ხმელეთი და ოკეანე ერთიან - მთლიან „მინიერ წრედ“ განიხილებოდა.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენათა შემდგომი პერიოდი (XVII-XVIII სს). XVII საუკუნეში რუსებს უკვე აღმოჩენილი და ათვისებული ჰქონდა ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის თითქმის მთელი აზიური სანაპირო. რუსების მიერ ციმბირის კოლონიზაცია ივანე IV მრისხანის (1530-1584 წწ) დროს დაიწყო. მეფის ნებართვით რუსი ვაჭრების - სტროგოვოვების მიერ თავიანთი კოლონიზატორული საქმიანობა გადატანილი იყო ურალის ქედის აღმოსავლეთით. მათ მიიწვიეს კაზაკი აგამანი ერმაკ ციმოტეს ძე, რომელმაც თავის მეომრებით მალე დაიპყრო ციმბირი. ამით, ერმაკის მიერ მოსკოვის ძალაუფლება თანდათანობით გავრცელდა მდ. მდ. ირტიშისა და ტარას, აგრეთვე, მდ. მდ. ობისა და კეტას შორის. 1610 წელს მეზღვაურის - კუროჩინის აღმოჩენით დადგინდა, რომ ციმბირის უზარმაზარი მდ. ენისეი, ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანეს ერთვის. ამ მდინარის ზემო ნაწილში,

აღმოსავლეთ საიანების ქედის პერიოდში, 1628 წელს დაარსდა ქ. კრასნოიარსკი. აღნიშნული ექსპედიცია ორი წლის შემდეგ მდ. ლენაზე გადავიდა. მოგვიანებით, ახალი მარშრუტები ციმბირის მთელ ტერიტორიაზე მოაწყო მარტინ ვასილევმა, ელისეი ბუბამ, პეტრე გოლოვინმა და სხვ. ისინი ზედიზედ იპყრობდნენ მათთვის უცნობ ადგილებს - მდინარეების ოლენეკის, იანას, ინდიგირკას, კოლიმას, ანადირისა და სხვ. მიდამოებში.

XVII ს-ში რუსული ექსპედიციები უკიდურეს ჩრდილო-აღმოსავლეთში გაგრძელდა. ამ მხრივ, აღსანიშნავია, აღმოსავლეთ ციმბირისა და ჩუკოტკის ზღვებით, სიმონ დეჟნევის ნაოსნობა¹(648 წ) მდ. კოლიმიდან მდ. ანადირამდე. ეს გაუვალი გზა ბერინგის სრუტის გავლით აზიის უკიდურეს ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილს შემოთავრავლავდა. მის უკიდურეს წერტილს დეჟნევის კონცხი უწოდეს. XVII ს-ის დასასრულს (1697-1699 წწ) აზიის აღმოსავლეთით ნაოსნობა გააგრძელა ვლადიმერ ატლასოვმა. მან, მდ. ანადირზე გავლით, კამჩატკაზე გაილაშქრა, ხოლო იქიდან გადავიდა კურილიის კუნძულებზე. როგორც ჩანს, ციმბირის ლაშქრობის მონაწილეებმა აღწერეს ნანახი ადგილების ბუნება, მოსახლეობა და მისი ეთნიკური შემადგენლობა, რითაც საფუძველი ჩაეყარა აღმოსავლეთ აზიის სისტემატურ შესწავლას. ამდენად, უკვე XVII ს-ის დასასრულს რუსეთის საგარეო ქალაქსა და ოხოტის ზღვას შორის მდებარე დიდი სივრცე ამ ქვეყანამ დაისაკუთრა.

დასავლეთ ევროპის ქვეყნების მოგზაურები შედარებით შორეულ ქვეყნების აღმოჩენით იყვნენ დაკავებული. ასე, XVII ს-ის I ნახევარში ჰოლანდიელი მეზღვაურები მიაღწენ ავსტრალიის დასავლეთ და ნაწილობრივ ჩრდილო სანაპიროებს. ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთურმა კომპანიამ ძალაუფლება გაავრცელა მოლუკისა და ბონდის კუნძულებზე. უფრო ადრე, ჰოლანდიელები დამკვიდრდნენ კეთილი იმედის კონცხზე და ხელთ იგდეს მისი საუკეთესო ნავსადგურები.

1640 წელს ჰოლანდიელი მოგზაურებისათვის უკვე ცნობილი იყო ავსტრალიის კონტინენტის ძირითადი სანაპიროები (ნახ. II. 17). შემდგომში, ამ კონტინენტის ახლოს გაცნობის საქმეში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ექსპედიციას აბელ ტასმანის (1603-1659 წწ) ხელმძღვანელობით. 1642 წ. იგი მიაღწა კუნძულ ტასმანიას, ხოლო შემდეგ აღმოაჩინა ახალი ზელანდია. ამ მოგზაურობას კიდევ რამდენიმე კუნძულის აღმოჩენაც მიენერება. ინგლისელები და ჰოლანდიელები ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის გზითაც იყვნენ დაინტერესებულნი. ინგლისელმა დევისმა, ჰუდონმა და ბათინმა გამოიკვლიეს ამერიკის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი ანუ ატლანტის ოკეანიდან წყნარ ოკეანეში გასასვლელი აკვატორია ამერიკის ჩრდილო ნაპირების გასწვრივ. მათ ვერ მოახერხეს ყინულოვანი სივრცის გადალახვა, თუმცა ამ მოგზაურთა სახელები ეწოდა დევისის სრუტეს, ჰუდონის სრუტესა და უბეს, ბათინის მიწას. სამაგიეროდ, ჰოლანდიელებმა ევრაზიის ჩრდილო სანაპიროების გავლით მოახერხეს ამ გზის გაკვალვა. მოგზაურობა დაიწყო ვილემ ბარენცმა. 1596 წ. მან მიაღწია ახალ მიწას და შევიდა კარის ზღვაში. ექსპედიციის შემდგომ სვლას ხელი შეუშალა ზღვის წყლის გაყინვამ.

XVII საუკუნის ბოლოდან მეცნიერების დარგებმა მნიშვნელოვანი წარმატებები მიაღწია. დაიწყო დედამიწისა და, განსაკუთრებით, ცალკეული კონტინენტების შიგნით ნაწილების მეცნიერული შესწავლა. დიდი გამოკვლევები ჩატარდა აზიის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილის შესწავლა-კვლევის მიზნით. ამ მხრივ, აღსანიშნავია კრამინიკოვის, ბერინგის, ჩირიკოვის, სტელერისა და სხვ. ჩატარებული მოგზაურობები. ექსპედიციები მოეწყო ვიტუს ბერინგისა და ალექსანდრე ჩირიკოვის ხელმძღვანელობით. ექსპედიციამ გადალახა წყნარი ოკეანე და მიაღწია ამერიკის სანაპიროებს. მათ აღმოაჩინეს და შეისწავლეს ალუტის კუნძულები, ხოლო კამჩატკის ნახევარკუნძულის მახლობლად მდებარე ერთ-ერთ კუნძულს ბერინგის სახელი უწოდეს. აწარმოეს გეობოტანიკური და ზოოლოგიური დაკვირვებები, გამოსცეს შესაბამისი შრომები.

1757 წელს მ. ლომონოსოვი დაინიშნა რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიული დეპარტამენტის ხელმძღვანელად, რის შემდეგ დაიწყო რუსეთის ტერიტორიის ზუსტი რუკების შედგენისა და დამზადების სამუშაოთა მონესრიგება. მან გეოგრაფიის მრავალი საკითხი მოაქცია ყურადღების ცენტრში და დიდ წარმატებებს მიაღწია. გეოგრაფიისა და კარტოგრაფიის დარგში დიდი მუშაობა გასწიეს, აგრეთვე ი. კირილოვმა და ვ. ტატიშჩევმა. პირველმა მათგანმა შეადგინა რუსეთის იმპერიის ატლასი და რუსეთის გენერალური ლანდკარტა. ვ. ტატიშჩევი კი ითვლება რუსეთში ისტორიული გეოგრაფიის ფუძემდებლად.

ევროპული ნაწილისა და ციმბირის შესასწავლად დიდი გეოგრაფიული ექსპედიციები მოაწყო რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიამ. მათ დაკისრებული ჰქონდათ პრაქტიკული ამოცანებიც - გამოეცნა და შეესწავლა ბუნებრივი სიმდიდრეები, შესაძლებლობანი და მათი გამოყენების ხერხები. ციმბირის შესწავლის მიზნით, პ. პალასმა დიდძალი მასალა შეაგროვა გეოლოგიის, მინერალოგიის, ზოოლოგიის, ბოტანიკის, ეთნოგრაფიის დარგებში. დიდი სამუშაოები ჩატარა აგრეთვე იოჰან ანტონ გიულდენშტედტმა. მან მოიარა კავკასია და დაწვრილებით აღწერა საქართველო.

XVIII ს-ში დასავლეთ ევროპელ მოგზაურთაგან ყურადღებას იმსახურებს ინგლისელი ჯეიმზ კუკი. მის აღმოჩენებს იყენებდნენ არა მარტო გეოგრაფიაში, არამედ ასტრონომიაში, კარტოგრაფიაში, ბოტანიკაში, ზოოლოგიაში, ანთროპოლოგიაში. მან სამგზის მოაწყო ექსპედიცია, აღმოაჩინა საზოგადოების კუნძულები, შემოუარა ზელანდიას და გაიარა მის ორ კუნძულს შორის, მოაწყო ნაოსნობა ავსტრალიის აღმოსავლეთ უცნობ სანაპიროებზე. წყნარ ოკეანეში კუკმა აღმოაჩინა კუნძულები და არქიპელაგი, შეისწავლა და რუკაზე დაიგანა მანამდე სხვა მგზავართა მიერ აღმოჩენილი მიწები, გაიარა ბერინგის სრუტე, მიაკვლია ჰავაის კუნძულებს.

გეოგრაფიული აღმოჩენები XIX-XX საუკუნეებში. XIX ს-ის დასაწყისში გერმანელი მეცნიერის იმანუელ კანტის ლექციებმა საფუძველი ჩაუყარა ახალ შეხედულებებს. ამ დროს, გეოგრაფიის ქრონოლოგიური (ქრონოს - დროითი) მეცნიერების შინაარსი მიეცა. ბუნების განვითარების წარმოდგენის შესახებ უდიდესი როლი ენიჭება ი. კანტის (1724-1804) ჰიპოთეზას მზის სისტემის

წარმოშობის შესახებ, რის მიხედვით დედამიწა ჯერ ცხელი (გავარვარებული) და შემდეგ გაცივებული უნდა ყოფილიყო. ი. კანტის წარმოდგენით, ამ გიგანტურ სხეულის (მზის) ბრუნვისას მონყევითი დედამიწა (ასევე, სხვა პლანეტები) თანდათან ცივდებოდა. ამ ჰიპოთეზით არ დასტურდება რიგი გეოლოგიური წარმონაქმნების, ტექტონიკური პროცესების მსვლელობისა და მიმდინარეობის ხასიათი. ამის მიუხედავად, მას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა, რადგან დედამიწა მისი განვითარების რომელიმე ეტაპზე წარმოქმნილ კოსმოსურ სხეულად იქნა აღიარებული, რომელსაც მუდმივი განვითარება ახასიათებს.

XIX ს. I ნახევარში საბუნებისმეტყველო დარგების წარმატებებმა ნატურფილოსოფიური ვარაუდების უარყოფა გამოიწვია. შესაძლებელი გახდა ძირითადი პროცესების ახსნა და მათი ბუნებრივი მიზეზების გამოვლენა. ალექსანდრე ჰუმბოლდტმა სცადა დედამიწის შესახებ დაგროვილი ახალი მეცნიერული მონაცემების სინთეზი და ფიზიკურ გეოგრაფიას დაესახა მინიერი მოვლენების ზოგადი კანონებისა და შინაგანი კავშირების, პირველ ყოვლისა, ცოცხალსა და არაცოცხალ ბუნებას შორის კვლევის ამოცანები. ა. ჰუმბოლდტის შეხედულებით გეოგრაფია - საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა არა ენციკლოპოდიური შენაერთია, არამედ ამ მეცნიერების საბოლოო მიზანია ობიექტების სიმრავლეთა შორის ერთიანობისა და მთლიანობის შეცნობა, დედამიწისეული მოვლენების შინაგანი კავშირებისა და ზოგადი კანონების კვლევა. ა. ჰუმბოლდტის სახელთანაა დაკავშირებული ბუნებრივი პროცესების ზონალურობის კანონზომიერების დადგენა.

კარლ რიტერის მოსაზრებით, გეოგრაფიას აინტერესებდა არა ობიექტურად არსებული ბუნების კომპონენტები, არამედ მათი გავლენა ადამიანთა საზოგადოებაზე. ამ გავლენას იგი ვულგარული გეოგრაფიზმის (გაუბრალოებული, გაყალბებული) პოზიციებიდან განიხილავდა. ჰუმბოლდტისა და რიტერის მიხედვით, გეოგრაფია ორი სხვადასხვა მეცნიერებაა: პირველი, მას საბუნებისმეტყველო დისციპლინად თვლიდა, მეორე - ჰუმანიტარულ ქვეყანათმცოდნეობად. ამით, ერთხელ კიდევ გაესვა ხაზი გეოგრაფიის გაორებას, რასაც საფუძველი ჯერ კიდევ ანტიკურ პერიოდში ჩაეყარა.

XIX ს. I ნახევარში რუსეთში მკაფიოდ გაემიჯნა ერთმანეთს ეკონომიკური (სტატისტიკა) და ფიზიკური გეოგრაფია. ბუნებისმეტყველების დიფერენციაციამ, რომელიც ჯერ კიდევ XVIII ს-ში დაიწყო, წარმოშვა გეოლოგია, უფრო გვიან კლიმატოლოგია, ფიტოგეოგრაფია, ოკეანოგრაფია. ამ დაყოფით გეოგრაფიას თითქოს წაერთვა საკუთარი კვლევის საგანი. სინამდვილეში, ეს პროცესები აუცილებელი იყო გეოგრაფიული სინთეზის ახალ ეტაპზე გადასასვლელად. ამის შემდეგ, სინთეზის პირველი ელემენტები გვხვდება XIX საუკუნის 40-60-იან წლებში რუს მოგზაურ-ნატურალისტთა გამოკვლევებში. „სტატისტიკა“ კი სულ უფრო გეოგრაფიულ ხასიათს იღებდა, რადგან მონიშნავდა საზოგადოება თანდათან მეტ ინტერესს იჩენდა რეგიონების ეკონომიკური თავისებურებებისა და ეკონომიკური დარაიონებისადმი.

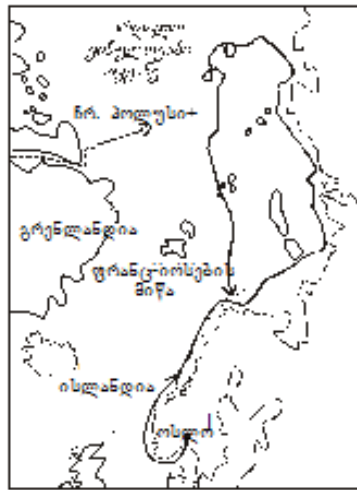
XIX ს-ში ყურადღება აზიის შესწავლას მიექცა. პ. სემიონოვ-ტიანშანსკის აღგზისა და ტიან-შანის გამოკვლევებში ნათლად აღმოჩნდა მეცნიერის მტკიცება აქ მოქმედი ვულკანების არ არსებობის შესახებ. მანვე, პირველმა დაადგინა, რომ ტიან-შანზე თოვლის ხაზი დიდ სიმაღლეზე (3350-3500 მ) მდებარეობს. მეცნიერმა მოგვცა დეტალური ცნობები ტიან-შანის გეოლოგიური აგებულების შესახებ, მანვე აღმოაჩინა მცენარეთა ათეული სახეობა, დაადგინა ბუნებრივი სარტყლები, შეაგროვა ძვირფასი გეოლოგიური კოლექცია, შეადგინა ჰერბარიუმი.

ცენტრალური აზიის კვლევაში დიდი როლი მიუძღვის ნ. პრჟევალსკის, რომელმაც ხუთჯერ იმოგზაურა აზიის მიუვალ ადგილებში, რის შედეგად რუკაზე მრავალი თეთრი ლაქა წაიშალა. განსაკუთრებით, აღსანიშნავია 800 კმ-იანი სიგრძის ტრასა, რომელზეც განლაგებული იყო მანამდე უცნობი ბევრი ქედი, მთა თუ ტბა, მდინარეების სათავეები და სხვ. გეოგრაფიულ მეცნიერებაში მისი მოღვაწეობის მიხედვით იწყება ახალი ერა გეოგრაფიულ აღმოჩენათა და სისტემურ კვლევათა ისტორიაში.

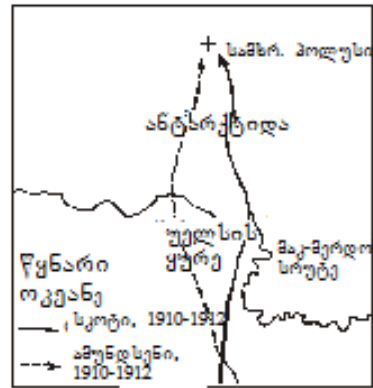
აფრიკის ცენტრალური ნაწილის გაცნობა მხოლოდ XIX ს-ში დაიწყო ევროპელების - ინგლისელი, გერმანელი, ფრანგი და რუსი მოგზაურებისა და მკვლევარების მიერ. საჰარა და სუდანი შეისწავლა გერმანელმა მეცნიერმა ჰენრიხ ბარტმა და ჰერგარდ როლფსმა. აფრიკის დიდი ტბების რაიონი და ნილოსის სათავეები შესწავლილია ინგლისელების რ. ბერტონისა და სპიკის მიერ. ვ. იუნკერმა გამოიკვლია ნილოსის სათავეები, მდ. მდ. ნილოსისა და კონგოს წყალგამყოფის უცნობი მიდამოები. ცენტრალური აფრიკისა და აბისინიის მკვლევარი იყო ე. კოვალევსკი. აღსანიშნავია ინგლისელი ლივინგსტონის მოგზაურობა სამხრეთ და ცენტრალურ აფრიკაში, ჰენრი სტენლის მოგზაურობა ცენტრალურ აფრიკაში.

XIX ს. 70-იან წლებში ბუნებრივ რესურსებზე მოთხოვნილება მკვეთრად გაიზარდა. ამ გარემოებამ სპეციალური გეოგრაფიული გამოკვლევების განვითარება გამოიწვია და ხელი შეუწყო დარგობრივი გეოგრაფიული დისციპლინების განვითარებას. მეორე მხრივ, კვლავაც შორდებოდა ერთმანეთს საბუნებისმეტყველო-მეცნიერული მიმართულების ზოგადი (დედამიწისმცოდნეობა) და კერძო ანუ რეგიონალური გეოგრაფია. ფ. რაცელმა (გერმანია) ანთროპოგეოგრაფიულ მიმართულებას მისცა დასაბამი, ხოლო XX ს-ის დასაწყისში კანტისეული გეოგრაფიული შეხედულება გერმანელმა ა. ჰეტნერმა განავითარა. მისი აზრით, გეოგრაფია ბუნებრივ და საზოგადოებრივ მოვლენებს მოიცავს, რომელსაც იგი განიხილავს არა საკუთრივ მათი თვისებების მიხედვით, არამედ როგორც „დედამიწის სივრცის საგნობრივ შემავსებელს“. ა. ჰეტნერის აზრით, გეოგრაფია არ უნდა სწავლობდეს საგნებისა და მოვლენების განვითარებას დროში, არ უნდა აზოგადოებდეს და აღგენდეს კანონზომიერებებს, ე. ი. გეოგრაფია საბოლოოდ მხოლოდ ქვეყანათმცოდნეობითი აღწერილობით უნდა შემოთარგლულიყო.

1886 წ. რ. პირიმ პირველი ექსპედიცია ჩაატარა არქტიკაში და ხუთი ექსპედიციის შემდეგ (1908 წ) ჩრდილო პოლუსს, (ნახ. II. 18), ხოლო 1912 წელს რ. სკოტმა სამხრეთ პოლუსს (ნახ. II. 19) მიაღწია.



ნახ. II.18. ჩრდ. პოლუსისაკენ
 — ნანსენი, 1893-1896
 პირი, 1909



ნახ. II.19. სამხრეთი პოლუსისაკენ

XX საუკუნის დასაწყისში პ. ვიდალ დე ლა ბლამის მიერ ჩამოყალიბებულ ფრანგულ გეოგრაფიულ სკოლას თავის ამოცანად მიაჩნდა ბუნებრივი გარემოსა და ადამიანის ცხოვრების ხასიათის „ჰარმონიული ერთიანობის აღწერა“. ამ სკოლის წარმომადგენლები რეგიონალური დახასიათების ოსტატები იყვნენ, მხოლოდ აღწერილობით, ემპირიზმით, ბუნებისადმი პეიზაჟური მიდგომით იფარგლებოდნენ და არ ჰქონდა სოციალურ-ეკონომიკური პირობების ანალიზის უნარი.

XIX საუკუნის ბოლოს ვ. დოკუჩაევმა რუსეთში საფუძველი ჩაუყარა კომპლექსურ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ გამოკვლევებს. იგი ეყრდნობოდა ნიადაგების შესახებ მის მიერვე შექმნილ მოძღვრებასა და რუსეთის ბიოგეოგრაფიის პროგრესულ იდეებს. თავის გამოკვლევებს მეცნიერი მჭიდროდ უკავშირებდა სახალხო მეურნეობის პრობლემებს.

გეოგრაფიული ურთიერთკავშირების შესწავლაში დიდი წვლილი შეიტანა რუსმა ა. ვოეიკოვმა. მასვე მიეკუთვნება მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების შესახებ. ვ. დოკუჩაევის მოძღვრებამ ბუნებრივი ზონების შესახებ (XX ს) მიგვიყვანა ლანდშაფტის როგორც ბუნებრივ-ტერიტორიული მთლიანობის აღქმამდე. იგი გეოგრაფიული კვლევის ძირითად ობიექტად იქნა აღიარებული (გ. მოროზოვი, ლ. ბერგი, ა. ბორზოვი და სხვ.).

აკად. ლ. ბერგის (1876-1950 წწ) მეცნიერულ მოღვაწეობასთან დაკავშირებულია ლანდშაფტის, როგორც ბუნებრივი წარმონაქმნების შესახებ პირველი დეფინიცია. მან ლანდშაფტი (1913 წ) განმარტა, როგორც ბუნებრივი საზღვრით შემოფარგლული კომპონენტების (რელიეფის, ჰავის, ნიადაგების, მცენარეულობის) ჰარმონიული შეთანხმება.

ინგლისელმა ე. ჯ. ჰერბერტონმა შეადგინა ხმელეთის ბუნებრივი დარაიონების პირველი სქემა (1905 წ.), რომელშიც გათვალისწინებული იყო ჰავის სივრცეობრივი ცვლილებები, ოროგრაფია და მცენარეული საფარი. 1921 წ. გერმანელმა ზ. პასარგემ წამოაყენა ბუნებრივი ლანდშაფტის ცნება. იგი ლანდშაფტს განიხილავდა, როგორც ბუნებრივ ერთიანობას, ყურადღებას აქცევდა მის შინაგან სტრუქტურას, შემადგენელი ნაწილების ურთიერთდამოკიდებულებასა და ბუნებრივი ლანდშაფტების კულტურულთან შეფარდებას. მომდევნო წლებში მანვე მოგვცა ლანდშაფტების კლასიფიკაცია და მათი მორფოლოგიური დანაწევრების მარტივი სქემა.

XIX ს-ში უკვე დამთავრდა დედამიწის ზედაპირის ძირითადი ტოპოგრაფიული შესწავლა. საუკუნის დასაწყისში ფ. ბელინგსჰაუზენისა და მ. ლაზარევის მიერ აღმოჩენილი იყო ანტარქტიდა. გაგრძელდა ოკეანეების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა. ყურადღების ქვეშაა ოკეანე-ხმელეთი-ატმოსფერო სისტემის ურთიერთობის რთული პროცესის კვლევა. ა. ჰუმბოლდტისა და ვ. დოუკუჩაევის იდეებიდან გამომდინარეობდა დედამიწის ზედაპირისპირა განსაკუთრებული ბუნებრივ-ისტორიული სინთეზური წარმოქმნის შესახებ წარმოდგენის ჩამოყალიბება. ამგვარი სისტემის შესახებ ზოგადი აზრი გამოთქმული იყო ფ. რიხტოფენის, პ. ბროუნოვის, რ. აბოლინის მიერ.



ა. გრიგორიევი (1883-1968)



ს. კალესნიკი (1910-1977)

XX ს-ის 30-იან წლებში გეოგრაფიული გარსის (სისტემის) შესახებ მოძღვრება შეიმუშავა აკად. ა. გრიგორიევმა, რომელსაც საფუძვლად დაედო, აგრეთვე, ვ. ვერნადსკის სწავლება ბიოსფეროს შესახებ. ა. გრიგორიევმა შემოიღო ფიზიკურ გეოგრაფიული პროცესის ცნება. იგი მოითხოვდა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ კვლევაში რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენებას. გეოგრაფიული გარსის შესახებ ა. გრიგორიევის მოძღვრება ახალი იდეებით იფასებოდა. ჩამოყალიბდა წარმოდგენები ამ სფეროს ჰორიზონტული და ვერტიკალური სტრუქტურების შესახებ, რომელთა შორისაა: სარტყლები და ზონები; ბუნებრივ-გეოგრაფიული და აქვალური კომპლექსები; სიმეტრია და დისიმეტრია; ზონალურობა და აზონალურობა; დინამიკა და განვითარება და ა.შ. ამ მხრივ, საკმაოდ მეცნიერული მიღწევები ჰქონდათ ლ. ბერგს, კ. მარკოვს, ს. კალესნიკს, ნ. სოლნცევს, ა. ისახენკოს. გასული საუკუნის 40-იან წლებში ს. კალესნიკის მიერ დადგინდა, რომ გეოგრაფიული გარსის აღნაგობა და განვითარებას სწავლობს გეოგრაფიის განსაკუთრებული დარგი - ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა.

XX ს შუა წლებში კლიმატოლოგიის, ჰიდროლოგიის, გეომორფოლოგიის, გლაციოლოგიის, ნიადაგმცოდნეობის, გეობოტანიკისა და სხვ. საკითხების თეორიულ დამუშავებასთან ერთად

სწრაფად იზრდებოდა ინტერესი ფიზიკურ და ეკონომიკური გეოგრაფიის პრობლემებისადმი, მათ შორის უმთავრესი - დარაიონების საკითხი იყო. გასული საუკუნის 30-იან წლებში, ფიზიკური გეოგრაფიის ძიება ძირითადად თეორიული მიმართულებით მიმდინარეობდა.

ვ. ობრუჩევა (ციმბირის ცენტრალური და შუა აზიის მკვლევარი) გამოიკვლია ლიოსის გენეზისი, ტექტონიკის ზოგადი საკითხები, ციმბირის ტექტონიკა, გამყინვარება, მუდმივი მზრალბა.

დარგობრივ გეოგრაფიულ დისციპლინებში მიღებულმა თეორიულ შედეგებმა ხელი შეუწყო როგორც ბუნებრივ, ისე სანარმო-გერიტორიული კომპლექსების შესწავლის სინთეზური მიდგომის განვითარებას. რადიაციული და სითბური ბალანსის (მ. ბუდიკო), ჰაერის მასების ცირკულაციის (ბ. ალისოვი, ე. რუბინშტეინი, ს. ხრომოვი), ატმოსფეროს ტენზიონის (ო. დროზდოვი) შესწავლაში მიღწეულ წარმატებებს მნიშვნელობა აქვს კლიმატოლოგიაში, ფიზიკური გეოგრაფიის ზოგადი თეორიაში. მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩატარდა სითბური რეჟიმის დანესტიანებისა და გამყინვარების მრავალწლიურ ცვალებადობის შესახებ. საფუძველი ჩაეყარა ოკეანის ფსკერის, ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო ზონის (ვ. ზენკოვიჩი, ო. ლეონტიევი) შესწავლას. ნათელია გეოგრაფიული მიდგომა ნიადაგების გენეზის, მათი კლასიფიკაციისა და კარტოგრაფირების, ლანდშაფტების გეოფიზიკურ-გეოქიმიური საფუძვლების (ბ. პოლინოვი, ა. პერელმანი) შესახებ.

ქართული გეოგრაფიული სკოლა. ქართველი ერი ადრე დაადგა ცივილიზაციის გზას და თავისი ხანგრძლივი ისტორიის მანძილზე მეტ-ნაკლებად ყოველთვის ახერხებდა კულტურულ ურთიერთობას სხვა ხალხებთან. საქართველო ხომ თავისი გეოგრაფიული მდებარეობით, ბუნების თავისებურებებითა და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებით იმდენად მრავალფეროვანია, რომ მათ შესწავლას დიდ ყურადღებას უთმობდნენ არა მარტო ქართველი სწავლულები, არამედ უცხო ქვეყნების მოგზაურ-მკვლევარებიც. ამ ასპექტების გათვალისწინებით ქართული გეოგრაფიული აზროვნება სათავეს უძველესი დროიდან იღებს, რაზედაც აშკარად მიგვითითებენ დღემდე შემორჩენილი მატერიალური კულტურის ძეგლები.

ქართული გეოგრაფიული ცოდნის განვითარება განპირობებული იყო ისტორიული წარსულის საზოგადოებრივი (საშინაო და საგარეო) მოვლენებით. ყოველ პოლიტიკურ, სამეურნეო და კულტურულ წარმატებასთან ერთად ვითარდებოდა მეცნიერების დარგები და, მათ შორის, გეოგრაფიული მეცნიერებაც. ქართველი გეოგრაფოსები და მოგზაურები სწავლობდნენ არა მარტო საქართველოს, არამედ მეზობელ ქვეყნებსაც, რითაც გარკვეული წვლილი შეჰქონდათ ძველი სამყაროს შესწავლის საქმეში.

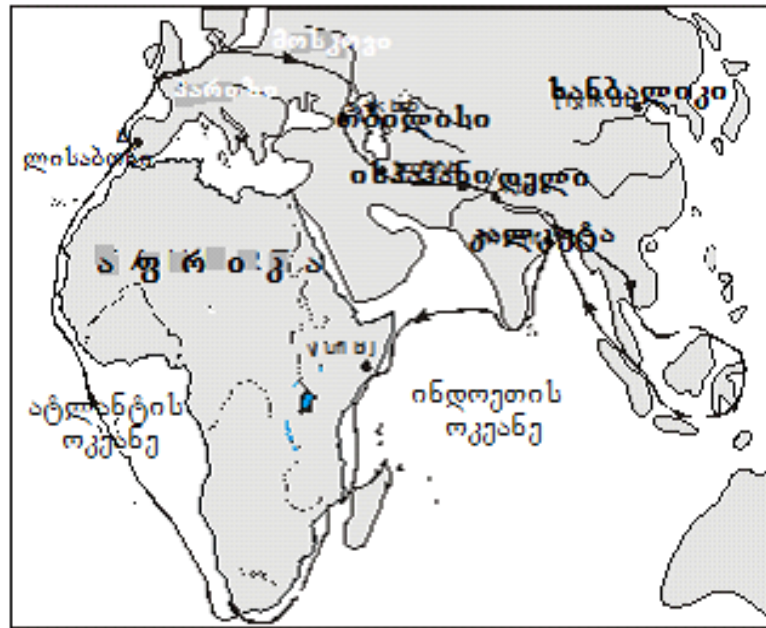
კაცობრიობის გეოგრაფიული ცოდნის ერთობლივ ევოლუციასთან ქართული გეოგრაფიული აზროვნების კავშირი შედარებით სუსტი იყო. ამის მიუხედავად, ქართული გეოგრაფიული ცოდნა საკმაოდ მაღალ დონეზე ყოფილა, რაზედაც მიუთითებენ უცხოელი ავტორები. აპოლონ როდოსელის (III ს. ჩვ. წ-მდე) ცნობით, კოლხებს თავიანთ მამა-პაპათგან შემონახული აქვთ ძველი კირბები (რუკები), რომლებზეც ნაჩვენებია ზღვის, ხმელეთის გზები და საზღვრები. ამიტომაც,

საქართველოს რიგი აგიოგრაფიული ხასიათის წერილობითი (მეხუთე საუკუნიდან) ძეგლები, რომლებშიც უხვადაა გეოგრაფიული ტერმინები და ცნობები - ძველი საქართველოს გეოგრაფიული ცოდნის მაღალ დონეზე მეტყველებს. ამავე პერიოდში, ყურადღება ექცევა გეოგრაფიულ ნაშრომთა თარგმანებს, რომლებიც ხელს უწყობდნენ გეოგრაფიული აზრის განვითარებას, ხოლო ქართველ მკითხველს საშუალებას აძლევდა გასცნობოდა უცხო ქვეყნებსა და ხალხებს.



ქართველ ისტორიკოსთა (ლენტი მროველი, ჯუანშერი, ჟამთაღმწერელი) თხზულებებში მოცემული გეოგრაფიული ცნობები ეხება როგორც საქართველოს, ისე სხვა ქვეყნებს. XIV ს-ის დასასრულს თემურ-ლენგის ტყვეობაში მოხვედრილმა ქართველმა - ეფრემმა მოინახულა ინდოეთი,

„სანელებელთა კუნძულები“ და შემოუარა აფრიკას (ნახ. II. 21). XVII საუკუნეში ნიკოლოზ ჩოლოყაშვილმა (ირბახმა) იმოგზაურა ევროპისა და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში.



ნახ. II.21. ევროპის მოგზაურობა. XIV ს



ნახ. II.22. სულხან-საბა ორბელიანის მოგზაურობა ევროპაში (1713-1716 წწ)

XVIII საუკუნე ქართული გეოგრაფიული აზროვნების აღმავლობის პერიოდად ითვლება. ამ პერიოდში განხორციელდა რამდენიმე შორეული მოგზაურობა: სულხან-საბა ორბელიანის ევროპაში (ნახ. II. 22), გიმოთე გაბაშვილის ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში, იონა გედევანიშვილის ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებსა და ევროპაში, რაფიელ დანიშვილის ინდოეთსა და ბირმაში (ნახ. II. 23).

ამ მოგზაურობათა შთაბეჭდილებები და უცხო ქვეყნების აღწერა ქართული კულტურის ძვირფას საგანძურს წარმოადგენს. დაიწერა საქართველოს ისტორია და გეოგრაფია (ბერი ეგნატაშვილი, ვახუშტი ბაგრატიონი). შედგა მკვერისპირა მხარეების (ვახტანგ მეექვსე), ხევის (ჯამასპი

ხერხეულიძე, გიორგი გედევანიშვილი), დასავლეთ საქართველოს (ტიმოთე გაბაშვილი) რუკები. პარიზში გამოიცა სულხან-საბა ორბელიანის მონაწილეობით შედგენილი კავკასიის რუკა (1723 წ.), შეიქმნა საქართველოსა და მისი ცალკეული მხარეების უნიკალური რუკები (ვახუშტი ბაგრატიონი).



ნახ. II.23. რაფიელ დანიშვილის მოგზაურობა



ვახუშტი ბაგრატიონი (1696-1758)

გამორჩეული ადგილი გეოგრაფიული აზროვნების ისტორიაში ვახუშტი ბაგრატიონის უკავია. იგი სამართლიანად ითვლება ქართული მეცნიერული გეოგრაფიის ფუძემდებლად. ვახუშტი ბაგრატიონმა XVIII საუკუნის I ნახევარში შექმნა იმ დროის ცივილიზებული სამყაროს მეცნიერების განვითარების დონეზე გეოგრაფიულ-კარტოგრაფიული ნაშრომები. მისი, ეს ნაშრომები მსოფლიო მეცნიერების საგანძურშია შესული. ვახუშტი ბაგრატიონის „საქართველოს გეოგრაფია“ პირველი ქართული წიგნია, რომელიც მოიცავს ქვეყნის ბუნებას, მოსახლეობას, ეკონომიკასა და სოციალურ-კულტურულ ცხოვრებას. ამ ნაშრომის პირველი შემდგომი მარი ბროსე იყო: „ამ გეოგრაფიის იმგვარივე მნიშვნელობა აქვს საქართველოსათვის, როგორც ჰომეროსის გეოგრაფიულ ნაშრომებს საბერძნეთისათვის“.

ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიულ-კარტოგრაფიულ ნაშრომებს დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა. პროფესორი ლევან მარუაშვილი მიუთითებდა: „ვახუშტი პირველი ქართველია, რომელმაც მიზნად დაისახა და კიდევაც გადაწყვიტა... საქართველოს ტერიტორიის გეოგრაფიული აღწერისა და კარტოგრაფიული გამოსახვის ამოცანა. ამ კეთილშობილური მიზნის მიღწევით მან სამუდამოდ დაიმკვიდრა თვალსაჩინო ადგილი გამოჩენილ ქართველთა შორის, ურყევი ძეგლი აუგო თავის ნიჭსა და პატივს“.

ვახუშტი ბაგრატიონის ნაშრომები შესანიშნავია ქვეყანათმცოდნეობითი ლიტერატურის ზოგადი განვითარების თვალსაზრისითაც. მან მოგვცა რთული ბუნებრივი პირობებისა და მჭიდრო

მოსახლეობის მქონე მთიანი ქვეყნის დეტალური აღწერილობა, რაც იმ დროისათვის იშვიათ მოვლენას წარმოადგენდა. მისი ნაშრომები საფუძველია კავკასიის გეოგრაფიული შესწავლის აღმავლობაში. ამ ნაშრომებით შესაძლებელია დადგინდეს ჩვენი ქვეყნის ბუნებრივი პირობების ცვლილებები ბოლო 300 წლის მანძილზე.



ვახუშტი ბაგრატიონი საგანთა და მოვლენათა სიმამრების გავრცელების პრინციპს თანმიმდევრულად ახორციელებს კლიმატური პირობების, ბუნებრივი და კულტურული მცენარეულობის, ცხოველთა სამყაროს მიმართ. ამით, იგი იმ მოაზროვნეთა თანაგარსკვლავებში შედის, რომლებმაც დიდი გერმანელი მეცნიერის ალექსანდრე ჰუმბოლდტის მიერ ვერტიკალური ზონალობის კანონის ჩამოყალიბებამდე, გაცილებით ადრე შენიშნეს და აღწერეს ეს მოვლენა, თუმცა არ ჩამოყალიბებიათ კანონზომიერების სახით.

XVIII ს. II ნახევარში კავკასიაში რუსეთის პოლიტიკურ-სამხედრო აქტიურობის შედეგად ბუნებრივი პირობების კვლევა უფრო ინტენსიური გახდა, რაშიც წამყვანი როლი რუსებსა (ნ. იაზიკოვი, ს. ბურნაშევი) და რუსეთის სამსახურში მყოფ უცხოელებს (ი. გიულდენშტედტი, ი. რაინეკსი, ფ. ბიბერშტაინი) ეკუთვნის.

XIX ს-დან საქართველოში, გეოგრაფიული კვლევის, ახალი პერიოდი დაიწყო. იგი ხასიათდება საკმაოდ ინტენსიური, მაგრამ ეპოზოდური გამოკვლევებით. ამ დროს, საფუძველი ჩაეყარა კავკასიის გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიულ შესწავლას. ამასთან, გრძელდებოდა ქვეყნის შესწავლა, რომელსაც ძირითადად უცხოელები აწარმოებდნენ (პ. კლაპროთი, დიუბუა დე მონპერე, კ. კოხი, ფ. გამბა, ხ. სტენი, ე. ლენცი, კ. მაიერი, ა. სოკოლოვი).

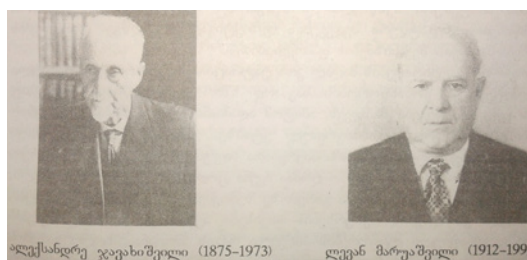
რათიელ დანიბეგაშვილმა, გააგრძელა მოგზაურობა (XIX ს-ის დასაწყისი) ინდოეთსა და ბირმაში. მესამე მოგზაურობის შემდეგ მოსკოვში დაიბეჭდა (1815 წ) მისი წიგნი მოგზაურობათა

შთაბეჭდილებების შესახებ. იოანე ბატონიშვილმა 1828 წელს დაასრულა ენციკლოპედიური ხასიათის ნაშრომი, რომელშიც არაერთი გეოგრაფიული საკითხია განხილული. გიორგი ავალიშვილმა იმოგზაურა (1818-1820 წწ) ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებსა და ეგვიპტეში, თეიმურაზ ბაგრატიონმა და გრიგოლ ბატონიშვილმა კი ევროპის ქვეყნებში, ა. დადუშქელიანმა კორეასა და შორეული აღმოსავლეთის ქვეყნებში.

საქართველოში გეოგრაფიულმა კვლევამ სისტემატური (XIX საუკუნის 50-იანი წლებიდან) ხასიათი მიიღო. თბილისში შეიქმნა საკვლევი დაწესებულებები და თანდათან იქცა კავკასიის გეოგრაფიული შესწავლის მთავარ კერად. რუსეთის გეოგრაფიული საზოგადოების კავკასიის განყოფილებაში ნაყოფიერად მუშაობდნენ რაფაელ ერისთავი, ალექსანდრე ხახანაშვილი, მოსე ჯანაშვილი და სხვ. ამ განყოფილების მიერ გამოცემული შრომების სამ ათეულზე მეტ ტომს დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მეცნიერული ღირებულება.

XIX-XX სს. მიჯნაზე საქართველოს ბუნებრივი პირობებისა და რესურსების შესწავლაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს ჰერმან აბიხმა (კავკასიის სამთო სამმართველოს დამაარსებელი) და გუსტავ რადემ (კავკასიის მუზეუმის დამაარსებელი). გაძლიერდა გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიული (ი. ხოდკო, ი. სტეპნიცკი, გ. ქავთარაძე), გეომორფოლოგიური (ვ. ლისოვსკი, ვ. თელიშოვი, ა. რეინჰარდი, ა. კრუბერი, ე. მარტელი), ჰიდროლოგიური (ვ. პოდობინსკი, მ. გერსევანოვი, ლ. ბერგი), კლიმატოლოგიური (ა. ციმერმანი, ა. ვოეიკოვი, ი. ფიგუროვსკი) სამუშაოთა წარმოება.

1918 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დაარსება მნიშვნელოვანი ნიშანსვეტი იყო, რითაც საფუძველი ჩაეყარა ეროვნული კადრებისა და სამეცნიერო კვლევით მუშაობის თვართოდ გაშლას. უკვე 1920 წელს უნივერსიტეტში ჩამოყალიბდა ზოგადი გეოგრაფიისა და ანთროპოლოგიის კათედრა - გეოგრაფიული მეცნიერების პირველი კერა საქართველოში. აქ მოღვაწეობდა დიდი მეცნიერი და გეოგრაფიული მეცნიერების დაწესებულებათა ჩამოყალიბების ორგანიზატორი - აკადემიკოსი ალექსანდრე ჯავახიშვილი. მისი ინიციატივითა და მცდელობით დაარსდა საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოება (1924 წ), კარტოგრაფიის ინსტიტუტი (1924 წ), გეოგრაფიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (1933 წ), ქუთაისის, ბათუმის, სოხუმის, გორისა და სხვ. უმაღლესი სასწავლებლების გეოგრაფიის კათედრები. ამავე პერიოდში მოღვაწეობდნენ პროფესორები გიორგი გეხტმანი და ბესარიონ ყავრიშვილი. შემდგომ ქართულ გეოგრაფიულ სკოლას შეემატა საქვეყნოდ ცნობილი მეცნიერები: აკადემიკოსი თეოდანე დავითაია, პროფესორები - ლევან მარუაშვილი, გიორგი გველესიანი, ლევ ვლადიმეროვი, ალექსანდრე ასლანიკაშვილი ვახტანგ ჯაოშვილი და სხვ.



ალექსანდრე ჯავახიშვილი (1875-1973)

ლევან მარუაშვილი (1912-1992)

XX ს. 60-იან წლებში აკადემიკოსმა თეოდანე დავითაიამ განახორციელა გლობალური გამოკვლევები, რომლებიც მოიცავდა გარემოს დაცვისა და გარდაქმნის პრობლემას, ზოგადი და სასოფლო-სამეურნეო კლიმატოლოგიის, აგრომეტეოროლოგიის, ამინდის არახელსაყრელ პირობებთან (გვალვა, ხორშაკი, წაყინვები) ბრძოლის მეთოდების თეორიულ დასაბუთებას, აგროკლიმატურ დარაიონებას, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გავლენას კლიმატის შეცვლაზე და მის ცვლილებებს, სეგეცასა და მისი წარმოშობის პირობებს, აგროსფეროს გაჭუჭყიანების პრობლემასა და სხვ. სწორედ, აკად. თეოდანე დავითაიას საქართველოში მოღვაწეობის პერიოდში საქართველოს გეოგრაფიის ინსტიტუტი გადაიქცა მთიანი ქვეყნების გეოგრაფიული შესწავლის მოთავე სამეცნიერო დაწესებულებად. მსოფლიო გეოგრაფიული მეცნიერების წინსვლაში დიდი როლი შეასრულა პროფესორმა ლევან მარუაშვილმა, რომელმაც მდიდარი სამეცნიერო ლიტერატურა დატოვა ბუნების კვლევის საკითხებზე. საკმარისია დავასახელოთ მისი „საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია“ ორ ტომად, „კავკასიის ფიზიკური გეოგრაფია“ სამ ტომად, „მღვიმეთმცოდნეობის საფუძვლები“, „პალეოგეოგრაფიული ლექსიკონი“, „დედამიწა და კაცობრიობა ვეფხისტყაოსანში“, კოლექტიური მონოგრაფიები „საქართველოს გეომორფოლოგია“, „საქართველო ანთროპოგენში“ და სხვ.

გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების თანამედროვე პრობლემები. XX და XXI საუკუნეთა მიჯნა - გეოგრაფიული მეცნიერების შეცნობის თვისებრივად ახალი ეტაპია. თანამედროვე ეპოქაში გეოგრაფიული მეცნიერების წინაშე დგას კაცობრიობის უმნიშვნელოვანესი პრობლემები. მათ შორისაა: 1. მეცნიერების უშუალო საწარმოო ძალად გადაქცევა; 2. ენერგიის პოტენციურად განუსაზღვრელი (ატომური, ბირთვული), ეკოლოგიურად უსაფრთხო (ჰელიო და ქარის ენერგეტიკა), მცირეწარმოების (ბიოგაზის დანადგარები, წყალბადის ენერგეტიკა), სრულყოფილი ტექნოლოგიების შექმნა და პრაქტიკაში დანერგვა; 3. დედამიწის ბუნებრივი რესურსების კოსმოსიდან ღისტანციური კვლევის მიღწევა; 4. მეცნიერებათა ურთიერთდამოკიდებულებების ზრდა, რთული სისტემების კომპლექსური კვლევებისა და გეოგრაფიული გარსის კოსმოსური მეთოდებით შესწავლის მიღწევა; 5. ადამიანთა საზოგადოების ცივილიზაციათა ურთიერთდაახლოების შედეგად გეოგრაფიული მეცნიერული პროგრესის დაჩქარება და გარემოს ობიექტების დაცვაში გეოგრაფიული მეთოდების დანერგვა; 6. საზოგადოების სამეურნეო ნეგატიური პრაქტიკის შედეგად გამძაფრებული გეო-ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება, რაციონალური რესურსათათვისებისა და რაციონალური ბუნებათსარგებლობის მიღწევა; 7. გააქტიურებული სტიქიურ-კატასტროფული მოვლენების სისტემური შესწავლა და ბუნებრივი პროცესების მსვლელობათა გათვალისწინებით, ნეგატიური შედეგების დეზაქტივაციის მიღწევა პროცესების რეგულირება-მართვის მექანიზმების გამოყენებით.

ეკოლოგიური დატვირთვების მაღალ კონცენტრაციას გეოგრაფიული გარემოს ბუნებრივი წონასწორობის საკმაოდ ხშირ დარღვევამდე მიყვავართ, რომელსაც კატასტროფული შედეგები მოსდევს. ამიტომ, ადამიანი-ბუნების ურთიერთმოქმედების თანამედროვე გამძაფრებულ ეტაპზე, გარემომცველი ბუნებრივი კომპლექსების განვითარების კანონზომიერებათა საფუძვლიანი ცოდნა

სწორედ, რომ დროის მოთხოვნაა. რაც უფრო ღრმაა ჩვენი ცოდნა, მით უფრო შეგნებული, დასაბუთებული და საიმედო იქნება გარემოზე ზემოქმედების გზები და მეთოდები, უფრო სრულყოფილი ბუნების რესურსების ათვისება. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივი გარემოსთვის შესწავლა - გეოგრაფიული მეცნიერების პირველი რიგის ამოცანაა, ხოლო გარემოს აღდგენა და დაცვა - ზოგადსახელმწიფოებრივი პრობლემაა. ამ მხრივ, გეოგრაფიული მეცნიერების წინაშე დასმული ახალი ამოცანების გადაწყვეტა მოითხოვს ბუნებრივი მოვლენების შესახებ ინფორმაციის მიღების მეთოდებისა და დამუშავების პრინციპების სრულყოფას, თეორიული განზოგადოებისა და პროგნოზირების მიდგომების კონსტრუქციულ გაუმჯობესებას.

გეოგრაფიული გარსის სრულყოფილი შესწავლის მიზნით გეოგრაფიული მეცნიერება უკვე იყენებს ექსპერიმენტებისა და მოდელირების მეთოდებს. გეოგრაფიულ ობიექტებზე უშუალო დაკვირვების ჩატარებასთან ერთად ეს მეთოდები კვლევის საკმაოდ აქტიური ხერხია, რომელიც გამოსაკვლევი პროცესის ქცევის გარე ფაქტორების ზემოქმედების ფართო მოცულობაში ნათელ წარმოდგენას იძლევა. გეოგრაფიული ობიექტებისა და პროცესების მოდელის - ანალოგების (ეროზიული ღარები, ზღვის სანაპიროები) გამოყენებით შესაძლებელია რაიმე მასშტაბში შემცირებული სურათის მიღება, რომლის ნატურაში გადატანა რეალური სინამდვილის აღქმას იძლევა. მოდელები ნათლად ასახავენ რეალური ობიექტების ნიშნებს, განსაზღვრავენ მათი სტრუქტურისა და ფუნქციონირების მთავარ პარამეტრებს.

დიდი ცვლილებებია მეცნიერული გეოგრაფიული ლოგიკის თვალსაზრისით. გეოგრაფიული ენა გამდიდრდა ცნებებისა და ტერმინების ერთობლიობით, მათი ხმარების ხერხებით, აღწერის (გრაფიკული და სიმბოლოები) საშუალებებით და თეორიული განზოგადოებით. თანამედროვე გეოგრაფიას გააჩნია ლოგიკურ მტკიცებულებათა მიზანმიმართული გამოყენება, ცნებების მკვეთრი დეფინიცია. საკმაოდ პერსპექტიული გამოდგა მათემატიკური ენის გამოყენება. უკვე 40 წელია გეოგრაფია „რაოდენობრივ“ რეველუციას განიცდის. გეოგრაფიულ გამოკვლევებში აქტიურად იწერება მათემატიკური მეთოდები, კომპიუტერული ტექნიკა. ამ უკანასკნელის გამოყენებით ადვილია გეოგრაფიული ინფორმაციის ფიქსაციის ერთიანი სისტემის შექმნა, მისი დამუშავება და განზოგადოება.

გრძელდება კარტოგრაფიული ენის სრულყოფა. რუკები - გეოგრაფიული ფაქტებისა და კანონზომიერებების გრაფიკული გამოსახვის საშუალებაა. კვლევის კარტოგრაფიული მეთოდი დედამიწის ზედაპირის ბუნების შესახებ ცოდნის მიღების რეალური საშუალებაა. იგი ერთიან მთლიანობაში ასახავს მთელ გეოგრაფიულ გარსს. კარტოგრაფიული პროექციის მეშვეობით შესაძლებელია არა მარტო თვისებრივი შედარებით-გეოგრაფიული ნიშნების მიღება, არამედ რაოდენობრივი პარამეტრების გამოთვლა და სივრცე-დროითი ინტერპრეტაცია. გეოგრაფიული ობიექტების (დედამიწის ტოპოგრაფიის) მოცულობითი ნიშნებისა და მათი არა პირობითი, არამედ სინამდვილის ასახვის მიზნით (დ. ტაბიძე) მუშავდება ცალკეული რეგიონების (კავკასია, კამჩატკა, ან საქართველოს) ფიზიოგრაფიული მოდელები.

გეოგრაფიული ინფორმაციის დაგროვებისა და დამუშავების მიღებული ძველი ინტექციური და დედუქციური მეთოდები. ამავე დროს, ადგილი აქვს პოსტულატების, ან კიდევ, იდეალური ობიექტების (მოდელების) ცნებების შემოღებას. იდეალური ობიექტები ცნობილია მათემატიკასა და ფიზიკაში (ხაზები, სიბრტყეები, იდეალური აირი და სხვ.). ისინი ბუნებაში არ არსებობენ და მხოლოდ რეალური მოვლენების პირველხარისხის წარმოდგენენ. თუმცა, ამ იდეალურ ობიექტებთან მოქმედებით გახდა ჩვენი გარემომცველი სამყაროს კანონების დადგენა. მეცნიერული კანონები მხოლოდ იდეალურ ობიექტებს მიესადაგება. რეალური მოვლენების ყველა თვისებას ვერც ერთი კანონი ვერ აღწერს. ჩვენ შემთხვევაში იდეალურ ობიექტს დედამიწის სფერო, ბრუნვის ელიფსოიდი, გეოიდი ან კიდევ სოლარული ჰავა (დედამიწის თეორიულად შესაძლებელი კლიმატი, განპირობებული მხოლოდ მზის რადიაციით), იდეალური კონტინენტი ან გეოსისტემა და სხვ. წარმოადგენს.

გეოგრაფიის სწრაფი პროგრესი ვერ მოხდებოდა მეცნიერული შეცნობის მეთოდოლოგიური საფუძვლების ღრმა ათვისების გარეშე. მეთოდოლოგია - მოძღვრება მეცნიერული საქმიანობის მეთოდებისა და საშუალებების, სტრუქტურისა და ლოგიკური ორგანიზაციის შესახებ. იგი შემუშავების პროცესის ორგანიზაციაში გვეხმარება, განსაზღვრავს დასახული პრობლემების გადამწყვეტის გზებს. მეცნიერული შემუშავების ყველაზე უფრო ადეკვატური ბაზა მიზნ-შედეგობრივი ფილოსოფიური კავშირების გეოგრაფიული გააზრებაა. ბუნების კანონების შეცნობაში დიალექტიკური მიდგომა გეოგრაფიული აზროვნებისათვის ორიენტირს წარმოადგენს, ეხმარება ბუნების მოვლენების სინამდვილის ფუნდამენტურ ახსნასა და გარემოს განვითარების ტენდენციის განსაზღვრაში. ამ მხრივ, გეოგრაფიული მეცნიერების გვერდითაა საბუნებისმეტყველო (ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია, გეოლოგია) დარგები.

დედამიწის მოძვლების საგნის აღქმაში მეთოდოლოგიური მნიშვნელობისაა ვ. ვერნადსკის მიერ შემუშავებული კონცეფცია ცოცხალი ორგანიზმების როლის შესახებ დედამიწის ზედაპირის ბუნების გარდაქმნის შესახებ. მართლაც, გეოგრაფიული გარსის იერსახე ცოცხალი ორგანიზმების მიერ სრულიად გარდაქმნილია. ამ მხრივ, პირველადი სახე შენარჩუნებული აქვს უსიცოცხლო მარსის, ვენერას ან მერკურის ზედაპირებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ამავე დროს, სისტემის ელემენტების მნიშვნელობა განისაზღვრება არა მარტო მასით (ორგანიზმების მასა დედამიწაზე ყველაზე მცირეა), არამედ მათი აქტიურობითა და სისტემის სტრუქტურაში დაკავებული ადგილით.

გეოგრაფიული გარსის შესწავლა შეუძლებელია სისტემური მიდგომის გარეშე. ამ შემთხვევაში, გეოგრაფიული ობიექტი განიხილება როგორც ურთიერთმოქმედი და ურთიერთდაკავშირებული ელემენტების ერთობლიობა. სისტემური ანალიზის მეთოდები გამოიყენება გეოგრაფიული გარსის შესწავლისას, რადგან ეს უკანასკნელი თვით წარმოადგენს ერთიან-მთლიან ორგანიზმულ სისტემას. ცხადია, რომ გეოგრაფიული გარსის მაღალი რანგის კომპონენტები (ატმოსფერო, ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ბიოსფერო) სისტემური ხასიათის მაგარებელია. სისტემური ნიშნებისაა თითოეული მათგანის ან მათ შორის არსებული დაბალი რანგის ელემენტები: სანაპირო ზონა, მყინვარი, ნიადაგი, მცენარეულობა და სხვ. ყოველი მათგანის კვლევა სისტემური მიდგომას მოითხოვს.

სულ უფრო ფართო გამოყენება აქვს კოსმოსური დედამიწისმცოდნეობის მეთოდებს. ამ მხრივ, უნდა აღინიშნოს კოსმოსური აგეგმვის შემდეგი სახეები: ფოტოგრაფიული, ფოტოელექტრული, სპექტრალური, სპექტრომონალური, გეოფიზიკური და ა.შ. ამ სურათებით შესაძლებელი გახდა გეოგრაფიული გარსის აგებულების შესახებ დეტალური ინფორმაციის მიღება. ასე, მაგალითად, კოსმოსური დაკვირვებებით უფრო ნათელი ხდება ატმოსფეროს ცირკულაციის სქემა, ოკეანური დინებები, მინის ქერქის ლინეამენტები (რღვევები), წრიული სტრუქტურები (ასტრობლეტები), რომელთა წარმოშობის ერთ-ერთი მიზეზი დედამიწაზე მეტეორიტების (კომეტების) ჩამოვარდნას უკავშირდება. კოსმოსიდან დაკვირვება ოკეანური წრიული დინებების არსებობა და აპელინგის (ღრმა წყლის მასის ზედაპირზე ამოსვლა) მოვლენა და ა.შ.

დიდი გეოგრაფიული პრობლემების გადაწყვეტა ცალკეული ქვეყნების ძალ-ღონეს აღემატება. თანამედროვე გეოგრაფიული წარმავებული კვლევების საფუძველი კომპლექსურობასთან ერთად, ფართო საერთაშორისო მეცნიერული თანამშრომლობაცაა. ამ მხრივ, თავის ძალისხმევას არ იშურებენ მსოფლიოს ძლიერ განვითარებული ქვეყნები: აშშ, ინგლისი, საფრანგეთი, იაპონია. რიგი ქვეყნების ძალისხმევა მიმართულია რეგიონული პრობლემების გადასაჭრელად. აღსანიშნავია შავი ზღვის ალიანსის, ნატოს, ევროკავშირის, ეუთოს მიერ ერთობლივი პროგრამების შემუშავება რეგიონების ეკონომიკის, ეკოლოგიის, სოციალური და სხვ. პრობლემების გადაჭრის საქმეში.

გეოგრაფიული გარსის კვლევათა მთელი კომპლექსის გამოყენებამ გაამდიდრა ჩვენი ცოდნა ბუნებრივი პროცესების შესახებ, განავითარა გეოგრაფიული მეცნიერების თეორია, მოახდინა გარსის (სისტემის) სტრუქტურისა და დინამიკის მართვის კანონების შეცნობა. ყოველივე ამან გეოგრაფიული მეცნიერება ახალ, უფრო მაღალ საფეხურზე აიყვანა. მას უკვე შეუძლია თავის წინაშე დასვას გეოგრაფიული მოვლენების, პროგნოზირებისა და რესურსების რაციონალური ათვისების ბუნებრივი პროცესების გონივრული რეგულირება-მართვის ამოცანები და მოახდინოს მათი რეალური გადაწყვეტა.

დასკვნები

1. გეოგრაფიული ცოდნის საწყისი უძველესი პერიოდიდან იწყება. ამის ნათელი დადასტურებაა ძველი გეოგრაფიული აღწერილობისა და კარტოგრაფიული მასალები. მათში ქვეყნის ბუნების, მოსახლეობისა და მისი საქმიანობის აღწერაა მოცემული. ამ მხრივ, საყურადღებოა ძველი ხალხების - ფინიკიელი, ასურელ-ბაბილონელი, ბერძენი, ეგვიპტელი სწავლულების გეოგრაფიული ცნობები თავიანთი და მეზობელი ქვეყნების შესახებ. ამის მიუხედავად, ძველი ცივილიზაციის ქვეყნებმა ვერ შეძლო მეცნიერული გეოგრაფიის შექმნა.

2. ანტიკურ პერიოდში დიდ წარმატებებს გეოგრაფიის დარგში მიაღწიეს მთელმა რიგმა სწავლულებმა, მწერლებმა და ბუნებისმცოდნეებმა, რომლებმაც გამოიკვლიეს მათთვის ცნობილი სამყარო. კერძოდ, მოახდინეს იმ დროში ცნობილი ქვეყნების აღწერა და რუკების შედგენა. გაჩნდა მოსაზრება დედამიწის ფორმის შესახებ, რომ დედამიწა წარმოადგენს დისკოს ფორმას, რომელსაც გარს აკრავს მდინარე-ოკეანე და დედამიწა ჰორიზონტალური დიამეტრით ორ თანაბარ ნაწილად იყოფა. გამოიკვლიეს ევროპის, აზიის, აფრიკის დიდი ნაწილი, მათ შორის კავკასია და, კერძოდ, საქართველო.

3. აღრეულ და განვითარებულ შუა საუკუნეებში გეოგრაფიული შესწავლილობის არეალმა აზიაში გადაინაცვლა, რასაც ადასტურებს ჩინელების, არაბების, სპარსელების, შუა აზიის ხალხების მიერ შექმნილი ქვეყანათმცოდნეობითი შინაარსის მრავალი ნაწარმოები.

4. XII-XIV სს-ში შორეული აღმოსავლეთის ქვეყნებში (ჩინეთი, მონღოლეთი და სხვ) მოგზაურობდნენ ევროპელი (ვენეციელი, გენუელი და სხვ.) ვაჭრები, დიპლომატები (რუბრუკისი, პლანო კარპინი, მარკო პოლო და სხვ.), რომლებმაც დაწვრილებით აღწერეს განვლილი გზები და ქალაქები. XIV ს-ში უკვე დაიწყო კომპასის გამოყენებით შორეული ნაოსნობა, რის მიხედვით შეიქმნა განსაკუთრებული სახეობის საზღვაო რუკები - პორტულანები.

5. XV ს-ის შუა წლებიდან იწყება მოსამზადებელი წინა პერიოდი დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების განსახორციელებლად. დაიწყო ინდოეთში ზღვით მიმავალი მარშრუტის ძიება. გამოითქვა მოსაზრება აფრიკის შემოვლით ამ მარშრუტის განხორციელების შესახებ. მრავალმა მოგზაურმა და მეზღვაურმა დაზვერვითი სამუშაოებში მიიღო მონაწილეობა, რითაც საფუძველი ჩაეყარა უფრო დიდ, გრანდიოზულ და მასშტაბურ მოგზაურობებსა და აღმოჩენებს.

6. XV ს-ის მიწურულს დასავლეთ ევროპის ხალხთა ისტორიაში დაიწყო განსაკუთრებული ეტაპი, რომელიც დიდ გეოგრაფიულ მოგზაურობათა და აღმოჩენათა პერიოდის სახელთანაა ცნობილი. კერძოდ, პირველად გადასერეს (კოლუმბი) ატლანტის ოკეანე და აღმოაჩინეს ახალი კონტინენტი - ამერიკა. დაადგინეს (ვასკო და გამა) ინდოეთისაკენ მიმავალი საზღვაო გზა. განხორციელდა (მაგელანი) დედამიწის გარშემო პირველი სანაოსნო ესპედიცია. ამდენად, მცირე დროის მანძილზე განხორციელდა ფართო გეოგრაფიული აღმოჩენები.

7. XVII-XVIII სს-ში განხორციელდა აღმოჩენები რუსი მოგზაურების მიერ. მათ შორისაა, ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის თითქმის მთელი აზიური სანაპიროს გამოკვლევა, მთელი რიგი ექსპედიციები და ლაშქრობები ციმბირში, რითაც საფუძველი ჩაეყარა ციმბირის სისტემატურ შესწავლას. ამავე პერიოდში ჰოლანდიელი მოგზაურები ჩავიდნენ ავსტრალიაში და გამოიკვლიეს ის. ინგლისელმა და ჰოლანდიელმა შეისწავლეს ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის გზები - ევროპისა და ამერიკის ჩრდილო ნაწილები. XVIII ს-ის ბოლოდან დიდი გამოკვლევები ჩატარდა ცალკეული კონტინენტების შიგა ნაწილების მეცნიერული შესწავლის მიზნით.

8. XIX ს-ში და, განსაკუთრებით, XX ს-ში გეოგრაფიული მეცნიერება არნახულად განვითარდა. დარგობრივი გეოგრაფიული დისციპლინების თეორიულმა გამოკვლევებმა ხელი შეუწყო გეოგრაფიული კომპლექსების შესწავლისადმი სინთეზური მიდგომის განვითარებას.

9. ქართული გეოგრაფიული ცოდნის განვითარება უძველეს პერიოდს მიეკუთვნება. განსაკუთრებით აღმავლობა განიცადა XVIII ს-ში, ამ პერიოდში თვალსაჩინო წარმომადგენელია ვახუშტი ბაგრატიონი, რომელმაც დეტალურად აწერა საქართველოსა და მთელი კავკასიის გეოგრაფიული მდგომარეობა, შეადგინა დანვრისლებითი რუკები. ამავე პერიოდში ჩატარდა რიგი მოგზაურობები (სულხან-საბა ორბელიანი, გიორგი გაბაშვილი, იონა გედევანიშვილი, რაფიელ დანიეგაშვილი), რომელთა სამოგზაურო შთაბეჭდილებები ეროვნული კულტურის საგანძურშია შესული. XX ს-ში კი ქართული გეოგრაფიული სკოლა მჭიდროდ იყო დაკავშირებული მსოფლიო გეოგრაფიულ გამოკვლევებთან.

თავი III. დედამინის პლანეტარული თავისებურებანი

მოკლე შინაარსი: ზოგადი ცნობები. დედამინის ფორმა და ზომები. გრაფიკაცია. სასაათო ზოლები. დედამინის გარშემოვლა მზის ირგვლივ. წელიწადის დროები - სეზონები. წელთაღრიცხვა და კალენდარი. გეოგრაფიული სივრცე. დასკვნები.

ზოგადი ცნობები. სამყაროს უკიდურეს სივრცეში მოქცეული მზის სისტემა, სამყაროსთან შედარებით, უმნიშვნელო სიდიდის მცერის მარცვლად (თავი I) შეიძლება წარმოვიდგინოთ. ასევე, ძალზე მცირეა დედამინა მზის სისტემის რადიუსის სიდიდესთან შედარებით. თუმცა, ჩვენ მიჩვეულნი ვართ სიდიდეებს, რომლებიც ბუნების ელემენტების (ბორცვები, მთები, ვაკეები, ხეობები) ზომების თანაფარდია. ცხადია, ამ ზომებთან შედარებით დედამინა უზარმაზარი სხეულია. დედამინის პლანეტარული თავისებურებები შეისწავლება სხვადასხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა დარგების (ფიზიკა, ქიმია, გეოლოგია, გეოდეზია) მიერ. ამ თავისებურებათა დიდ ნაწილს დიდი გეოგრაფიული მნიშვნელობა ენიჭება. მათ შორისაა, დედამინის ფორმისა და ზომების, მასისა და გრაფიკაციის, აღნაგობისა და მაგნიტიზმის, მოძრაობებისა და სხვა ნიშან-თვისებების სრულფასოვანი აღქმა, რომლის ერთიანი და სისტემური ანალიზი, თვით გეოგრაფიული გარსის წარმოშობის გზებისა და განვითარების პირობების, აგრეთვე, მისი თანამედროვე სტრუქტურული მდგომარეობისა და მომავალი ცვლილებების ნათელი წარმოდგენის საფუძველი და წინაპირობაა.

დედამინის პლანეტარული თავისებურებების შესწავლა, კიდევ ერთი, მნიშვნელოვანი დებულების დამტკიცების საშუალებას იძლევა: მზის სისტემისა, პლანეტებისა და სხვა სხეულების ფიზიკურ-ქიმიური თავისებურებათა დედამინასთან შედარებით ირკვევა, თუ რა საერთო და განსხვავებული ნიშან-თვისებები გააჩნიათ მათ. ეს კი სამყაროს სივრცის სხეულების ერთიანობასა და მთლიანობაზე, მათი საყოველთაო ერთგვაროვნებასა და თავისებურებათა განუსხვავებულობაზე მიუთითებს. ორივე შემთხვევაში, სახეზეა დედამინის პლანეტარული თავისებურებების გეოგრაფიული ინტერპრეტაციის სრული აუცილებლობა.

დედამინის ფორმა და ზომები. დედამინის ფორმის განსაზღვრისას მხედველობაში არ არის მიღებული მისი გეოგრაფიული ზედაპირის უსწორმასწორობანი – რელიეფის პლანეტარული თუ სხვ. მსხვილი ფორმები: კონტინენტები და ოკეანეები, მაღალი მთიანეთები და ღრმა ხეობები. რელიეფის ამ ფორმების პარამეტრები, დედამინის რადიუსთან შედარებით, უმნიშვნელოდ მცირეა და დედამინის ფიგურის განსაზღვრისას მხედველობაში არ მიიღება.

კაცობრიობის ისტორიის ათასწლეულების მანძილზე, ცივილიზაციის განვითარებასთან ერთად, შეხედულება დედამინის ფორმის შესახებ თანდათანობით იცვლებოდა. ამ პრობლემის შესაბამისი მსოფლმხედველობრივი პროგრესი საერთო მეცნიერული და, კერძოდ, გეოგრაფიულ-გეოდეზიური

ცოდნის განვითარებასთან ერთად სულ უფრო განუხრელად ყალიბდებოდა, რომელთა საწყისები ძველი ეგვიპტის, ბაბილონის, ასურეთისა და ჩინეთის ცივილიზაციებშია დაფიქსირებული.

თავდაპირველად, დედამიწას ბრტყელი ან ოდნავ ამოზრცული ზედაპირის მქონე სხეულად მიიჩნევდნენ. ძვ. წ. VI ს-ში, ძველ საბერძნეთში, პითაგორას მოწაფეების მიერ, პირველად გამოითქვა აზრი დედამიწის სფეროსებურობის შესახებ. მათ მიერვე, გამოინახა კიდევაც მისი დამამტკიცებელი ფაქტები. მათ შორის აღსანიშნავია:

1. მთვარის ზედაპირზე დედამიწის ლანდის (ჩრდილის) რკალური კონტურის (მთვარის დაბნელება) არსებობა მხოლოდ სფერული სხეულის (დედამიწის) ანარეკლს თუ შეუძლია;
2. ხილული ჰორიზონტის გაფართოება დამკვირვებელის სიმაღლის ზრდასთან (ცხრილი III.1) ერთად;
3. ცის თაღზე მნათობების მდებარეობის (ჰორიზონტთან შედარებით) ცვლილება დამკვირვებლის ეკვატორიდან პოლუსისაკენ, ან პირიქით – პოლუსიდან ეკვატორისაკენ, გადაადგილების შემთხვევაში;
4. დედამიწის სფეროსებურებაზე მიუთითებს ის ფაქტი, რომ ზღვის ნაპირზე მდგომი დამკვირვებლის მიმართ, გემის მოახლოვებისას, ჯერ გამოჩნდება მისი ანძა, მერე კი კორპუსი. მოვლენა პირიქითაა, როცა გემი თანდათან შორდება იმავე დამკვირვებელს: თავდაპირველად ზღვაში „იძირება“ გემის კორპუსი, ხოლო შემდეგ – ანძა.

ამრიგად, ანტიკურ ეპოქაში დაგროვილი ცოდნა დედამიწის სფეროსებური ფორმის დამამტკიცებელ უცყუარ ფაქტებს იძლეოდა. დღეს, დედამიწის სფეროსებურებას ადამიანი უშუალოდ ხედავს ხელოვნური თანამგზავრებიდან. ანტიკურ ხანაში, ან კიდევ უფრო ადრე, ეს სრულიად დაუტყერებელი და წარმოუდგენელი ჩანდა. თუმცა, დედამიწის მრგვალი ფორმის იდეამ შესაძლებელი გახადა მისი სიდიდის გაზომვა. ამ თვალსაზრისით, სფერულ გეომეტრიულ სხეულს მეტად უნივერსალური თვისება გააჩნია: მისი ყოველი, თუმცა, მცირე ნაწილი მთლიანი სფერული ფიგურის აღსადგენად – სრულიად საკმარისია. ამასთან, რაც უფრო დიდია სფერო, მით უფრო გაშლილია მისი ზედაპირი და მცირეა სიმრუდე. ამ პარამეტრების გაზომვა კი დიდი წრის რადიუსით ხდება და არ არის დამოკიდებული ამ წრის ნაწილის (რკალის) სიგრძეზე.

დედამიწის რადიუსის სიგრძე, ძვ. წ. III ს-ის სწავლულმა და მოაზროვნემ – ერაგოსთენემ გამოთვალა. მან იცოდა, რომ ეგვიპტის ქალაქები – ალექსანდრია და სიენი (ამჟამად, ასუანი) ერთ მერიდიანზე (ნახ. III.1) მდებარეობენ. ამიტომ, მათ შორის მანძილი დიდი წრის რკალს წარმოადგენდა, რომელიც მანვე პრიმიტიული ხერხით, თუმცა შედარებით ზუსტად გაზომა. დარჩა მხოლოდ მისი შესაბამისი რკალის შესატყვისი ცენტრალური კუთხის გაზომვა, რომელიც მაშინ მარტივად და გონებამახვილურად გადაიჭრა.

ცხრილი III.1.

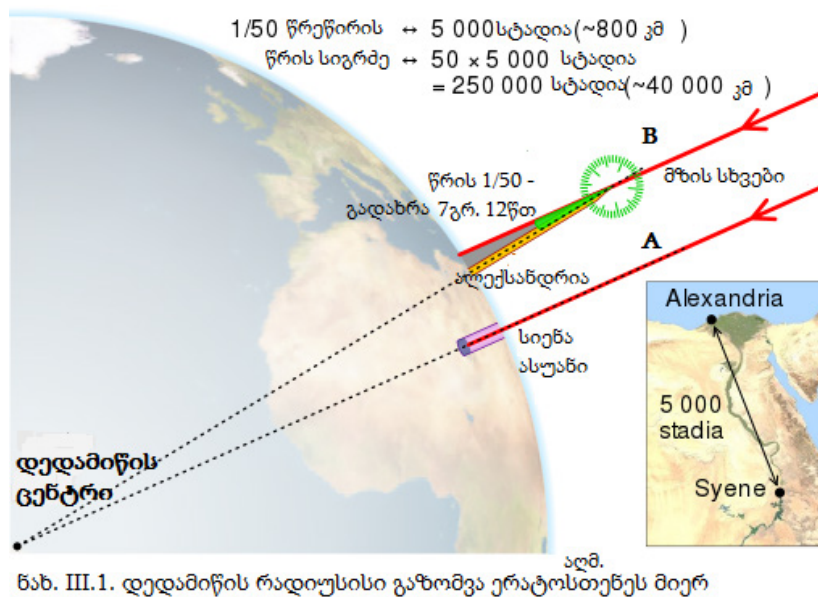
ხილული ჰორიზონტის გაფართოება დაკვირვების სიმაღლის მიხედვით

დაკვირვების სიმაღლე, მ-ში	მანძილი ხილულ ჰორიზონტამდე, კმ-ში	დაკვირვების სიმაღლე, მ-ში	მანძილი ხილულ ჰორიზონტამდე, კმ-ში
1	3,6	50	25,2
2	5,0	100	35,7
4	7,1	200	50,5
6	8,7	1000	112,9
10	11,3	3000	195,5
20	16,0	5000	252,4
30	19,5	10000	357,1
40	22,6	20000	500,6

ერატოსთენემ გაიგო, რომ ზაფხულის დღელამტოლობის დროს, სიენის მიდამოებში, მზე ღრმა ჭეხის ფსკერამდე ანათებდა, ანუ ზენიტში იმყოფებოდა. ამავე დროს, ალექსანდრიაში, ერატოსთენეს გაზომვებით, მზის სხივები დედამიწაზე მართობულიდან $7^{\circ}12'$ იყო გადახრილი, რაც წრეხაზის სიგრძის $1/50$ ნაწილს შეადგენდა. აქედან ერატოსთენმა დაასკვნა, რომ სიენსა და ალექსანდრიას შორის მანძილი წრეხაზის სიგრძის ორმოცდამეათედი სიდიდის ტოლი უნდა ყოფილიყო. მაშინ, ამ მანძილის გაზომა შესაძლებელი გახდა აქლემების ქარავანთა მიერ მის გასვლაზე დახარჯული დღეების მიხედვით. მან 5000 ბერძნული სტადია შეადგინა. აქედან, მთელი წრეხაზის (მერიდიანის) სიგრძე 50-ჯერ მეტი, ანუ 250 ათასი სტადია უნდა გამოდგარიყო. სამწუხაროდ, ძველბერძნული სტადიის ზუსტი სიგრძე, ამჟამად ცნობილი არ არის. მისი სავარაუდო მნიშვნელობა 160 მ-ის ტოლადაა მიჩნეული. ამრიგად, ერატოსთენის განსაზღვრით დედამიწის გარშემოწერილობა 40000 კმ გამოდგა, რაც ძალიან უახლოვდება თანამედროვე გამოთვლებით მიღებულ სიდიდეს.

ერატოსთენეს მიერ გაზომილი 22 იუნისის (ზაფხულის) შესაბამისი მზის სხივების დახრილობის ($7^{\circ}12'$) კუთხე (a) ტოლი იქნება OA და OB შვეულების მიერ დედამიწის ცენტრში გადაკვეთისას მიღებული მოცემული რკალის შესაბამისი (a^1) კუთხისა, რომელიც a კუთხის შესატყვისია და, მაშასადამე – მისი ტოლია. აქედან გამომდინარე, ამ (a) კუთხის გაზომვით ერატოსთენმა შეიგყო ცენტრალური კუთხის (a^1) მნიშვნელობა და შესაბამისი რკალის გრადუსული სიდიდე, საიდანაც იოლად გამოითვლება ერთგრადუსიანი რკალისა და მთელი მერიდიანის სიგრძე.

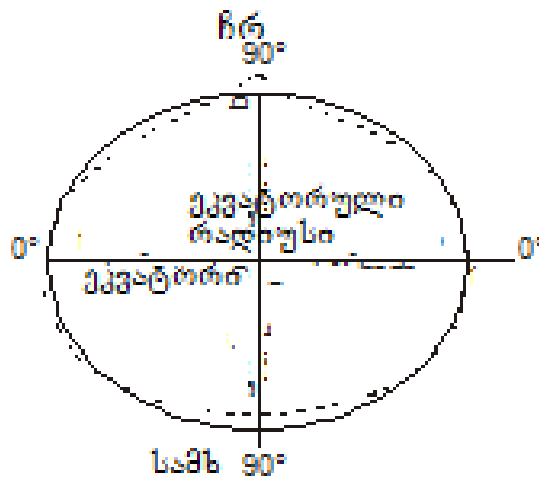
ცხადია, რომ ერატოსთენეს მიერ შესრულებული გამოთვლები შემთხვევითობის ელემენტს შეიცავდა, რადგან მან არ იცოდა ზუსტი მანძილი სიენასა და ალექსანდრიას შორის. ამის მიუხედავად, გამოთვლის იდეა ემყარებოდა სწორ მათემატიკურ პრინციპს, რომელიც ამჟამად კი მიღებულია და ეფუძნება 10-იანი BA რეალის სიგრძის გამოთვლის მეთოდს. ამ მიზნით, რამდენიმე ასეული კილომეტრის საბაზისო ხაზის ზუსტი სიგრძისა და ბოლო წერტილებზე ასტრონომიული დაკვირვების შედეგად აღგენენ თუ წრეხაზის სიგრძის (3600-ის) რაოდენ წილს შეადგენს აღებული საბაზისო ხაზი. ელემენტარულად, პოულობენ 10-იანი რეალის სიგრძეს, რომელსაც ამრავლებენ 3600 და ლეზულობენ დედამიწის ზედაპირის გარშემოწერილობას.



მაშინაც, ერატოსთენეს მიერ, ამავე მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელი გახდა დედამიწის რადიუსის გამოთვლა. თუკი დედამიწის გარშემოწერილობა 250 ათას სტადიას შეადგენდა, მაშინ წრეხაზის სიგრძის მათემატიკური ფორმულით $2\pi R \approx 250\,000$ სტადიას, ანუ 40 000 კმ-ს, საიდანაც $R \approx 6370$ კმ-ის ტოლი (39 810 სტადია) უნდა გამოდგარიყო.

შუა საუკუნეებში დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებათა განვითარება ფაქტიურად შეჩერდა, ხოლო პლანეტის სფეროსებურობის იდეა უკუგდებულ იქნა კიდევაც. თუმცა, მეცნიერების განვითარება ოდნავადაც არ შეჩერებულა შუა აზიაში, ახლო აღმოსავლეთსა და ჩინეთში. აღორძინების ეპოქაში, მეცნიერება კვლავ აღმავლობის გზას დაადგა: ახალი რესურსების ძიების მიზნით ეწყობოდა მოგზაურობანი, რასაც მოჰყვა დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენები; პროგრესი განიცადა წარმოდგენებმა დედამიწის – როგორც პლანეტის შესახებ; კერძოდ, დადგინდა სამყაროს ჰელიოცენტრული სისტემის (ნ. კოპერნიკი) არსებობა, რომლის დამამტკიცებელი ფაქტები გამონახა გალილეო გალილემ; ი. კეპლერის მიერ პლანეტების მოძრაობის კანონებს ი. ნიუტონისეული მსოფლიო მიზიდულობის ახსნა დაედო საფუძვლად; დაგროვდა ფაქტები დედამიწის ეკვატორული გამოზნექილობის, ხმელეთისა და ოკეანეთა წყლის არათანაბარი განაწილების შესახებ; აღმოაჩინეს ანტარქტიდა, დაიწყო არქტიკის თანმიმდევრული შესწავლა.

როგორც მოგანილი მასალა გვიჩვენებს, დედამიწის სფერული ფორმის შესახებ წარმოდგენა ჯერ კიდევ ანტიკურ ხანაში არსებობდა. ეს იყო დედამიწის ნამდვილი ფორმის აღქმის პირველადი მიახლოება. თუმცა, ჯერჯერობით უცნობი იყო მისი გამომწვევი მიზეზები. მხოლოდ, ი. ნიუტონმა მოჰყენა (XVII ს.) ამ საკითხს ნათელი. მის მიერ აღმოჩენილი მსოფლიო მიზიდულობის ძალის შესაბამისად, რომელიც მიმზიდველი მასის ცენტრისკენაა მიმართული, დასტურდება დიდი სხეულების სფერულ ფორმად ჩამოყალიბება.



ნახ. III.2. კარდიოიდისა და ელიფსოიდის შედარება
 - - - - - კარდიოიდი
 ————— ელიფსოიდი

თითქოს წარმოდგენელია მყარი და მკვიცე სხეულების, მიზიდულობის გავლენით, სფერული დეფორმაციის “ნებაზე სიარული”. მაგრამ უნდა ვივარაუდოთ, რომ მყარი სხეულების სიმკვიცე უსაზღვრო როდია. მართლაც, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დიდი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ძალის მუდმივი მოქმედების პირობებში, სხეული პლასტიკურ უნარს იძენს, რაც მისი მასის ზრდის შემთხვევაში, მიზიდულობის ძალის გამო, მყარი სხეულების სფერული ფორმის მქონე ფიგურად ჩამოყალიბების საწინდარი ხდება. ამიტომ, მცირე ზომის ასტეროიდებს უსწორმასწორო ფორმა აქვთ შენარჩუნებული, ხოლო დიდ პლანეტებს – სფერული ფიგურა უვითარდებათ.

აღნიშნული მსჯელობა თითქოს ეწინააღმდეგება გეოგრაფიულ ობიექტებზე ყოველდღიური დაკვირვების შედეგებს. მართლაც, ჩვენ გარშემო არსებული დიდი მთიანი სისტემები და ღრმულები სიმძიმის ძალის მიუხედავად, დედამიწის სფეროს არ მორგებულან და საკმაოდ რთულ უსწორმასწორობას ქმნიან. ამ გეოგრაფიული „პარადოქსის“ ახსნა ძნელი არ არის. რაკი, რელიეფის ამგებელი სხეულები მყარი მასალისგან შედგება და შედარებით მცირე მასისაა, მათი ზედაპირები არ ემორჩილებიან რა სიმძიმის ძალას – ღრობით წონასწორობას ინარჩუნებენ. მთებში, სიმაღლის ზრდა მისი მასის სხეულის სიმკვიცეზე გადაძვლებას გამოიწვევს. ამის გამო, დაიწყება მთების

ჩამოშვება (გრავიტაციის გაბატონების ზრდა) და სიმაღლის შემცირება. ასე, რომ დედამიწაზე მთების სიმაღლითი გავრცელება შეზღუდულია პლანეტის მასის, სიდიდისა და ამგებელი ქანების სიმკვრივის შესაბამისად.

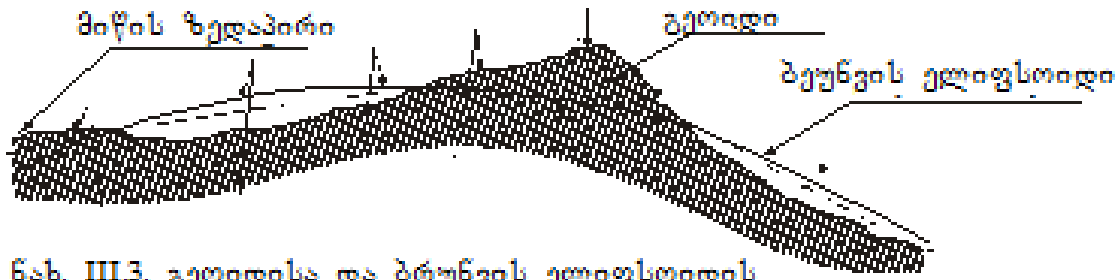
ამგვარად, ჯერ კიდევ შუა საუკუნეებში, ცნობილი გახდა დედამიწისა და სხვა ციური სხეულების სფერული ფორმის გამომწვევი მიზეზები. ამავე დროს, ი. ნიუტონის აზრით, დედამიწა ზუსტად სფერული სხეული არ უნდა ყოფილიყო. მართლაც, დღეს უკვე ცხადია, რომ დედამიწის ცენტრიდანულ ძალებს სიმძიმის ძალის სანინააღმდეგო მიმართულება აქვს. პირველი მათგანის სიდიდე მიზიდულობის პარამეტრებთან შედარებით ნაკლებია, მაგრამ უწყვეტი და ხანგრძლივი ზემოქმედების გამო, საკმაოდ შესამჩნევად გამოვლენილი. იგი უდიდესია ეკვატორულ სიბრტყეზე, სადაც ბრუნვის ხაზობრივი სიჩქარე ყველაზე მაღალია, ხოლო პოლუსების მიმართულებით თანდათან კლებულობს.

აქედან გამომდინარე, პოლარულ არეში ცენტრისკენული მიზიდვა უფრო ძლიერია და, ამიტომ, მისი გედაპირიც ცენტრთან უფრო მიახლოებულია. ამდენად, დედამიწის მერიდიანის ფორმა ელიფსურია, რომლის მოკლე ღერძი პოლარულ, ხოლო დიდი – ეკვატორულ რადიუსებს ემთხვევა. მოკლე ღერძის გარშემო ბრუნვისას, ამგვარი ელიფსი შემოთარგლავს ფიგურას, რომელსაც ბრუნვის ელიფსოიდს უწოდებენ. დედამიწის ამგვარი ფორმის (ნახ. III.2) აღიარებას მივეყვართ მისი ჭეშმარიტი ფიგურის უფრო ღრმა შეცნობასთან, ანუ რეალურობისადმი მეორე მიახლოებასთან.

აღნიშნული დასკვნის შემონიშნება საკმაოდ ადვილია. როგორც ჩანს, სფეროსაგან განსხვავებით, მერიდიანის ერთგრაფიული რეალის სიგრძე ყველა განედზე თანასწორი არ არის. ეკვატორზე იგი ნაკლებია (ცხრილი III.2), ხოლო პოლუსებისაკენ თანდათანობით მატულობს: ეკვატორზე მერიდიანის 10-იანი რეალის სიგრძე 110,6 კმ-ია, ხოლო ჩრდილოეთი განედის 80°-ზე იგი 111,7 კმ-ის ტოლია. დედამიწის ელიფსოიდის სიდიდეების ზუსტი გამოთვლების მიხედვით ეკვატორული რადიუსის (a) სიგრძე 6378245 მ-ის, ხოლო პოლარულისა (b) კი 6356863 მ-ის ტოლია. როგორც ჩანს, პოლარული რადიუსი ეკვატორულთან შედარებით 21382 მ-ით ნაკლებია. აქედან გამომდინარეობს დედამიწის პოლარული შეკუმშულობის (a) გამოთვლის შესაძლებლობა:

$$a = \frac{a - b}{a}.$$

ამ სიდიდეს საკმაოდ მცირე მნიშვნელობა (1:298,3) აქვს. იგი, დედამიწის ელიფსოიდისა და სფეროს პარამეტრებს შორის მხოლოდ უმნიშვნელო განსხვავებაზე მიუთითებს.



ნახ. III.3. გეოიდისა და ბუნების ელიფსოიდის ზედაპირები

დედამიწის ელიფსოიდის ზუსტი გამოთვლებით დადგინდა, რომ იგი სამკერძიანი სხეულია. მას არა მარტო პოლარული, არამედ ეკვატორული შეკუმშულობაც ახასიათებს. ეს სიდიდე უმნიშვნელოდ (1 : 30000) მცირეა. ამის გამო ეკვატორი, წრეს კი არა, ელიფსის წარმოადგენს, რომლის უდიდეს და უმცირეს რადიუსებს შორის სხვაობა 213 მ-ს შეადგენს. ამდენად, სამკერძიანი ელიფსოიდი დედამიწის ჯამბარი ფორმის შეცნობის მესამე მიახლოებაა.

ცხრილი III.2.

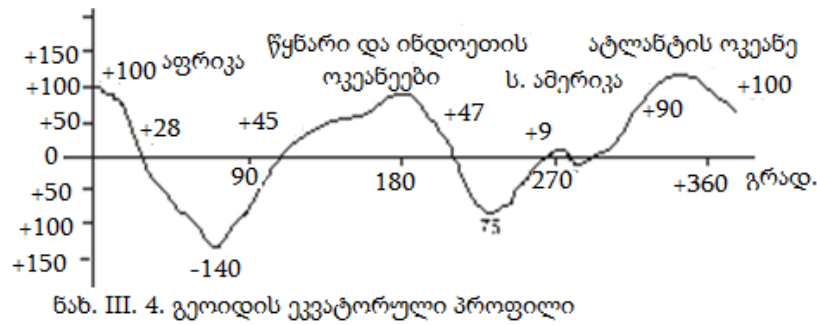
მერიდიანის 1⁰-იანი რკალის სიგრძის სიდიდეები განედების მიხედვით

გეოგრაფიული განედი, გრად.	მერიდიანის 1 ⁰ -იანი რკალის სიგრძე, კმ-ში
0	110,6
20	110,7
40	111,0
60	111,4
80	111,7

დედამიწის ელიფსოიდის პარამეტრების თანამედროვე გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ არც პოლარული რადიუსებია ერთმანეთის ტოლი. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს პოლარული ნახევარდღრძი 70 – 100 მ-ით უფრო გრძელია, ვიდრე მისი სამხრული გაგრძელება. ცხადია, რომ არათანაბარია ამ ნახევარსფეროების პოლარული შეკუმშულობებიც. ამგვარ, გულისმაგვარ (მსხლისებურ) ფიგურას, რომელიც სამხრეთ პოლუსთან უფრო ჩაზნექილია, ვიდრე მის საპირისპირო მხარეს – კარდიოიდი ელიფსოიდი (ნახ. III.2), ეწოდება. ამით, მიღწეულია დედამიწის ნამდვილი ფორმის აღქმის მეოთხე მიახლოება.

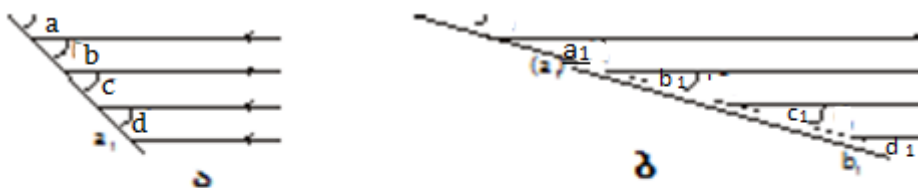
ამავე დროს, დედამიწის გრავიმეტრიული და გრადუსული პარამეტრების საფუძვლიანი შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ის არც ერთ გეომეტრიულ ფიგურას არ ესადაგება. ასეთ, არაგეომეტრიული ფიგურის მქონე სხეულს გეოიდს უწოდებენ. ამგვარი, უსწორმასწორო ზედაპირი მიიღება ე.წ. ღონებრივი ზედაპირით, რომლის ყოველ წერტილში სიმძიმის ძალის მიმართულება

პერპენდიკულარულია. გეოიდის ზედაპირი თანხვედრილია ოკეანეების წყლის ღონესთან, რომელიც წარმოსახვით შეიძლება გადავიგანოთ (ნახ.III.3) სმელეთის ფიზიკური იერსახის ქვეშ.



აქედან ცხადია, რომ გეოიდის 70%-ზე მეტი ოკეანის ღონეს თანხვედბა. გეოიდის ზედაპირი ყველგან ამოზნექილია, რაც ოკეანის ზედაპირის ამოზნექულობაზე მიუთითებს. ამავე დროს, გეოიდი და სფეროიდი ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან. მათ შორის გადახრის მაჩვენებელი, ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა, მერყეობს ± 100 მ-ის ფარგლებში (ნახ.III.4). დედამიწის სფეროიდის ფორმის შენარჩუნება შეიძლებოდა იმ შემთხვევაში თუ მისი სიმკვრივეები ცენტრისაკენ კონცენტრულად განლაგდებოდნენ. სინამდვილეში, ეს პირობა, ცხადია, დაცული არ არის. დედამიწის ზედაპირის რელიეფის არაერთფეროვნება მასების არაერთგვაროვან განაწილებას იწვევს, რასაც სფეროიდისაგან განსხვავებული ფიგურის ფორმირებამდე მივყავართ.

ამგვარად, დედამიწის ჭეშმარიტი ფორმა საკმაოდ რთულია. თუმცა, გეოდეზიური გაზომვებისა და კარტოგრაფიული საქმიანობის თვალსაზრისით, ორლერძიანი ელიფსოიდის მხედველობაში მიღება სრულიად საკმარისია. ამავე დროს, გეოგრაფიული კანონზომიერებების (ზონალურობა, რიგბულობა, აზონალურობა და ა.შ.) დადგენისა და აღქმის მიზნით დედამიწის ნამდვილი ფორმის სფეროსაგან განსხვავების უგულველყოფა – სრულიად დასაშვებია.



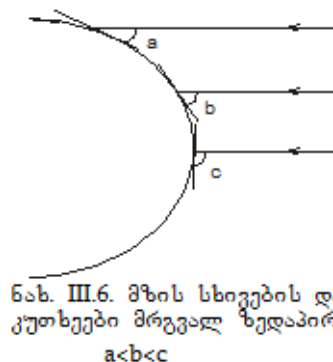
ნახ. III. 5. მზის სხივების დახრის კუთხეები დახრილ (ა და ბ) ზედაპირებზე

გეოგრაფიული თვალსაზრისით, დედამიწის სფეროსებურობიდან გამომდინარეობს მთელი რიგი შედეგები. მათგან უმნიშვნელოვანესია სიტბოს განაწილება დედამიწის ზედაპირზე. უზარმაზარი მანძილის გამო დედამიწისაკენ მომავალი მზის სხივები ერთმანეთის პარალელურად შეიძლება ჩაითვალოს. ეს სხივები ნებისმიერი ორიენტაციების რაიმე ბრტყელ ზედაპირზე გოლი დახრილობის (ნახ.III.5) კუთხეებს წარმოქმნიან. სინამდვილეში კი მზის სხივები დედამიწის მრგვალ

(ბურთისებურ) ზედაპირზე (ნახ. III. 6) ეცემა. ამის გამო, მზის სხივები მრგვალ ზედაპირზე ერთმანეთისაგან მოვლენათა ზონალურობის გამოწვევით მიზნდება. ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ სიბრტყის თანდათანობითი შესუსტება და, ამავე მიმართულებით, გეოგრაფიული ზონების (სარტყლების) ფორმირება, გეოგრაფიულ გარსში მიზნობრივი კავშირების გამოვლინების ერთ-ერთი თვალსაჩინო მაგალითია.

დედამიწა უზარმაზარი ციური სხეულია, რომლის სიდიდე და ზომები განაპირობებენ გეოგრაფიული გარსის რიგ გეოგრაფიულ კანონზომიერებებს. პლანეტის, როგორც გეომეტრიული ფიგურის უმთავრესი პარამეტრების განზომილებებიც, შესაბამისად, პლანეტარულ ზომებს აღწევენ: საშუალო რადიუსის (იმ სფეროს რადიუსი, რომელიც დედამიწის ელიფსოიდის მოცულობის ტოლია) სიგრძე 6371,110 კმ-ის ტოლია; ამავე სხეულის მერიდიანის სიგრძე 40005,550 კმ უდრის; დედამიწის ფართობი 510,1 მლნ. კმ²-ია, ხოლო მოცულობა $1,083 \times 10^{12}$ კმ³-ს შეადგენს; დედამიწის მასა $5,98 \times 10^{27}$ გრ-ის ტოლია, რაც მზის მასის 1 : 333432 ნაწილს შეადგენს; საშუალო სიმკვრივე 5,52 გრ/სმ³-ია. დედამიწის მასა გრავიტაციული (მიზიდულობის) ხერხის გამოყენებით ანგარიშობენ. თუმცა, იგი დედამიწის საშუალო სიმკვრივისა და მისი მოცულობის ნამრავლის ტოლია. დედამიწის ქერქის შემადგენელი ქანების სიმკვრივე. (გრ/სმ³) ღრმა ფენებში სიმკვრივე სწრაფად უნდა მატულობდეს. მართლაც, გამოთვლების თანახმად, მის ცენტრში სიმკვრივე 15-17 გრ/სმ³-ის ტოლი გამოდგება, ხოლო წნევა 3,5 მლნ. ატმოსფერო შეადგინა.

ამ სიდიდეების განზომილებათა გრანდიოზულობას თავისი გეოგრაფიული გამოხატულება გააჩნია. დედამიწა, თავისი უზარმაზარი მასით, შემოაკავებს რა მის გარშემო გარსს, განაპირობებს ატმოსფერული მოვლენების (ნალექები, სიბრტყე, ცირკულაცია, რადიაციის გარდაქმნა) მიმდინარეობას. დედამიწის მიერ საკუთარი ატმოსფეროს შემოკავება დამოკიდებულია ჰაერის ნაწილაკების სიჩქარეზე. თუკი, მათი სიჩქარე მიზიდულობის ძალას გადააჭარბებს (გასხლტომის სიჩქარე), მაშინ ისინი საშუალოდ დატოვებენ დედამიწას. ასეთი სიჩქარე, ჩვენს პლანეტაზე, 11,2 კმ/წმ-ის ტოლია. ატმოსფერული ნაწილაკების გადაადგილება რამდენჯერმე ჩამორჩება აღნიშნულ სიჩქარეებს. მხოლოდ წყალბადისა და ჰელიუმის ატომები მოძრაობენ გასხლტომის სიჩქარეზე უფრო სწრაფად. ამიტომ, ისინი თავისუფალი სახით ატმოსფეროში არც არსებობენ. ისინი მხოლოდ მის ზედა ფენებსა და ახლო კოსმოსურ სივრცეში იფანტებიან, ხოლო ძირითადად მზის მთავარ შემადგენელ ელემენტებს წარმოადგენენ



ამრიგად, ატმოსფეროს გარსის შემოკლება დედამიწის მასითაა განპირობებული. ამის გარდა, ატმოსფეროს მრავალი სასიცოცხლო მნიშვნელობა გააჩნია. სწორედ, მასთანაა დაკავშირებული ატმოსფერული ნალექებისა და სინოცივის არსებობა, ზღვებისა და ოკეანეების ტენის ხმელეთზე გადატანა, ოკეანური ცალღების ფორმირება, მინისქვეშა და ზედაპირული წყლების გავრცელება, ქარები და მათი მუშაობა, ამინდისა და კლიმატის ფორმირება, სიცოცხლის წარმოშობა და განვითარება. ატმოსფეროში მიმდინარეობს, აგრეთვე მზის სხივური ენერგიის გარდაქმნა სითბურ ენერგიადა. იგი ახდენს ქიმიურ გეოქიმიურ დედამიწის ქერქზე, სითბოსა და სინოცივის განაწილების რეგულირებას, ორგანიზმების დაცვას ულტრაიისფერი სხივებისაგან. ატმოსფერო წარმოადგენს ძირითად გარემოს, სადაც მიმდინარეობს ბგერის წარმოქმნა და გავრცელება. იგი სითბოს დიდი აკუმულატორია.

გრაფიკა. დედამიწაზე მიმდინარე ყველა გეოგრაფიული მოვლენა – კლდეზავები და მენყერები, თოვლის ზეგები და ქვათაცვენა, წყლებისა და მყინვარების ნაკადები, ოკეანური დინებები სიმძიმის ძალით წარიმართება, ანუ გრაფიკაციის (სიმძიმის) კონტროლს ექვემდებარება. დედამიწის ბრუნვის გამო, სიმძიმის ძალა პოლარულ მხარეში უფრო მეტი მნიშვნელობისაა, ვიდრე დაბალ განედებში. ასევე, არათანაბარია სიმძიმის ძალის აჩქარებაც. ელიფსოიდურ დედამიწაზე სიმძიმის ძალის აჩქარება ეკვატორზე (978 სმ/წმ²) დაბალია პოლუსებთან (985 სმ/წმ²) შედარებით. ცხადია, რომ ზომიერ სარტყელში (თბილისში 980 სმ/წმ²) იგი საშუალო მნიშვნელობისაა.

დედამიწის არაერთგვაროვანი აღნაგობის გამო, არცთუ იშვიათად, ადგილი აქვს ამ პირობის დარღვევას. ამიტომ, ზოგან სიმძიმის ძალის აჩქარება უფრო მეტია, ვიდრე მისი თეორიული მნიშვნელობა (დადებითი ანომალია). ამავე დროს, ადგილი აქვს სიმძიმის ძალის აჩქარების უარყოფითი ანომალიების არელების ფორმირებასაც. ცხადია, რომ აღნიშნული ანომალიური ფრაგმენტების წარმოქმნა წიაღის ამგებელი ქანების შედგენილობის მკვეთრ ცვლილებებთანაა დაკავშირებული. შედარებით მსუბუქი ქანებით აგებულ არელებში სიმძიმის ძალა მცირდება, ხოლო მძიმე ქანების შემთხვევაში, პირიქით – იზრდება. სიმძიმის უარყოფითი ანომალია შეესაბამება ალპების, კავკასიონის, პამირის მთიან სისტემებს, ხოლო წყნარ ოკეანეზე იგი დადებითია. ასევე არაერთგვაროვნებაა მთების ქვეშ (50-60 კმ-ის სიღრმეზე) გრანიტის ტიპის (2,8გრ/სმ³), ხოლო ოკეანის ფსკერზე ბაზალტური ქანების (3,2გრ/სმ³) არსებობაზე მიუთითებს.

სიმძიმის ძალის აჩქარება დედამიწის სიღრმეშიც იცვლება. ამავე დროს, თავიდანვე იგი იზრდება და მაქსიმუმს 2900 კმ-ის სიღრმეზე აღწევს, ხოლო უფრო ღრმად – თანდათანობით მცირდება, პლანეტის ცენტრში კი ნულის ტოლი ხდება. ერთგვაროვანი აგებულების შემთხვევაში, სიმძიმის ძალის შემცირება ზედაპირიდან ცენტრისაკენ თანაბარი იქნებოდა.

დედამიწის ცენტრში, სიმძიმის ძალის აჩქარების საპირისპიროდ, ნივთიერებათა წნევა საგრძნობლად დიდია. წნევას აქ, ცენტრის კონცენტრულად მდებარე ფენების სიმძიმე იწვევს.

ამიტომ, სიღრმის ზრდასთან ერთად წნევის მაგნიტუდას აქვს ადგილი, ხოლო დედამიწის ბირთვში გრანდიოზულ სიდიდეს (3,5 მლნ. ატმოსფერო) აღწევს.

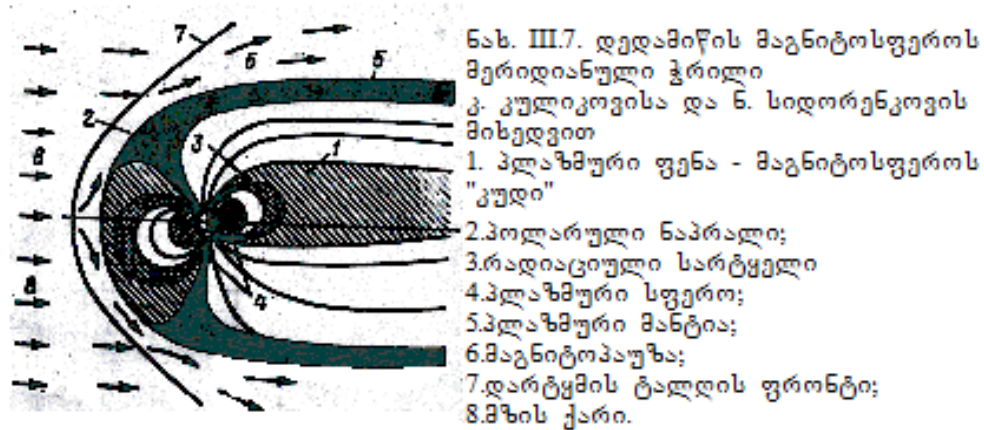
სიმძიმის ძალის გაზომვას გრაფიკული სახით ახდენენ. მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გრაფიკული რუკების შედგენა, რაც სიმძიმის ძალისა და გეოლოგიურ აღნაგობას შორის კავშირების დადგენის საშუალებას იძლევა. ამდენად, გრაფიკული მონაცემები ხშირად ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს ნიაღვრის აგებულების შესახებ.

დედამიწის ნიაღვრის ნივთიერებათა კონცენტრული გადანაწილება, სწორედ გრაფიკული სახით შედგება. ცხადია, რომ პლანეტის წარმოშობიდანვე მძიმე ნივთიერებები დედამიწის ცენტრისაკენ, ხოლო მსუბუქი – ზედაპირისაკენ განიცდიდნენ მოძრაობას. ამის გამო, ბირთვში მძიმე ნივთიერებები აღმოჩნდნენ, შუაში – ნაკლებად მძიმე ნივთიერებები, ზედაპირთან კი მსუბუქი ნივთიერებები „ამოტივტივდნენ“. ამდენად, ასეულობით მილიონი წლების განმავლობაში, დედამიწის მყარ სხეულში, გრაფიკული დიფერენციალის წყალობით, სხვადასხვა სიღრმის კონცენტრული სფეროები ჩამოყალიბდნენ.

მაგნიტიზმი. ჯერ კიდევ ძველ დროში – ამ ოთხი ათასი წლის წინ, ჩინეთში იცოდნენ რა დედამიწის მაგნიტური ველის არსებობა და მისი ბუნება, შორეულ უდაბნოებში მოგზაურობისას, წარმატებით იყენებდნენ მიმართულების მიმანიშნებელ მაგნიტურ თვისებას. ბევრად უფრო გვიან, (XII-XIII სს) ევროპელებმა მაგნიტური ველის აღნიშნული თვისების საფუძველზე კომპასი დაამონტაჟეს. ამჟამად კი ცნობილია, რომ დედამიწა უზარმაზარ მაგნიტს (ნახ. III. 7) წარმოადგენს. მას ორი კარგად გამოხატული მაგნიტური პოლუსი გააჩნია. ამავე დროს, მაგნიტური და გეოგრაფიული პოლუსები ერთმანეთს არ ემთხვევა. ჩრდილოეთ მაგნიტური პოლუსი მდებარეობს კანადის არქტიკულ არქიპელაგში, ხოლო მისი სამხრეთი წვერი ანტარქტიდის აღმოსავლურ სანაპიროზეა წარმოდგენილი.

მაგნიტურ პოლუსებს შორის აღძრულ ძალებს მაგნიტურ მერიდიანებს უწოდებენ. ცხადია, რომ გეოგრაფიული მერიდიანები მაგნიტურ ძალებს არ ემთხვევა. ასეთ მოვლენას მაგნიტურ დეკლინაციას (გადახრა, განხრა) უწოდებენ. ამასთან ერთად, თუ მაგნიტური ძალები გეოგრაფიული მერიდიანის აღმოსავლეთითაა გადახრილი, დადებით დეკლინაციას აქვს ადგილი; წინააღმდეგ შემთხვევაში კი – დეკლინაცია უარყოფითია. დეკლინაციის სიდიდე 0° -დან 180° -მდე იცვლება.

ხშირად, მაგნიტური ისარი თავისივე ძალების გასწვრივ ჰორიზონტული არ არის. ჩრდილოეთ მაგნიტურ ნახევარსფეროში ისრის პერიფერიული ნაწილი ქვევითაა დახრილი, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში თარაზული მდგომარეობიდან გადახრილია ისრის სამხრეთი ბოლო. ამ მოვლენას ინკლინაციას (დახრა) უწოდებენ. დახრის კუთხე 0° -დან 90° -მდე მერყეობს. ამასთან, მაქსიმალურ დახრილობას პოლუსებთან აქვს ადგილი, ხოლო მათგან დაშორებით ინკლინაცია მცირდება და მაგნიტურ ეკვატორზე ნულის ტოლი ხდება.



ამდენად, მაგნიტური მერიდიანების ქსელს დედამიწაზე კანონზომიერი გავრცელება ახასიათებს. თუმცა, არცთუ იშვიათად, მაგნიტური ელემენტები საერთო სურათისაგან განსხვავებულ ქცევას ამჟღავნებენ. ასეთი არეალები მაგნიტური ანომალიის ნიშნებით ხასიათდებიან. ანომალურია ოდესის, კრივოი-როგის, კურსკის, ურალის, ციმბირის, ავსტრალიის, აღმოსავლეთი და სამხრეთი აფრიკის, კანადის რეგიონები, რაც რკინის გამაღნებასთანაა დაკავშირებული.

დედამიწის მაგნიტური ველი ცვალებადია დროშიც. მაგნიტური ელემენტების ცვლა წელიწადში და საუკუნეობრივი ვარიაციით ხასიათდება. ამიტომ, მაგნიტურ რუკებს ყოველ ხუთ წელიწადში ცვლიან. ხშირია მაგნიტური ელემენტების ხანმოკლე და ძლიერი აღელვებებიც. მათ, მაგნიტური ქარიშხლების გამოწვევა შეუძლიათ, რომელთა მიზეზები კოსმოსურ მოვლენებთანაა დაკავშირებული. ასევე, ცნობილია მაგნიტური თვისებების შეცდენის, ანუ ინდუქციური დამაგნიტების შემთხვევები.

სხეულის (ქანის) დამაგნიტების შედეგად მას შეძენილი მაგნიტური თვისება რჩება. მაგმურ ქანებში, გაღმონაშთი მაგნიტიზმის მიხედვით, მათ დათარიღებასთან ერთად, შესაძლებელია გეოლოგიური წარსულის მაგნიტური პოლუსების მდებარეობის განსაზღვრა, ან კიდევ, თვით კონტინენტების დრეიფის გარკვევა. მეცნიერთა ვარაუდით, მიწის ქერქის ზედაპირული, 30-40 კმ-იან ფენას, უნარი აქვს შექმნას სუსტი მაგნიტური ველი. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ დედამიწის მაგნიტური ველის აღძვრას ელექტრული დენები იწვევენ, რომელთა წარმოშობა მის წიაღში მიმდინარეობს.

გეომაგნიტური ველის არსებობას არა მარტო მეცნიერული, არამედ პრაქტიკული მნიშვნელობაც გააჩნია. კაცობრიობა – გეომაგნიტურ ველს აუცილებლად საჭიროებს: უპირველესად, მაგნიტოსფეროს რადიაციული სარტყლები დედამიწის ყოველ ცოცხალს იცავს მზის დამლუპველი გამოსხივებისაგან: მაგნიტური ველის გავლენით შესაძლებელი ხდება საფრენი აპარატების, სანაოსნო საშუალებების, წყალქვეშა გემების, სწორი ორიენტირება სივრცეში; საძიებო ექსპედიციებში და ტურისტულ ლაშქრობებში კომპასი ხშირად გზის ერთადერთი მაჩვენებელია; სამთო კომპასით სარგებლობენ შრეთა წოლის ელემენტების დასადგენად; მაგნიტური ველის მკვეთრი დახრა

(ანომალია) ნიალისეულის არსებობაზე მიუთითებს; მაგნიტური ველის აღლევებითა შედეგად მაგნიტური ქარიშხლების წარმოშობას აქვს ადგილი, რომელსაც თან სდევს რადიოკავშირებისა და ტელეგრანსლაციების შეფერხება. ამ დროს, შეუძლებელია კომპასით ორიენტირება. ამიტომ, მათ შესახებ დროულად უნდა იცოდნენ საავიაციო და სანაოსნო ფლოტის სამსახურებმა.

დედამინის მოძრაობანი. დედამინა სამყაროს სივრცეში ერთი ათეულზე მეტ სხვადასხვა სახის მოძრაობას ასრულებს. მათ შორის, გეოგრაფიული მოვლენების აღქმის თვალსაზრისით, აღსანიშნავია: დედამინის ბრუნვა თავისი წარმოსახვითი ღერძის გარშემო; დედამინის გარშემოვლა მზის გარშემო ანუ ორბიტალური მოძრაობა და დედამინა – მთვარის საერთო სიმძიმის ცენტრის გარშემო შემობრუნება. დედამინის ამ მოძრაობათა პრაქტიკულ შედეგებს ყოველთვის ვხედავთ ჩვენ ყოფა-ცხოვრებაში. ჩვენ მიჩვეულნი ვართ დროის აღრიცხვას. ამისათვის, ჩვეულებრივად საათს ვიყენებთ. მაგრამ, დროის გასაზომად ბუნებამ გვიბოძა სათანადო საშუალება. ეს დროის ის შუალედია, რომელსაც ანდომებს დედამინა, საკუთარი ღერძის გარშემო, ერთხელ სრულად შემობრუნებისას. ეს შუალედი – ვარსკვლავთმომერი დღე-ღამეა. დროის გასაზომად სხვა ერთეულებიც იხმარება: ხანგრძლივი შუალედებისათვის – კვირა (7 დღე-ღამე); წელიწადი (365 დღე-ღამე); საუკუნე 100 წელიწადი, მოკლე შუალედებისათვის – საათი, წუთი, წამი.

ამდენად, დროის აღრიცხვის მიზნით თვალყური უნდა ვადევნოთ დედამინის ბრუნვას ღერძის გარშემო. მაგრამ, რადგან დედამინის ბრუნვასთან ერთად მოძრაობს მთელი ჩვენი მინიერი გარემო, ამ ბრუნვის პროცესს ჩვენ უშუალოდ ვერ ვაკვირდებით. ამიტომ, დედამინის ბრუნვის შესახებ ზუსტი ინფორმაცია ასტრონომიული მეთოდების (დაკვირვება ცის სხეულებზე) გამოყენებით თუ შეიძლება.

დედამინის ბრუნვა და მისი ფაქტები. ცნობილია, რომ (თავი I) ციური სხეულები – პლანეტები, ყოველგვარი გამონაკლისის გარეშე, ასრულებენ ბრუნვას თავიანთი წარმოსახვითი ღერძის გარშემო. გამონაკლისი არც დედამინაა. იგი ბრუნავს რა თავისი ღერძის გარშემო, ამ მოძრაობას ასრულებს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ (თუ დედამინას დახედავთ ჩრდილოეთ პოლუსიდან) და სრული შემობრუნება ხორციელდება დროის (24 საათი) განმავლობაში, რომელსაც დღე-ღამე ეწოდება. ცხადია, რომ დედამინის ეკვატორის გასწვრივი გარშემოწერილობა $2\pi \times 6400$ კმ-ის ტოლია. ამიტომ, დღეღამური ბრუნვით განპირობებული, ეკვატორზე მდებარე წერტილის წრთივი სიჩქარე

$$v = \frac{2\pi \times 6400}{24 \times 3600} = 0,5 \text{ კმ/წმ-ია.}$$

ამავე დროს, ეკვატორს დამორებულ პარალელებზე მდებარე რაიმე წერტილის წრთივი სიჩქარეები, მით უფრო ნაკლებია, რაც უფრო ახლოსაა ისინი პოლუსთან, ანუ რაც უფრო მცირეა პარალელების სიგრძეები. სახელდობრ, თბილისის განედზე წრთივი სიჩქარე 370 მ/წმ ტოლია, სანკტ-პეტერბურგის განედზე კი 250 მ/წმ შეადგენს.

დედამინის ბრუნვით მოძრაობას უშუალოდ დედამინაზე მდგომი დამკვირვებელი ვერ შეიგრძნობს. მას მიაჩნია, რომ ცის სფერო ბრუნავს აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, ანუ

დედამინის ბრუნვის სანინადმდეგო მიმართულებით. ამიტომ, ძველ დროს, საუკუნეების განმავლობაში დედამინა უძრავად მიაჩნდათ და თვლიდნენ, რომ ყველა ციური სხეული მის გარშემო მოიქცევა. ამ შეხედულებას ემყარებოდა პტოლომეოსის თეორია, რომელიც მხოლოდ XVI ს-ში შეცვალა სწორმა – კოპერნიკისეულმა მოძღვრებამ.

დედამინის ბრუნვის დამამტკიცებელი ფაქტები საკმაოდ მოგვეპოვება. ერთ-ერთი მათგანით დასტურდება ვარდნილი სხეულების გადახრა აღმოსავლეთით. დიდი სიმაღლიდან, მაღალი ანძიდან, ჩამოვარდნილი სხეული სიმაღლის ძალით ვერტიკალურად უნდა დაეშვას. სინამდვილეში კი სხეული შეუვლი მიმართულებიდან ოდნავ გადაიხრება აღმოსავლეთით. ეს გადახრა დედამინის ბრუნვის შედეგია: დედამინის ბრუნვისას მაღალი ანძის თავზე წრფივი სიჩქარე უფრო მეტია, ვიდრე მის ფუძეზე ანუ დედამინის ზედაპირზე. ამიტომ, ანძის წვერიდან ჩამოგდებული სხეული სიმაღლის ძალით დაეშვება რა ქვემოთ, ამავე დროს, ინერციის გამო შეინარჩუნებს იმ წრფივ სიჩქარეს, რომელიც მას თავდაპირველად ჰქონდა. ამის გამო, სხეული ანძის ძირში აღმოსავლეთით გადაიხრება, თუმცა ეს მანძილი ძალიან მცირეა. სახელდობრ, 100 მ სიმაღლიდან ჩამოგდებული სხეულის გადახრა მხოლოდ 2 სმ-ია. მაგრამ, ექსპერიმენტი ამ გადახრას ადასტურებს, ხოლო ამით დედამინის ბრუნვის ეფექტის ახსნა – სრულიად ლოგიკურია.

დედამინის ბრუნვის მეორე დამამტკიცებელი ფაქტი აგმოსფეროს ცირკულაციის სურათში შეიძლება შევნიშნოთ. სახელმძღვანელოს VII თავში მითითებულია ჰაერის ცირკულაციის მსვლელობა. კერძოდ, ეკვატორის ცხელ სარტყელში ძლიერ გამთბარი ჰაერი მსუბუქდება, ზევით იწევს და ზომიერი განედებისაკენ მოძრაობს. ეკვატორისაკენ კი საშუალო განედებიდან მონახერი ქარები მიემართება. მაგრამ, მათი მიმართულება თავდაპირველი გავრცელებიდან საგრძნობლად გადაიხრება (ნახ.VII.13) და საბოლოოდ, ეკვატორის გასწვრივ ქრია. ასე წარმოიქმნა მუდმივი ქარები – პასატები. დედამინა რომ არ ბრუნავდეს ჰაერის გადაადგილებას პირდაპირი – ნორმალის (მერიდიანის) მიმართულებით ექნებოდა ადგილი. მაგრამ, დედამინის ბრუნვა აიძულებს ჰაერის მასებს გადაიხარონ თავდაპირველი მიმართულებიდან ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მარჯვნივ, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში – მარცხნივ. ანალოგიური სურათი შეინიშნება ჰაერის ციკლონური და ანტიციკლონური (ნახ. VII. 20) ცირკულაციის დროსაც.

დედამინის ბრუნვის ანარეკლია მდინარის წყლის ნაკადის მიერ, მარჯვენა ნაპირზე, მეტი დანოლის გამო, უფრო ინტენსიური ჩამორეცხვა, ვიდრე საპირისპირო მხარეს. თუ მდინარე სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ მიედინება, ადვილი მოსაფიქრებელია, რომ კვლავ მარჯვენა ნაპირის (უკვე აღმოსავლური მხარის) ჩამორეცხვას ექნება ადგილი. მდინარეთა კალაპოტებში მიმდინარე აღწერილი მოვლენა იმ შემთხვევაშიც შეინიშნება თუ წყლის ნაკადს არა მერიდიანული, არამედ პარალელის გასწვრივი მიმართულება აქვს შენარჩუნებული. თუმცა, წყლის ნაკადის დანოლა ნაპირზე საკმაოდ მცირეა, ხანგრძლივი და განუწყვეტელი მოქმედების გამო, იგი მაინც გოვებს შესამჩნევ კვალს: მდინარეთა მარჯვენა ნაპირებზე ციცაბო ფერდობების გამოქუთავება,

ხოლო მარცხენის – შედარებით დამრეცი ნაპირის ფორმირება. აღნიშნული მოვლენის კარგი ილუსტრაციაა მეცნაურებად გრძელი მდინარეების – ვოლგისა და დნეპრის მაგალითები.

ყველა ეს მოვლენა, რომლებიც გამოწვეულია დედამიწის ბრუნვით – ამ უკანასკნელის დამამტკიცებელ ფაქტებს წარმოადგენენ. ცხადია, რომ ეს ფაქტები სამხრეთ ნახევარსფეროშიც იჩენენ თავს, თუმცა საპირისპირო მიმართულებით. ადვილი მისახვედრია, რომ იქ მოძრაობის გადახრა მარცხნივაა მიმართული. აღწერილი მოვლენები ფრანგი მათემატიკოსის გუსტავ გასპარ კორიოლისის მიერაა აღწერილი და ბერის კანონითაა ცნობილი, რომელიც რუსეთში მცხოვრები მეცნიერის (XVIII) კ. ბერის სახელთანაა დაკავშირებული, რომელმაც აღნიშნულ მოვლენას გეოგრაფიული საფუძველი გამოუძებნა.

დედამიწის ბრუნვის თვალსაჩინო მტკიცებულებას წარმოადგენს ქანქარას ქანობის სიბრტყის ხილული გადახრა. ეს ექსპერიმენტი დეტალურად (ფუკოს ცდა) სკოლის ასტრონომიის კურსის გაკლისას შეისწავლება. აქ, მხოლოდ მის გეოგრაფიულ შედეგს აღვნიშნავთ. მექანიკის კანონით, ყოველი მოქანავე სხეული თავისი რხევის სიბრტყეს ინარჩუნებს. გრძელ ქანქარას (მაღალი შენობის თაღქვეშ) თავისუფალი რხევის საშუალება გააჩნია. თუ კი რხევის საწყის სიბრტყეს მოვნიშნავთ, მაღე დავინახავთ: ქანობის სიბრტყე (ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში) თანდათან საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით შემობრუნდება. სინამდვილეში კი ეს შემობრუნება მოჩვენებითია: ქანქარას რხევის სიბრტყის უცვლელობის გამო, მის ქვეშ დედამიწა შემობრუნდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. ამ მოძრაობის სიდიდე (a) ერთ საათში შეადგენს $150 \cdot \sin \varphi$, სადაც, φ - ადგილის განედია. თბილისში $a=150 \cdot \sin 41^{\circ}42' = 100$, ხოლო სანკტ-პეტერბურგში $a=150 \cdot \sin 60^{\circ} = 130$

აღნიშნული განსხვავების მიზეზის გარკვევის მიზნით უნდა გავიხსენოთ, რომ მოცემულ წერტილზე ჰორიზონტი, უპირველეს ყოვლისა, სიბრტყეს წარმოადგენს, რომელიც მართობულია შვეული ხაზის მიმართ. ერთდროულად, ეს სიბრტყე დედამიწის (მოცემულ წერტილზე) მხებ ზედაპირს წარმოადგენს. პოლუსზე კი ჰორიზონტის სიბრტყე დედამიწის ბრუნვის ღერძის მიმართ მართობულია. ამიტომ, დღე-ღამის განმავლობაში (ამ სიბრტყეზე) ნებისმიერი ხაზი დედამიწის ბრუნვის გამო – მთლიანად შემობრუნდება ($a=150=150 \cdot \sin 90^{\circ}=150$), ხოლო ეკვატორთან ჰორიზონტის სიბრტყისა და დედამიწის ღერძის პარალელურობის გამო, ამ სიბრტყეზე ნებისმიერი ხაზი ბრუნს კი არ შეასრულებს ($a=150 \sin 0^{\circ}=0$), არამედ სივრცეში გადაადგილდება თავისი თავის პარალელურად. ცხადია, რომ ნებისმიერ სხვა განედზე ჰორიზონტის შემობრუნება მეტია, ვიდრე ეკვატორზე და ნაკლებია პოლუსთან შედარებით. ამავე დროს, დღეღამური შემობრუნების სიდიდე $24a$ -ს, ანუ 360° -ის ტოლი გამოდგება.

დედამიწის ბრუნვას ღერძის გარშემო როგორც პლანეტარული, ისე გეოგრაფიული მნიშვნელობები გააჩნია. უპირველესად აღსანიშნავია, რომ მბრუნავი დედამიწის ნებისმიერი წერტილი ერთდროულად განიცდის როგორც მიზიდულობას მისი ცენტრისაკენ, ისე ცენტრიდანული ძალების მოქმედებას. მათი გეომეტრიული ჯამი მიმართულია რა ეკვატორისაკენ – მის

გამოხატვის, ხოლო პოლუსებთან პირიქით – შეზღუდვებს იწვევს. ამდენად, დედამისის სფეროსებური ფორმიდან გადახრა მისი ღერძული ბრუნვითაა გამოწვეული. სახელმძღვანელოს დანიშნულებიდან გამომდინარე, აღნიშნავთ დედამისის დღე-ღამური ბრუნვის რამდენიმე გეოგრაფიული მნიშვნელობის მქონე მოვლენას. უეჭველია, რომ სინათლის ერთი წყაროს (მზის) მიერ გაუმჯობესებულ დედამისის მხოლოდ მზისკენ მოქცეული ნაწილი განათდება, ხოლო მეორე – „ჩაბნელებული“ დარჩება. ცხადია, რომ, განათებულ ნაწილზე დღეა, ხოლო გაუნათებელზე – ღამე. დედამისის განათებულ ნახევარსფეროზე სითბური ბალანსი სრულიად განსხვავებულია, ვიდრე საპირისპირო მხარეს. ეს კი, პირდაპირ აისახება გეოგრაფიული პროცესების მსვლელობაზე, რომლებიც დაკავშირებულია როგორც მზის სინათლესთან, ისე სითბურ რეჟიმთან. მათ შორისაა გეოგრაფიული მნიშვნელობის მქონე მოვლენები: ატმოსფერული წნევა, ჰაერის მოძრაობა, აორთქლება, ღრუბლიანობა, მცენარეთა და ცხოველთა ფიზიოლოგიური ფუნქციები.

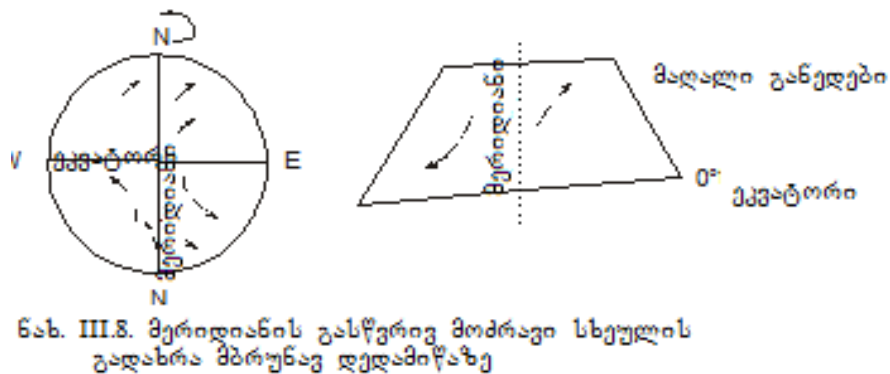
დედამისის, თავისი ღერძის გარშემო ბრუნვის გამო, მისი განათებული და ბნელი ნახევარსფეროები ამ მდგომარეობაში, მუდმივად არ რჩებიან. სწორედ ბრუნვა განსაზღვრავს დედამისზე დღისა და ღამის მორიგეობას. ამავე დროს, ამ მორიგეობას საკმაოდ ჩქარი ტემპი ახასიათებს, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სითბოს განონასწორების საქმეში. ასე, დღის ხანმოკლეობა ზედაპირს გადაძვავებისაგან იცავს; საინააღმდეგო მხარეს კი მოკლე ღამის განმავლობაში, გადაძვავება ვერ ესწრება; სითბოს ამგვარი ნიველირების გარეშე შეუძლებელი გახდებოდა დღევანდელი ბუნების ჩამოყალიბება, სიცოცხლის ფორმირება და შენარჩუნება.

პლანეტაზე დღე-ღამური მორიგეობა მაშინაც კი იქნებოდა შესაძლებელი, თუ დედამისი მხოლოდ მზის გარშემო იმოძრაებდა. თუმცა, ამ დროს აღნიშნული მორიგეობა 365-ჯერ შენელებოდა და მისი ძირითადი სეზონები დღესა და ღამის შესაბამისობაში მოვიდოდნენ. ასეთ პირობებში, ეგზოგენური პროცესები სრულიად განსხვავებული ხასიათს მიიღებდა, ვიდრე ისინი ამჟამად არიან გამოქვეყნებული. პირველ რიგში, იგი შეეხებოდა დედამისის განათებულ და გაუნათებელ ნახევარსფეროებს შორის, უდიდესი ძალის ქარების წარმოქმნასა და მათ ხანგრძლივ გამოვლინებას.

დედამისის დღე-ღამური მოძრაობა გეოგრაფიული გარსის პროცესებისა და სასიცოცხლო მოვლენების რიგგეული რეჟიმის წარმოქმნას განაპირობებს. ასე, მაგალითად, ჰაერის ტემპერატურას ნათლად გამოხატული დღე-ღამური მსვლელობა ახასიათებს: იგი მაქსიმალურ სიდიდეს შუადღეზე აღწევს, ხოლო მინიმუმი – მზის ამოსვლამდე რამდენიმე ადრე ფიქსირდება. ასევე, დღე-ღამური რეჟიმის მკვეთრი ცვლილებით ხასიათდება ჰაერის აბსოლუტური სინოტივის მაჩვენებელი. მისი ყველაზე მაღალი სიდიდე დღის უთბილეს დროს ემთხვევა. შეფარდებითი სინოტივის მაქსიმუმი კი დღე-ღამის ცივ თვზაში დგება.

როგორც ეს უკვე აღნიშნული იყო, დედამიწის ზედაპირზე მოძრავი სხეულების (მდინარე, ქარი, ოკეანური დინება) მიმართულებები განსაზღვრულია მათი გამომწვევი ფაქტორების ხასიათით: მდინარის წყლის მოძრაობა რელიეფის დახრილობითაა შეპირობებული; ქარის მოძრაობას ატმოსფერული წნევის სივრცეობრივი უთანაბრობა იწვევს; ოკეანური დინებები გაბატონებულ ქარებთანაა ან ოკეანის დონის არათანაბრობასთანა ან წყლის სიმკვრივის სხვადასხვაობასთანაა დაკავშირებული; აქედან გამომდინარე უნდა ვივარაუდოთ, რომ სხეულების მოძრაობის მიმართულებების შენარჩუნებას ხელს ვერაფერი შეუძლია. ჩვენი ვარაუდი გამართლებულია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა სხეულების გადაადგილება უძრავ დედამიწაზე მიმდინარეობს. მისი ბრუნვის დროს კი საწყისი მიმართულების მოძრაობის ბოლომდე შენარჩუნება სრულიად შეუძლებელია. ამიტანა განპირობებული დედამიწაზე მოძრავი სხეულების გადახრა, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში - მარჯვნივ, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში - მარცხნივ.

მზრუნავ დედამიწაზე მოძრავი სხეულების თავდაპირველი მიმართულებიდან გადახრა აიხსნება იმით, რომ ინერციულობის გამო ისინი სიჩქარისა და მიმართულების შენარჩუნებას ცდილობენ. მზრუნავი დედამიწის ყოველი წერტილი ინარჩუნებს რა კუთხური სიჩქარეების ცოლობას – ხაზობრივი სიჩქარეები მუდმივ ცვლაში არიან. ამ დროს, სხეული მოძრაობს რა ეკვატორიდან მაღალი განედებისაკენ, მისი ხაზობრივი სიჩქარე (ნახ. III. 8) თანდათანობით სულ უფრო ნელი ხდება. ამასთანავე, ინერციის კანონით, მოძრავი სხეული (მდინარის წყალი, ქარი) ინარჩუნებს იმ უფრო მეტ სიჩქარეს, რაც მას ეკვატორზე ჰქონდა. ამის გამო, წყლის ან ქარის ნაკადი, მერიდიანთან შედარებით, მარჯვენა მხარეს იქნება გადახრილი.



სინამდვილეში კი მოძრავი სხეულების გადახრა ფიქტიურია, რადგან თვით სხეულები კი არ გადაიხრებიან, არამედ დედამიწის ბრუნვის მიერ იძულებულნი არიან გადახრილებად მოგვეჩვენონ. ამ ეფექტს – კორიოლისის აჩქარებას უწოდებენ. მის გეოგრაფიულ გამოვლინებას ჩვენ უკვე ბერის კანონი ვუწოდეთ. კორიოლისის ეფექტით სხეულის აჩქარება ყოველთვის $v \sin \phi$ სიჩქარის ვექტორის მიმართ მართი კუთხითაა მიმართული და პოლუსებთან მისი სიდიდე $1.5 \cdot 10^{-4} v \sin \phi$ მმ²-ის ტოლია.

დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა (კორიოლისის ძალა) გამოისახება ფორმულით:

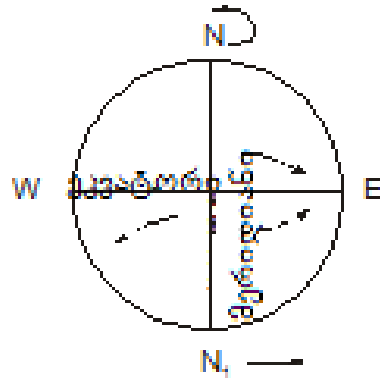
$$F = 2 \omega v \sin \phi,$$

სადაც, F – გადახრის ძალა (დინამი), ω – ბრუნვის კუთხური სიჩქარე, v – სხეულის მოძრაობის სიჩქარე (მ/წმ), ϕ – ადგილის განხილვა.

როგორც ჩანს, კორიოლისის ძალასაც, ისე როგორც მისივე აჩქარებას – მაქსიმალური მნიშვნელობა აქვს პოლუსზე, ხოლო ეკვატორზე ნულის ტოლია. აშკარაა, რომ მბრუნავ დედამიწაზე მერიდიანის მიმართულებით მოძრავი სხეულების გადახრას უკვე აღვნიშნავთ. ამავე დროს, საინტერესოა პარალელის გასწვრივ მოძრავი სხეულების მიმართულების შენარჩუნების თუ გადახრის ეფექტის ახსნა. უკვე აღვნიშნეთ, რომ ამ შემთხვევაშიც შეინიშნება სხეულების გადახრა მათი თავდაპირველი მიმართულებიდან. კორიოლისის ძალა აქაცაა გამოვლინებული. თუ დავუშვებთ, რომ სხეული მოძრაობს აღმოსავლეთით (ნახ. III. 9), ანუ ბრუნვის მიმართულებით, მაშინ ვლევობით ბრუნვის სიჩქარის ზრდას პოლუსთან შედარებით. ამიტომ, ამ სხეულის ცენტრიდანული ძალა ამავე მიმართულებით გაიზრდება კიდევაც, რაც გამოიწვევს მის გადაადგილებას უფრო მეტი ცენტრიდანული ძალის გამოვლინების არეალისაკენ, ანუ ეკვატორისაკენ. აშკარაა, რომ ეს მოძრავი სხეული მარჯვნივ გადაიხრება. სხეულის საპირისპირო – დასავლური ანუ ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობისას, ცხადია მისი ცენტრი დანული ძალა შემცირდება და იგი პოლუსისაკენ, ანუ მარჯვნივ გადაიხრება.

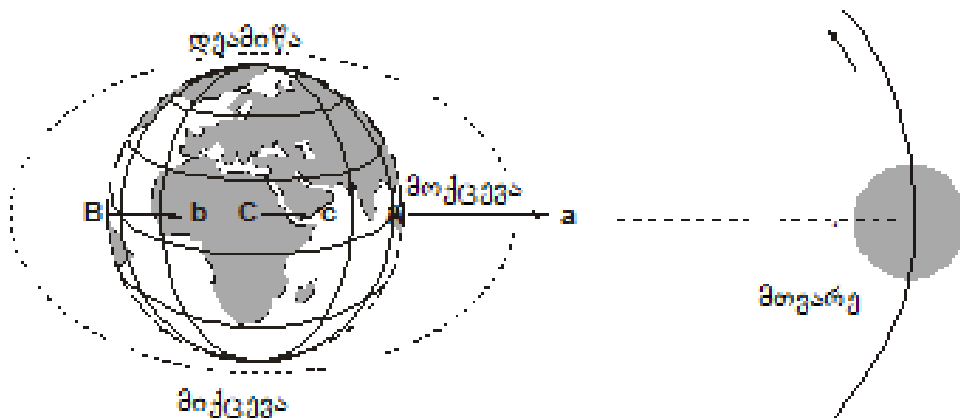
ცნობილია, რომ დედამიწა მთვარესთან ერთად ასრულებს საერთო მოძრაობას. ამავე დროს, დედამიწის უფრო მეტი მასის (მთვარესთან შედარებით) გამო, მათი საერთო სიმძიმის ცენტრი დედამიწაზე მდებარეობს. ამ გრავიტაციული მოვლენის ერთ-ერთი თვალსაჩინო გამოვლინებას ადგილი აქვს მთვარის მიერ მიზიდულობის მოქმედებას, რომელიც ოკეანეებისა და ზღვების აკვატორიაში სრულდება და საკმაოდ საინტერესო გეოგრაფიული შედეგი გააჩნია. მხედველობაში გვაქვს წყლის მიქცევა-მოქცევის მოვლენა, რომელიც დედამიწისა და მთვარის ცენტრების შემადგენელი ხაზის გაყოფაზეა გამოვლინებული.

მთვარისმიერი მიზიდულობით, გარკვეული აჩქარება ენიჭება როგორც მთელ დედამიწას, ისე მისი ზედაპირის ყოველ სხეულს. ამავე დროს, დედამიწას – როგორც მყარ სხეულს, მთვარე მიანიჭებს ჩვენ აჩქარებას (ნახ. III. 10), ანუ მიიზიდავს ჩვენ სიდიდით. ოკეანის წყლის მასები, რომელიც მთვარის მხარესაა – უფრო მეტი ძალით მიიზიდება. დედამიწის მოპირდაპირე მხარეს მიზიდულობა ნაკლებია. ცხადია, რომ წყლის უფრო „დრეკადი“ მასა მთვარის მიერ უფრო ადვილად მიიზიდება, ვიდრე „მყიფე“ ლითოსფერო. ამის გამო, მთვარისაკენ მიმართულ და დიამეტრულად საწინააღმდეგო ოკეანის ზედაპირზე წარმოიქმნება წყლის მასის ამოხრცვა, რასაც მოქცევითი შვერილი ეწოდება. მათ შორის მოქცეულ ოკეანურ სივრცეში, წყლის ზედაპირის დანევას ექნება ადგილი.



ნახ. III.9. პარალელის გასწვრივ მოძრაობის სხეულის გადახრა მბრუნავ დედამიწაზე

დედამიწის ბრუნვის გამო მოქცევითი შვრილები ცალკეადა იქცევიან, რომლებიც დედამიწას გარს შემოუვლიან. მათი მოძრაობა დედამიწის ბრუნვის შემხვედრი მიმართულებისაა, ანუ აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენაა მიმართული. წყლის შვრილი – მოქცევას, ხოლო ცალკური ღრუბლი – მიქცევას იწვევს. მოქცევის ხანგრძლივობა 6 სთ და 15 წთ-ია, რომლის შემდეგ მიქცევა ამდენივე ხანს გრძელდება. ცხადია, რომ ერთი მთლიანი თაბა 12 სთ და 30 წთ მიმდინარეობს. მას მოსდევს მეორე მოქცევა-მიქცევის თაბის განმეორება. ეს პროცესი განუწყვეტელია.



ნახ. III.10. წყლის მიქცევა-მოქცევა

მოქცევა-მიქცევის მოვლენას დიდი გეოგრაფიული შედეგები მოსდევს. მასთანაა დაკავშირებული მდინარეთა ქვემო ღინებების განსაკუთრებული ჰიდროლოგიური რეჟიმის ფორმირება, შესართავების მორფოლოგიური ასპექტები, სანაპირო ზონის მორფოდინამიკური მახასიათებლები, სანაპიროების მცენარეული საფარისა და ცხოველთა სამყაროს ფიზიოლოგიური ნიშნები და ა.შ.

მოქცევების წარმოშობაში, მთვარესთან ერთად, მზეც მონაწილეობს. თუმცა, მისი დედამიწიდან დიდი მანძილის გამო მზის მიერ მოქცევის სიდიდე, მთვარესთან შედარებით, 2,17-ჯერ ნაკლებია. უდიდესი მოქცევა ახალმთვარეობას ემთხვევა. ამ დროს, მზე და მთვარე თითქმის ერთ სწორ ხაზზე

მდებარეობს. ამიტომ, მათი ერთობლივი მოქცევანარმოშობი ძალების შეკრება მოქცევის მაქსიმალური სიდიდის წარმოქმნას განაპირობებს. ღია ოკეანეში მოქცევის საშუალო სიმაღლე 20 სმ-ს არ აღემატება. სანაპიროებთან ეს მოვლენა შესაძენევი (2-3 მ) ხდება. მეგ-ნაკლებად ხმელეთში შეჭრილ ვიწრო ყურეებსა და ლიმანებში წყლის დონის რყევა რამდენადმე დიდია და ზოგჯერ 12-13 მ-ს (პენეინის უბე) და 18 მ-საც კი (ფანდის ყურე) აღწევს. მოქცევა-მიქცევის მოვლენას „მყარ“ ზედაპირზეც აქვს ადგილი, თუმცა მისი მნიშვნელობა მიზერულად მცირეა.

დედამიწის ბრუნვის შემხვედრი მიმართულების მოქცევითი ტალღა ანელებს ამ მოძრაობას. მოქცევითი ხახუნის დამამუხრუჭებელი ეფექტის გამო, დედამიწის დღე-ღამე სულ უფრო ხანგრძლივი ხდება, რაც 40 ათასი წლის განმავლობაში 1 წმ-ს შეადგენს. ამდენად, ერთი მილიარდი წლის წინ, დედამიწის სწრაფი ბრუნვის გამო, დღე-ღამის ხანგრძლივობა 17 სთ-ს შეადგენდა. ამ მოვლენასთან უნდა ყოფილიყო დაკავშირებული სუბტროპიკული მაღალი წნევის არეების თითქმის 10⁰-ით ეკვატორისაკენ გადაადგილება. ასევე, მაღალ ცენტრიდანულ ძალებს ეკვატორული ტრანსგრესია და, ერთდროულად, პოლარული რეგრესია უნდა გამოეწვია. თუ დავეყრდნობით აღნიშნულ ეფექტს, ერთი მილიარდი წლის შემდეგ დღე-ღამის ხანგრძლივობა 31 სთ-მდე უნდა გაიზარდოს. დედამიწის ბრუნვის შენელებამ ცენტრიდანული ძალის შემცირება უნდა გამოიწვიოს. ამის გამო, მოსალოდნელია ეკვატორული გამომწევა და პოლარული შეკუმშულობა განონასწორების ტენდენციას დაადგეს, რაც დედამიწის ფორმის ელიფსოიდურიდან სფეროიდულში გადასვლის ხანგრძლივი პროცესის მსვლელობას მოასწავებს.

დედამიწის ბრუნვის ფაქტი გამოიყენება აგრეთვე გეოგრაფიული კოორდინატების აგებისა და განსაზღვრის პრაქტიკაში. სწორედ, მზრუნავ დედამიწაზეა ორი უძრავი წერტილი – გეოგრაფიული პოლუსები. სფეროსებური ფორმა კი სანყისი წრეწირების – ეკვატორისა და ნულოვანი მერიდიანის გატარების საშუალებას იძლევა, ხოლო პარალელებისა და მერიდიანების მეშვეობით შექმნილი გრადუსთა ბადე – რიგი თეორიული და პრაქტიკული საქმიანობის საფუძველია.

მოვლენების არსებობისა და ცვლილებების ერთ-ერთ ძირითად (სივრცესთან ერთად) ფორმას დრო წარმოადგენს. დრო, ისე როგორც სამყარო – უსასრულოა. მას არა აქვს დასაწყისი და დასასრული. დროის მახასიათებელი ნიშანი მისი შეუქცევადობაა, რომელსაც მხოლოდ ერთი მიმართულება გააჩნია. იგი მოემართება წარსულიდან და მიმართულია მომავლისაკენ. დროის შეუქცევადობის გამო, შეუძლებელია მოვლენების გადანაცვლება დროში, როგორც ამას სივრცეში შეიძლება ჰქონდეს ადგილი. დროის გაზომვას ასრულებენ პერიოდულად განმეორებადი, ერთნაირი ხანგრძლივობის პროცესის – პერიოდული ასტრონომიული მოვლენების მეშვეობით. მათ მიეკუთვნება დედამიწის ბრუნვა თავისი წარმოსახვითი ღერძის გარშემო, ან კიდევ წელთაღრიცხვის ზოგიერთ სისტემებში (მთვარის გარშემოვლა დედამიწის გარშემო) მიღებული პერიოდული მოვლენები.

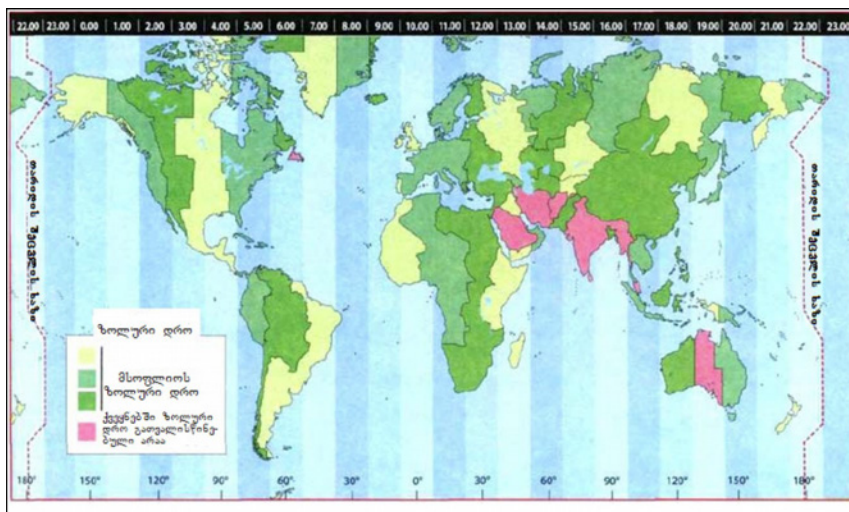
ამ მოვლენებს შორის უმნიშვნელოვანესია დედამიწის ბრუნვა თავისი ღერძის გარშემო. ამის შედეგად, დროის გაზომვის ბუნებრივ ერთეულს – დღე-ღამეს ვღებულობთ. დედამიწის გარშემოვლა მზის ირგვლივ დროის გაზომვის მეორე მნიშვნელოვან ერთეულს – წელიწადს იძლევა. დღე-ღამის ნაწილების (საათი, წუთი, წამი) გაზომვის მიზნით გამოიყენება მუდმივად განმეორებადი პერიოდული პროცესები. ამ მხრივ, ცნობილია კვარცის ფიზიკის, ან კიდევ, ამიაკის მოლეკულის ვიბრაციები, რომელთა პერიოდის მუდმივობა იმდენად მაღალია, რომ მას ნარმატებით იყენებენ დღელაშურ ხანგრძლივობათა ცვლილების კონტროლის მიზნით.

ადგილობრივი და ზოლური დრო. დედამიწაზე მყოფი დამკვირვებელი ნათლად ამჩნევს მზისა და სხვა მნათობების ცაზე დღე-ღამურ მოძრაობას, რომლებიც პარალელურ წრეწირებს აღწერენ. მათ დღელაშური პარალელები ჰქვია. ამავე დროს, მნათობები თავის გზაზე, გადაკვეთავენ აგრეთვე მერიდიანებსაც. ამ მომენტში მნათობი კულმინაციაში იმყოფება. თუმცა, კულმინაციის მომენტი ცის მერიდიანზეა ასახული. იგი ადგილობრივ (გეოგრაფიული) მერიდიანს ემთხვევა. მაშასადამე, თუკი კულმინაციაზეა ლაპარაკი, იგულისხმება აგრეთვე გეოგრაფიული მერიდიანი. იმავე მნათობის კულმინაცია მეზობელ მერიდიანზე სხვა მომენტში უნდა მოხდეს. ამგვარად, დღე-ღამის რომელიმე მომენტი (შუადღე, შუაღამე, მზის ამოსვლა და ჩასვლა) ყველა მერიდიანზე ერთდროულად არ ხდება. როცა იმაზეა საუბარი თუ რა დროა – იგულისხმება გარკვეული ადგილის დრო. მას ადგილობრივი დრო, ანუ ამ მერიდიანის შესაბამისი დრო ჰქვია.

დედამიწა მრგვალია და ბრუნავს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. ამიტომ, როცა რომელიმე ქალაქში (მაგ. თბილისში) მზე ამოდის, მის დასავლეთით მდებარე ქალაქებში (მაგ. სოხუმში) იგი ჯერ კიდევ არ ამოსულა, ხოლო აღმოსავლეთით მდებარე ქალაქებში (მაგ. ბაქაში) უკვე ჰორიზონტს მაღლა იმყოფება. ცხადია, რომ უფრო აღმოსავლეთით მდებარე ქალაქებში (მაგ. გაშენებში, ან კიდევ, ტოკიოში) მზე დიდი ხნის ამოსულია.

ყოველ ქალაქსა თუ დასახლებულ პუნქტში თავისი ადგილობრივი დროით სარგებლობა სამოქალაქო ცხოვრების საკმაო უხერხულობას გამოიწვევდა. ამიტომ, უკვე შუა საუკუნეებში გაჩნდა აზრი მსოფლიოში, ერთიანი დროის შემოღების შესახებ. დედამიწის ბრუნვის გამო, ყოველ მოცემულ მერიდიანზე, ერთსა და იმავე მომენტში, საკუთარი დრო ფიქსირდება. აქედან გამომდინარე, დედამიწის ყოველ მოცემულ ადგილს თავისი საკუთარი ადგილობრივი დრო შეესაბამება. ამასთანავე, მისგან აღმოსავლეთით მდებარე მერიდიანზე დრო ყოველთვის მეტია, ხოლო დასავლეთით გავრცელებულ პუნქტებში, პირიქით – დრო შედარებით ნაკლებია. ცხადია, რომ დასახლებული პუნქტების გეოგრაფიული გრძედები არა მარტო გრადუსებით, არამედ დროითი განზომილებებითაც შეიძლება გამოისახოს. რადგან დედამიწის პარალელის სიგრძესა და დღე-ღამის ხანგრძლივობას შორის დამოკიდებულება $3600:24$ სთ= 15° -სის მნიშვნელობით გამოისახება და იგი 1 სთ-ის სიდიდეს შეესაბამება, შეიძლება ითქვას, რომ ყოველ 15° -იან მერიდიანებს შორის მოქცეული სივრცე ანუ ზოლი ერთი საერთო საშუალო დროით ხასიათდება. ასე წამოიჭრა საკითხი ე. წ. ზოლური დროის (ნახ. III. 11) შემოღების შესახებ.

ზოლური დრო ემყარება დედამიწის სფეროსებურობისა და ღერძის გარშემო ბრუნვის პრინციპებს. ამ მხრივ, დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია 24 სასაათო ზოლად. თითოეული მათგანი პირობით შემოსაზღვრულია მერიდიანებით ყოველი 15° -ის, ანუ 1 საათის შემდეგ. პოლუსებზე მათ საერთო წერტილი აქვთ. სასაათო ზოლები დანომრილია 0-დან 23-მდე. თითოეული ზოლის სიგანე 15° -ია. სანეის, ნულოვან ზოლად მიღებულია ის, რომელიც შემოსაზღვრულია მერიდიანებით $352^{\circ}30'$ და $7^{\circ}30'$. ამ ზოლის შუა მერიდიანი – გრინიჩის, ანუ ნულოვანი მერიდიანია. მის აღმოსავლეთით მდებარე მეზობელი ზოლი პირველ ზოლს წარმოადგენს, კიდევ უფრო აღმოსავლეთით კი მეორე ზოლი მდებარეობს, შემდეგ – მესამე და ა.შ. ყოველი, მოცემული ზოლის ფარგლებში დრო იმდენი საათით მეტია მსოფლიო დროზე (ნულოვანი მერიდიანის დრო), რამდენიცაა ამ ზოლის ნომრის რიცხვი.



ნახ. III.11. ზოლური დრო

თითოეული ზოლის შიგნით ერთი საერთო დრო იხმარება. იგი შეესაბამება ამ ზოლის საშუალო მერიდიანის ადგილობრივ დროს. მოცემულ ზოლში ყველა ქალაქის საათი საშუალო მერიდიანის დროს უჩვენებს. ასე, მაგალითად, თბილისი მესამე ზოლშია, რომლის შუა მერიდიანის გრძედი 45° -ის ტოლია. როცა შუა მერიდიანის დროით 12 საათია, თბილისში ($\lambda=44^{\circ}48'$) შუადღე, ჯერ კიდევ, არ დამდგარა. ზოლის ფარგლებში ადგილობრივ და ზოლურ დროთა შორის განსხვავება 30 წუთზე მეტი არსად არ არის. პრაქტიკულად ეს განსხვავება სამოქალაქო ცხოვრებაში შეუმჩნეველია.

სასაათო ზოლები ზოგიერთ დიდ სახელმწიფოებს რამდენიმე ადგილობრივი დროის შესაბამის ფრაგმენტებად ყოფს. ხშირად კი, პატარა ქვეყნები ერთი სასაათო ზოლის ფარგლებშია მოქცეული. ასეთივე, ერთ ზოლშია მოქცეული არა მარტო ერთი სახელმწიფო – საქართველო, არამედ ამიერკავკასიის კიდევ ორი ქვეყანა – აზერბაიჯანი და სომხეთი. დიდი ფართობის სახელმწიფოებზე (რუსეთი, კანადა, ბრაზილია) რამდენიმე სასაათო ზოლი გადის. ასე, რუსეთი თერთმეტ ასეთ ზოლს, კანადა – ხუთს, ხოლო ბრაზილია სამ სასაათო ზოლს მოიცავს. ყოველ

მედიკალიზაცია ზოგადი გადამსწავლის საათის შესწორება ერთ საათს შეადგენს. თანაც, თუ მედიკალიზაცია აღმოსავლური მიმართულებით გადაჰყვება სასაათო ზოლებს, მან საათის ისარი თითო საათით წინ უნდა გადასწიოს, დასავლური მიმართულებით მედიკალიზაციის კი – უკან.

სასაათო ზოლების საზღვრები ყოველთვის მერიდიანებს არ მიუყვება. ხშირად ისინი გავლებულია ბუნებრივ მიჯნებზე (მდინარეზე, ქედებზე), ან კიდევ სახელმწიფოს ან მის ადმინისტრაციულ საზღვრებზე. ნაკლებად კი გადახრილია დასახლებული პუნქტების ფარგლებში. დროის აღრიცხვის ეს წესი მოსახერხებელია საყოფაცხოვრებო ნიშნების გათვალისწინებით. ასე, მაგალითად, მიუღებელია ქალაქის ორ ნაწილში სხვადასხვა ადგილობრივი დროის ხმარება. ხშირად, სახელმწიფოს სპეციალური დადგენილებით, საათის ისარი, ადგილობრივისაგან განსხვავებით, წინ ან უკანაა გადაწეული. ზაფხულის თვეებში ადრე თენდება. მოსახლეობა უფრო მეტად დილის მზის სინათლეს იყენებს, ნაკლებად ხარჯავს ელექტროენერგიას. ამიტომ, ზოგიერთ ქვეყნებში, დრო ერთი საათით წინაა წაწეული. ზამთრის პერიოდში კი საათის ისარი ერთი საათით უკანაა გადაწეული. ზოგან კი სასაათო ზოლისაგან განსხვავებული დროა შემოღებული, რაც ადგილობრივი პირობებითაა შეპირობებული. ასე, მაგალითად, სამხრეთი აზიის ზოგიერთ ქვეყანაში და ცენტრალურ ავსტრალიაში დრო ნახევარი საათითაა წინ გადაწეული, ხოლო ატლანტის ოკეანის ზოგიერთი კუნძულის ადგილობრივი დრო ერთი საათით უკანაა გადაწეული. რაც შეეხება კუნძულ გრენლანდიას – იგი მთლიანად ერთ სასაათო ზოლშია მოქცეული, თუმცა იგი 4 ასეთი ზოლის ფარგლებშია წარმოდგენილი. ზოლური დროისაგან განსხვავებული ადგილობრივი დროა შემოღებული აგრეთვე წყნარი ოკეანის მთელ რიგ კუნძულებზეც.

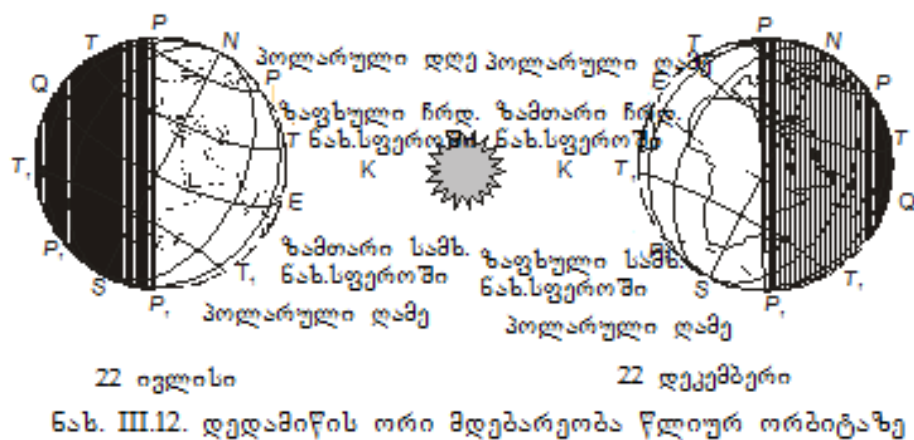
დედამიწის გარშემოვლა მზის ირგვლივ. გეოგრაფიული გარსის უმთავრესი კომპონენტების (ჰიდროსფერო, ატმოსფერო, ლითოსფერო და ბიოსფერო) ცალკეული ელემენტები პლანეტარული მოვლენების მუდმივი დაგვირგთების ქვეშ იმყოფებიან, რის გამოც მათი ქცევები სივრცე-დროითი ცვლილებებით კონტროლდება. სპეციალური განათლების არმქონე დამკვირვებლისთვისაც კი ბუნდოვანი სრულებით არაა დღისა და ღამის მორიგეობა, ან კიდევ მათი ხანგრძლივობათა ცვლა, რომელიმე დასახლებულ პუნქტში. უფრო მეტი ცოდნა საჭირო იქნათვის, რომ გავერკვეთ დედამიწაზე სარტყლების არსებობის შესახებ, ან კიდევ სხვადასხვა სარტყელში დღისა და ღამის ხანგრძლივობათა ცვლილებებისა და მათი გამომწვევი მიზეზების შესახებ.

სკოლის პროგრამიდან ცნობილია, რომ წელიწადის განმავლობაში მზის დახრილობის ცვლას აქვს ადგილი და მისი სიდიდე $+23,5^{\circ}$ -სა და $-23,5^{\circ}$ -ს შორისაა მოქცეული. საწყის გეოგრაფიულ ცოდნას კი, თერძული ანუ კლიმატური სარტყლების არსებობას, ჯერ კიდევ ანტიკურ ეპოქაში ფლობდნენ. საყურადღებოა, რომ ამ სარტყლებს შორის საზღვრებად დედამიწის ის პარალელებია გამოყენებული, რომელთა განედები როგორც ჩრდილოეთ, ისე სამხრეთ ნახევარსფეროებში $23,5^{\circ}$ და $66,5^{\circ}$ -ია. ამ მოვლენების სუფთა გეომეტრიული მიზეზები სასკოლო ასტრონომიული კურსიდანაა ცნობილი. ამჟამად, შევსებით ამ მოვლენების პლანეტარულ შედეგებს, რომლებსაც გეოგრაფიული მნიშვნელობები გააჩნიათ.

მართლაც, საინტერესოა თუ რა კავშირებია მზის მაქსიმალურ დახრილობასა და აღნიშნულ მაჩვენებლებს შორის, ან კიდევ რა საერთო ფიზიკური საფუძველი უდევს ამ მოვლენებს, ან კიდევ რა გეოგრაფიული შედეგებით ხასიათდება ისინი? ამ კითხვებზე პასუხის გაცემა მოითხოვს შემდეგ ორ მოვლენაში დარწმუნებას: 1. დედამიწა მოძრაობს (სრბოლავს) მზის გარშემო; 2. მისი ბრუნვის ღერძი დახრილია ეკლიპტიკის სიბრტყისადმი (ორბიტის სიბრტყისადმი) და ეს დახრა, საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, უცვლელია.

დედამიწის გარშემოვლა მზის გარშემო თითქმის წრიულ გზაზე სრულდება ერთი წელიწადის, ანუ 365 დღე-ღამის, 5 საათის, 48 წუთისა და 46 წამის განმავლობაში. მისი საშუალო სიჩქარე 29,5 კმ/წმ შეადგენს. ამ გზაზე დედამიწა არათანაბარი სიჩქარით მოძრაობს. ჩვენი პლანეტა მზიდან საშუალოდ 149,6 მლნ. კმ-თაა დაშორებული. ეს მანძილი წლის განმავლობაში პერიოდულად იცვლება. ცხადია, რომ დედამიწის ორბიტა ერთგვარად განვლილია, სინამდვილეში – ელიფსურია. მზე კი ამ ელიფსის ერთ-ერთ ფოკუსში იმყოფება. მაშინ, როცა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზამთარია, დედამიწა მზესთან ყველაზე ახლო (იანვარი) მდგომარეობას (პერიჰელიუმი) იკავებს და მისგან 147,1 მლნ. კმ-თაა დაშორებული. ნახევარი წლის შემდეგ – ივლისში, დედამიწა ორბიტაზე მზიდან მაქსიმალურადაა (აფელიუმი) დაშორებული. ამ მანძილთა შორის სხვაობა 5 მლნ. კმ-ია. ცხადია, რომ დედამიწის სრბოლვის ელიფსი დიდად განვლილი არაა, ანუ მისი ექსცენტრისიტეტი საკმაოდ მცირეა. ამის გამო, ეს სხვაობა საშუალო მანძილთან შედარებით იმდენად მცირეა (3,3 %), რომ სიბრტყის შიდაწლიურ ცვლილებებთან მისი კავშირი მხედველობაში არ მიიღება.

წელიწადის დრონი – სეზონები. დედამიწის მიერ მზის გარშემოვლა განაპირობებს წლის დროთა ცვლას, ანუ სეზონურ მორიგეობას, რომელსაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს გეოგრაფიული გარსის თვისობრივი ხასიათის ჩამოყალიბებაში. ამ მოვლენას განაპირობებს დედამიწის ბრუნვის ღერძის გადახრის ($66^{\circ}33'$) შედეგობა ეკლიპტიკის (ორბიტის) სიბრტყის მიმართ. ამის გამო, დედამიწის მიერ მზის გარშემოვლისას, წლის სხვადასხვა დროს, ჩრდილოეთი და სამხრეთი ნახევარსფეროები მზის ენერგიას არათანაბრად ღებულობს (ნახ. III. 12).

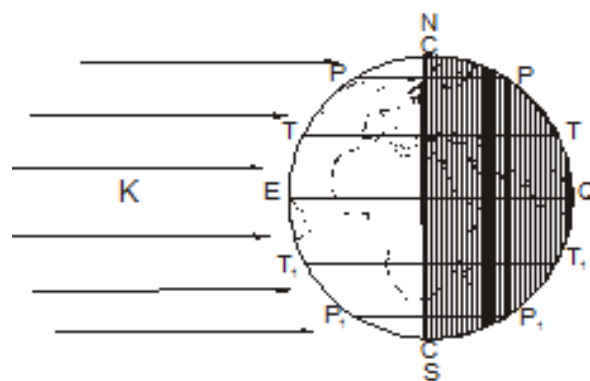


იმ დროს, როცა დედამიწის ბრუნვის ღერძი მართობულ მდგომარეობას იკავებს მზის სხივებისადმი, მაშინ ორივე ნახევარსფერო თანაბრად (ნახ. III. 13) განათებული, ხოლო მნათობიდან შემოსული რადიაციის ინტენსივობა ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ თანდათანობით კლებულობს.

ნახაზის აღნიშვნები შემდეგი მნიშვნელობისაა: K – ეკლიპტიკის სიბრტყეა, CC – სინათლის გამყოფი ხაზია, NS – დედამიწის ღერძია, EQ – დედამიწის ეკვატორია, TT და T_1T_1 – ჩრდილოეთი და სამხრეთი ტროპიკებია, PP და P_1P_1 – ჩრდილოეთი და სამხრეთი პოლარული წრეებია.

დედამიწის ბრუნვის ღერძის მზის სხივებისადმი მართობული მდგომარეობისას, დღისა და ღამის ხანგრძლივობა ყველგან თანაბარი, ანუ 12-12 საათის ტოლი იქნებოდა. სინამდვილეში, კი დღისა და ღამის ხანგრძლივობა, მთელი წლის განმავლობაში, მუდმივ ცვალებადობაშია. ასე, მაგალითად, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში 22 ივნისს დღე ყველაზე ხანგრძლივია, ღამე კი ხანმოკლე. წელიწადის ამ მომენტს ზათესულის მზებუდობას უწოდებენ. 22 დეკემბერს – ზამთრის მზებუდობის დღეს, პირიქით – ყველაზე მოკლე დღე და გრძელი ღამეა. თბილისში, ამ დროს ღამის ხანგრძლივობა 14 საათი და 51 წუთია, ხოლო დღე მხოლოდ 9 საათსა და 09 წუთს გრძელდება. ზათესულის მზებუდობის დღეს, დედამიწის ჩრდილოეთი ნახევარსფერო გადახრილია მზისაკენ, ხოლო სხივები შუადღისას მართობულად ეცემა პარალელს, რომლის განედია $23^{\circ}27'$. მას ჩრდილოეთ ტროპიკს უწოდებენ.

ზამთარში, 22 დეკემბერს (ზამთრის მზებუდობის დღე) ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ღამე ყველაზე გრძელია, ხოლო დღე, პირიქით, მოკლეა. ამ დღეს, დედამიწის სამხრეთი ნახევარსფერო გადახრილია მზისაკენ და სხივები შვეულად სამხრეთ ტროპიკზე ეცემა, რომლის განედია $23^{\circ}27'$. ამავე დროს, დედამიწის ზედაპირის იმ სეგმენტში, რომელიც მოქცეულია პოლუსებსა და პოლარულ წრეებს ($\varphi=66^{\circ}33'$) შორის, ხანგამოშვებით, პოლარული დღეები და ღამეები მეფობს.



ნახ. III.13. დედამიწის მდგომარეობა წლიურ ორბიტაზე 21 მარტსა და 23 სექტემბერს

პოლარული დღის ან ღამის ხანგრძლივობა პოლარული წრეებიდან პოლუსების მიმართულებით თანდათან იზრდება, ხოლო თვით პოლუსებზე ექვს-ექვს თვეს შუადგენს. ამავე

დროს, როცა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს პოლარულ სეზონებში ღამეა, სამხრეთ ნახევარსფეროს ანალოგიურ არეალში პირიქით – დღეა. ცნობილია, რომ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში წელიწადის თბილი ნახევარი თითქმის ორი კვირით მეტია, ვიდრე ცივი პერიოდი. ეს სხვაობა შეპირობებულია ორბიტაზე დედამიწის არათანაბარი სიჩქარით. კერძოდ, მაშინ როცა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზამთარია, დედამიწა ე.წ. პერიჰელიუმშია და უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე ამას ექვსი თვის შემდეგ, ანუ აფელიუმის მომენტში, აქვს ადგილი.

ზაფხულისა და ზამთრის მზებუდობის დღეების გარდა, 21 მარტსა (ზაფხულის დღელამტოლობა) და 23 სექტემბერს (შემოდგომის დღელამტოლობა) დედამიწის ბრუნვის ღერძი მზის სხივებისადმი მართობულ მდგომარეობაშია. ამ დღეებში მზის სხივები შეეუღლად მხოლოდ ეკვატორზე ეცემა, ხოლო განედის ზრდასთან ერთად, ეს კუთხე თანდათანობით კლებულობს.

სახელმძღვანელოში წარმოდგენილი დედამიწის ორი მდებარეობა წლიურ ორბიტაზე (ნახ. III. 12) გვიჩვენებს, რომ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში (ჩვენთან) ამ დროს ზაფხულია (ნახაზის მარცხენა ნაწილი, 22 ივლისი), ხოლო სამხრეთში – ზამთარი. საპირისპირო მდგომარეობას აქვს ადგილი 22 დეკემბერს. ამ დროს, დედამიწის განათებული და გაუნათებელი ნახევარსფეროების საზღვარი ისე მდებარეობს, რომ ბრუნვის ღერძის ჩრდილო დაბოლოება გაუნათებელი ნახევარსფეროს მხარეზეა, ანუ ჩრდილოეთი პოლუსი მზის სანინააღმდეგო მხარეზე 23,5°-ითაა გადახრილი, სამხრეთისა კი იმავე სიდიდით – მზისკენაა მიქცეული. ამის გამო, ჩრდილოეთ პოლარულ სარტყელში მზე სრულიად არ ამოდის ჰორიზონტს ზემოთ, იგი საერთოდ არ ჩანს, ანუ პოლარული ღამეა გამეფებული.

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერ სარტყელში ამ დროს მზე შუადღისას საკმაოდ დაბლაა და ცივა კიდევაც; დღე მოკლეა და ღამე – გრძელი. სამხრეთ ნახევარსფეროში, პირიქით – პოლარული სარტყელი და პოლუსი განათებულია. ამიტომ, იქ მზე არ ჩადის ჰორიზონტზე დაბლა და, მაშასადამე – დღეა. ეს სურათი შეესაბამება იმ დროს, როცა ჩვენთან (ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში) ზამთარია.

აღწერილი ორი სეზონი – ზაფხული და ზამთარი ნახევარი წლითაა ერთმანეთისაგან დაშორებული. მათ, ელიფსის დიდ ღერძზე ერთიმეორის მოპირდაპირე მდებარეობა შეესაბამება. ამავე დროს დედამიწის მზესთან ახლო მდებარეობის მომენტში, ჩვენთან ცივი სეზონი – ზამთარი მეფობს. რატომ ხდება ასე? ცხადია, რომ ის სიტბო, რომელიც დედამიწაზე იქმნება არ არის დამოკიდებული მზე-დედამიწას შორის მანძილის (5 მლნ. კმ) ცვლილებაზე. აქ, მთავარია თუ როგორც იცვლება მზის სიმაღლე ჰორიზონტიდან. ზამთრის სეზონში ამ სიდიდის დაბალ მნიშვნელობას განაპირობებს ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს გადახრა მზის სანინააღმდეგო მიმართულებით. ამ დროს, მზის სხივები ჩვენ ზომიერ სარტყელს არათუ შეეუღლან მიახლოებული კუთხით ეფინება, არამედ მასთან ახლოსაც კი არაა, ანუ შესამჩნევად დახრილია და, შესაბამისად, გათბობაც უმნიშვნელოა, ცივა და ზამთარია.

ამ სახელმძღვანელოს III. 5 და III. 6 ნახაზების მიხედვით ჩანს დედამიწაზე სითბური სარტყლების წარმოშობის მთავარი მიზეზი – დედამიწის მრგვალი ფორმით შეპირობებული მზის სხივების დედამიწის ზედაპირზე დაცემის არათანაბარი დახრილობა. ამჟამად, ვნახოთ თუ როგორ იცვლება ეს კუთხე დროის ცვლასთან ერთად. მართლაც, როცა „მზე მაღალია“ ($H=72^{\circ}$) და მისი სხივით კონა დედამიწაზე ერთი კილომეტრის განივზე ვრცელდება, იგი ერთი კვადრატული კილომეტრის ფართობს ეფენება, ანუ მისი სითბო სწორედ ამ ფართობზე იყრის თავს. თუმცა, როცა „მზე დაბალია“ ($H=25^{\circ}$), იმავე განივის სხივით კონა დაახლოებით 5 კვადრატული კილომეტრის ფართობზე ვრცელდება და მისი სითბოც ხუთჯერ მეტ ფართობზე ვრცელდება. მაშასადამე, ფართობის ერთეულზე ნაკლები სითბო მოდის. ამ მაგალითზე სხივით კონის დახრის კუთხეები (92° და 25°) შეესაბამება საქართველოს ტერიტორიაზე მზის უდიდეს (22 ივნისი) და უმცირეს (22 დეკემბერი) საშუალო სიმაღლეებს.

დანარჩენი ორი მდებარეობა დედამიწაზე 23 სექტემბერსა და 21 მარტს (ნახ. III. 13) შეესაბამება. პირველ შემთხვევაში, მზე ეკვატორის მცხოვრებთათვის შუადღეზე ზენიტში იმყოფება. დედამიწის განათებულ და გაუნათებელ ნახევარსფეროებს შორის საზღვარი ორივე პოლუსზე გადის. ამ დროს თითქმის მთელ დედამიწაზე დღისა და ღამის ხანგრძლივობა ერთმანეთის ტოლია. ეს დრო შეესაბამება შემოდგომის დასაწყისს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში და გაზაფხულის დასაწყისს – მოპირდაპირე მხარეს. 21 მარტს დედამიწა 23 სექტემბრის ანალოგიურ მდგომარეობაში იმყოფება. ამჟამად, მზე კვლავ ეკვატორზეა და შუადღეზე ზენიტში იმყოფება. კვლავ თანატოლია დღე და ღამე მთელ დედამიწაზე. ეს გაზაფხულის დღედამტკიცებაა. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში გაზაფხულის დასაწყისია, ხოლო მოპირდაპირე მხარეს – შემოდგომა იწყება.

დედამიწაზე ოთხი სეზონი ყველგან როდია გამოვლენილი. ჩრდილოეთ და სამხრეთ გროპიკებს შორის, ცხელ სარტყელში ფაქტობრივად მხოლოდ ერთი სეზონია ფორმირებული. აქ, უმთავრესად „საზაფხულო“ პირობები იქმნება, სადაც მზის ყველაზე მინიმალური ანუ „დაბალი“ მდგომარეობა $90^{\circ}-23,5^{\circ}=66,5^{\circ}$ შეადგენს, ხოლო გროპიკულ პარალელებზე 90° -სა და 43° -ს შორის მერყეობს. მხოლოდ გროპიკების მიმდებარე ვიწრო ზოლში თუ შეინიშნება ოდნავ შესამჩნევი სეზონური ცვლილებები. რაც შეეხება მაღალ (პოლარულ) განედებს – აქ მკვეთრად გამოსახული ორ-ორი სეზონი ვითარდება. „მაღალი“ მზე პოლუსებზე მხოლოდ $90^{\circ}-66,5^{\circ}=23,5^{\circ}$ აღწევს, ხოლო პოლარულ წრეებზე 43° -მდე იზრდება. პოლარული განედები ცნობილია როგორც პოლარული ღამებისა (ზაფხული) და ღამეების (ზამთარი) გამეფების სარტყლები, მათ შორის გარდამავალი სეზონების – ეფემერული გაზაფხულისა და შემოდგომის არსებობაც შეინიშნება. მათი ხანგრძლივობა ორი-სამი კვირით თუ განისაზღვრება.

ყველაზე უფრო მკაფიოდ სეზონები ზომიერ სარტყელშია (შუა განედები $23,5^{\circ}$ – $66,5^{\circ}$ შორის) გამოსახული. თითოეული სეზონი სამ-სამი თვე გრძელდება და ბუნებრივი მოვლენების (ჰავის,

მეცნიერული თუ ცხოველთა სახეობების) მკვეთრად გამოხატული თავისებურებების, ქცევის ნორმებისა და სხვა ასპექტების მორიგეობით ხასიათდება.

წელიწადის სეზონების არსებობისა და მორიგეობის გეოგრაფიული მნიშვნელობა ძალზე დიდია. მისი უმნიშვნელოვანესი შედეგია, წელიწადის განმავლობაში, მზის რადიაციისა და, მასთან დაკავშირებული, თერმული მდგომარეობის ცვლილება. ამასთანავე, სეზონური მორიგეობა დედამიწის სხვადასხვა სარტყლებში არაერთგვაროვნადაა გამოვლინებული. ამის დასამტკიცებლად მოვიტანთ შემდეგ ფაქტს: ორ გროპიკს შორის მოქცეულ ცხელ სარტყელში მზის სხივები შემოდინა რა შვეული კუთხესთან მიახლოებული სიდიდეების ფარგლებში, დედამიწის ზედაპირის საკმაოდ გათბობასა და გადამტკიცებებს იწვევენ. ამავე დროს, სითბოს შემოსვლა მთელი წლის განმავლობაში უცვლელია, ხოლო მისი რყევა – თითქმის შეუმჩნეველი. ასევე, საკმაოდ მცირეა დღესა და ღამეს შორის ხანგრძლივობათა სხვაობაც.

ცხრილი III.3.

მზით განათებულობის წლიური მსვლელობა პოლარულ სეგმენტში

განედი	გაზაფხული. დღისა და ღამის მორიგეობათა რიცხვი	ზაფხული. პოლარული დღის ხანგრძლივობა	შემოდგომა. დღისა და ღამის მორიგეობათა რიცხვი	ზამთარი. პოლარული ღამის ხანგრძლივობა, დღე-ღამე
66°33'	180	1 დღე-ღამე	183	64 „
70°	119	64 „	121	98 „
75°	82	102 „	83	127 „
80°	52	133 „	53	154 „
85°	25	160 „	26	176 „
90°		189 „		

დედამიწის იმ სეგმენტზე, რომელიც მოქცეულია პოლუსებსა და პოლარულ წრეებს შორის – წლის ცივ პერიოდში, მზე ჰორიზონტზე არც კი ჩანს, ხოლო „თბილ“ პერიოდში მზე ჰორიზონტზე ოდნავ მაღლა იმყოფება. პოლარული დღისა და ღამის ხანგრძლივობა საკმაოდ (ცხრილი III. 3) ცვალებადია. იგი ერთი დღე-ღამიდან 6 თვემდე მერყეობს. ზაფხულში კი პირიქით – ჰაერი თბება, თუმცა შესამჩნევ სიდიდეს, ზამთრის პერიოდში ზედმეტი გადამტკიცებისა და ზაფხულის სითბოს თოვლის დნობაზე ხარჯის გამო, ივლის-აგვისტოს „დაბალი“ მზის პირობებში – მაინც ვერ აღწევს. აქედან გამომდინარე, ზამთრისა და ზაფხულის ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა მაინც ხდება შესამჩნევი და ორ ურთიერთგანსხვავებულ სეზონად იყოფა.

რაც შეეხება ზომიერ სარტყლებში ოთხი მკვეთრად გამოხატული სეზონების არსებობას, იგი შეპირობებულია მზის მაღალი (ზაფხული) და დაბალი (ზამთარი) მდებარეობათა მორიგეობით, რაც ჰაერის ტემპერატურის საკმაოდ დიდი წლიური ამპლიტუდის არსებობას განაპირობებს. ზღვებისა და ოკეანეების ზედაპირზე ეს სიდიდე 10-15°-ია, ხოლო ხმელეთზე 40-50°-ს აღწევს. ამავე დროს, თუ

კი ტროპიკებში ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა 2-დან 7-13⁰-მდე მერყეობს, პოლარულ მხარეში იგი 35-36⁰-ს აღწევს.

ჰაერის ტემპერატურის წლიური მსვლელობა, გამოწვეულია რა მზის რადიაციის სეზონური ცვლილებებით, მრავალი მოვლენების თან აყოლებას იწვევს. ამგვარი, ინდუცირებული რიგების ხასიათი თვით ტემპერატურული ცვლილების რიგების პარალელურ მდგომარეობას იკავებს. ასე, მაგალითად, ზამთარში ატმოსფერული ნალექები მყარი ხასიათისაა, იყინება მდინარეები, მცენარეებს ცვივა ფოთლები, ცხოველთა ნაწილი ზამთრის ძილს ეძლევა, ნაწილი – საკვების ძებნის მიზნით გრძელ გზას გაუყვება (მიგრაცია) ხოლმე. ზოგიერთი ცხოველი იცვლის ფერს ან აგრძელებს ქონის სქელ ფენას, ცხოველთა ნაწილი ხშირ ბენვს იჩენს. ბუნებრივი მოვლენების სეზონურობა საზოგადოების სამეურნეო საქმიანობაშიცაა (ნადირობა, თევზჭერა და ა.შ.) გამოვლენილი. სეზონურობა ჩანს, აგრეთვე ბუნების პეიზაჟების ელფერის ცვლილებებშიც: ზამთარში თოვლის თეთრი საბურველისაგან განთავისუფლებული ტყე, გაზაფხულზე ნაზი და მწვანე ყლორტებით შეიმოსება; ზაფხულის მწვანე სამოსელი შემოდგომით მოყვითალო-ნაცრისფერი ხდება.

დედამიწის ბრუნვის ღერძის ორბიტის სიბრტყისადმი დახრილობის მუდმივობა მხოლოდ მოკლე დროისათვისაა სამართლიანი. საუკუნეებისა და ათასწლეულების განმავლობაში ღერძი ნელა, მაგრამ განუწყვეტლივ იცვლის მიმართულებას. ეს ცვლა გამოწვეულია მზისა და მთვარის გრავიტაციული ზეგავლენით სფეროიდალურ დედამიწაზე. პლანეტის ღერძის დახრილობის ამ ცვლილებას პრეცესიული მოძრაობა, ხოლო თვით მოვლენას პრეცესია ჰქვია. ამის გამო, 40 ათასი წლის განმავლობაში, ეკლიპტიკის დახრილობა იცვლება 2⁰38'-ის ფარგლებში, რაც გულისხმობს მის 21⁰58'-დან 24⁰36'-მდე მერყეობას. ამჟამად, ეს დახრილობა 23⁰27'-ს შეადგენს. ეკლიპტიკის დახრილობის კუთხის ეს უმნიშვნელო ცვლილებაც კი ტროპიკებისა და პოლარული წრეების საკმაოდ დიდ სივრცობრივ გადაადგილებებს იწვევს.

წელთაღრიცხვა და კალენდარი. ადამიანთა საზოგადოების ფორმირების საწყის ეტაპზე დროის აღრიცხვა და მისი დაყოფა არ წარმოებდა. ადამიანი შეიგრძნობდა მხოლოდ განსხვავებას დღესა და ღამეს შორის, აგრეთვე წვიმიანი პერიოდის დადგომას, ნაყოფის დამწიფებას, თრინველთა მოფერნისა თუ გაფერნის დროს, მდინარეთა წყალდიდობის დანყებასა და დამთავრებას, წლის დროთა ცვლასა და ა.შ. საზოგადოებას დროის აღრიცხვის აუცილებლობა განვითარების შედარებით მაღალ საფეხურზე გაუჩნდა. იგი ნაკარნახევი იყო მინათმოქმედების, მდინარეებისა და ზღვებზე ნაოსნობის, ან კიდევ, ნადირობის და სხვა სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვის აუცილებლობით.

ცნობილია, რომ მთელი რიგი პერიოდულად ცვლადი ბუნებრივი მოვლენების აღრიცხვა დროის მიხედვით ხდება. ამ მხრივ, აღსანიშნავია დედამიწის მოძრაობა თავისი ღერძის ან მზის გარშემო, მთვარის მოძრაობა დედამიწის ირგვლივ და სხვ. თუ კი პირველი მათგანი დღე-ღამის ხანგრძლივობაში გამოისახება, მეორე – წელიწადზე მიუთითებს, ხოლო მესამე – მთვარის თვეებს

გამოხატავს. ამასთან, დღე-ღამის ნაწილების გასაზომად გამოიყენება საათები, წუთები და წამები. უფრო ხანგრძლივი დროის აღრიცხვა დღეებით, კვირებითა და თვეებით ხდება. მრავალწლიანი პერიოდები საუკუნეებსა და ათასწლეულებს მოიცავს. გეოლოგიური პერიოდებისა და ცალკეული ტექტონიკური ფაზების მსგელოებას მილიონობით წლების განმავლობაში აქვთ ადგილი.

დროის აღრიცხვის თვისება – მისი შეუქცევადობა და ერთი მიმართულების (წარსულიდან მომავლისაკენ) არსებობა. ამის გამო, დროს მხოლოდ ერთი განზომილება გააჩნია. დროის შეუქცევადობის გამო, შეუძლებელია გარდასული მოვლენების გადაღაცება. ამის გამო, წარსული მოვლენების აღრიცხვა მხოლოდ ქრონოლოგიურად (თანმიმდევრულად) არის შესაძლებელი.

დროის ხანგრძლივი შუალედების აღრიცხვის სისტემას წელთაღრიცხვა ანუ კალენდარი ეწოდება. კალენდარი (ლათ. *Calendae*) ძვ. რომაელებში ნიშნავდა თვის პირველ დღეს. დროის აღრიცხვა უძველეს წარსულში იღებს სათავეს. ამისათვის, ყოველთვის წელიწადის (365,25 დღე-ღამე) იყენებდნენ. როგორც ჩანს წელიწადი არა მთელი, არამედ წილადი რიცხვისგან შედგება, რაც მეტად მოუხერხებელი და მიუღებელია სამოქალაქო ცხოვრებაში. ამ უხერხულობის დაძლევის მიზნით გამოიყენება წელიწადის საშუალო ხანგრძლივობის მქონე ე. წ. სამოქალაქო კალენდარი. ამასთან, ზუსტი წელთაღრიცხვის შექმნის მთავარ ამოცანად მუდმივად იდგა მთვარის ფაზებისა და ასტრონომიული (დღელამტოლობის) წლის დასაწყისის შეთანხმებლობით გამოწვეული შეუსაბამობა. ამ ამოცანის გადაწყვეტას ცდილობდნენ ძველბაბილონური (ძვ. წ. III ათასწლეული), ძველებრაული – იუდეველთა ერა (ძვ. წ. 3761 წლის 7 ოქტომბერი), ძველბერძნული კალენდრების შემუშავების ავტორები.

როგორც აღვნიშნეთ წელთაღრიცხვის (კალენდრის) შექმნის საფუძველს ბუნების მოვლენების პერიოდულობა იძლევა. ამიტომ, უძველეს დროში შექმნილი კალენდრების ცალკეული ნაწილები მოსახლეობის სამეურნეო ყაიდის პირობებს ასახავდა. ერთ-ერთი უძველესი კალენდარული სისტემა არსებობდა ჩინეთში, იაპონიასა და კორეაში. მოგვიანებით (XVI-XVII სს) იგი მანჭურიასა და მონღოლეთში გავრცელდა. ჩინური კალენდარის „ციკლი“ 60 წელიწადს მოიცავდა და ხუთ (ხე, ცეცხლი, მიწა, ლითონი, წყალი) ელემენტად იყოფოდა, ხოლო ცალკეული წლები საკუთარი სახელწოდებებით (თაგვი, ვეფხვი, კურდღელი, ურჩხული და ა.შ.) მოიხსენიებოდა. კალენდრის მიხედვით წელთაღრიცხვა პირობითად ძვ. წ. 2397 წელს იწყებოდა. ამჟამად, ჩინეთში საერთო ევროპული კალენდარია მიღებული.

უძველესია აგრეთვე ძველევგიპტური წელთაღრიცხვა. იგი, ჯერ კიდევ, ძვ. წ. მე-4 ათასწლეულს შეიქმნა. მაშინდელი წელიწადი 365 დღე-ღამეს მოიცავდა, რომელიც სამი სეზონისაგან (წყალდიდობა, ხვანა-თესვა და მკა) შედგებოდა. თითოეული მათგანი ოთხ თვეს, ხოლო თვეები 30 დღე-ღამეს მოიცავდა. წლის დასაწყისი (შუა ივნისი) მდ. ნილოსის წყალდიდობას ემთხვეოდა, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ეგვიპტის სამინათმოქმედო საქმეში. ამ დღის

გამოთვლა კი უკავშირდებოდა სირიუსის პირველ ხილულ ამოსვლას ცისკარზე. მოგვიანებით, ეს კალენდარი სომხეთსა და შუა აზიაში გავრცელდა.

სომხური კალენდარის საწყისად ითვლება ახ. წ. 552 წლის 10 ივლისი. ასევე, საკმაოდ სრულყოფილი კალენდარი შექმნა ტატიკმა პოეტმა და მეცნიერმა ომარ ხაიამმა. მის მიერ (XII ს) გამოთვლილი წელიწადის ხანგრძლივობა 365,24242 დღე-ღამეს შეადგენდა, რაც ამჟამად მიღებულ დროსთან შედარებით მხოლოდ 19 წმ-ით განსხვავდება. ამ კალენდარის მიხედვით წელთაღრიცხვა 1079 წლის 15 მარტს იწყებოდა.

ძველი და ახალი წელთაღრიცხვის მიჯნაზე, რომის იმპერატორის – ავგუსტის მმართველობის დროს, ე. წ. ეგვიპტური წლის დასაწყისად 29 აგვისტო იყო მიღებული. მოგვიანებით კი შემოიღეს ე.წ. ალექსანდრიული აღრიცხვა, რომლის ხანგრძლივობა 365,25 დღე-ღამეს შეადგენდა, ხოლო მის საწყისად ახ. წ. 284 წლის 29 აგვისტო ითვლებოდა.

მუსლიმანური მთვარის კალენდარი, ე. წ. ჰიჯრა – ერთადერთია, რომელიც მხოლოდ მთვარის თაბების ცვლას უკავშირდება. ახალი კალენდრით, ყოველი ახალი თვის დასწყისი ახალმთვარეობას ემთხვეოდა. რადგან, მთვარის საშუალო სინოდური თვის ხანგრძლივობა 29,53 დღე-ღამეს შეადგენს, მთვარის კალენდარით სარგებლობისას საჭირო იყო 29 და 30 დღიანი თვეების მორიგეობის შემოღება. ცხადია, რომ 12 ასეთი თვე 354 დღე-ღამეს ანუ წელიწადს ქმნის. ამ კალენდარით სარგებლობს თურქეთისა და პაკისტანის მოსახლეობა. ჰიჯრის აღრიცხვის საწყისად ითვლება ახ. წ. 622 წლის 16 ივლისი (იულიუსის კალენდარით), რაც ემთხვევა მუჰამედის გაქცევას მექადან მედინაში.

არაიშვიათად, წელთაღრიცხვის დასაწყისი რაიმე მნიშვნელოვან თარიღებს უკავშირდებოდა. ასე, ძველბერძნული ქრონოლოგიის საფუძვლად ისტორიკოსმა თიმეოსმა (ძვ. წ. IV-III სს) სახალხო დღესასწაულის – ოლიმპიადების ჩატარების (ყოველ 4 წელიწადში ერთხელ) თარიღები დაუდო. ცნობილია, რომ პირველი ოლიმპიადა ჩატარდა ძვ. წ. 776 წელს. მომდევნო წლების აღრიცხვისათვის საჭირო იყო ოლიმპიადისა და წლის ნომრების ჩანერა.

ძველრომაული კალენდარით, წლის დასაწყისად მინდვრის სამუშაოთა დაწყება (მარტი) ითვლებოდა. თავდაპირველად, იგი 10 თვეს მოიცავდა. მოგვიანებით (ძვ. წ. 700 წელს), ის უკვე 12 თვით შეიცვალა. ძვ. წ. 46 წელს, ეგვიპტელი სწავლულის სოზიგენის რჩევით, რომის იმპერატორის იულიუს კეისარის (ცეზარის) მიერ ჩატარებული რეფორმით ოთხწლედის ხანგრძლივობა 1461 დღით განისაზღვრა. წლის დასაწყისად 1 იანვარი იყო მიჩნეული. ოთხწლელი შედგებოდა სამი (365 დღიანი) და ერთი (366 დღიანი) წლებისაგან. ერთი დღის ჩამატება თებერვლის თვეს ერგო. იულიუსის კალენდარით სარგებლობა მხოლოდ ახ. წ. 7 წელს დაიწყო, რომლის მიხედვით წლის საშუალო ხანგრძლივობა 365 დღე-ღამესა და 6 საათს შეადგენდა, რაც ნამდვილისაგან 11 წუთითა და 14 წამით განსხვავდებოდა. ამის გამო, ყოველ 128 წელიწადში ასტრონომიულ დროსა

და იულიუსის წელთაღრიცხვას შორის ერთდღიანი სხვაობა გროვდებოდა. ამგვარი უხერხულობის აღკვეთა ვერც გამოჩენილმა მეცნიერმა ნიკოლაი კოპერნიკმა შეძლო.

კალენდარის საბოლოო რეფორმა მხოლოდ XVI ს-ის ბოლოს გახდა შესაძლებელი. პაპი გრიგორიუს მეცამეტეს დაწესებით 1582 წლის 4 ოქტომბრის (ხუთშაბათი) მეორე დღე (პარასკევი) 15 ოქტომბრად უნდა ყოფილიყო ჩათვლილი. ამით, შესაძლებელი გახდა გაზაფხულის დღელამტოლობის 1583 წლის 11-დან 21 მარტში დაბრუნება. ამდენად, განხორციელდა ძველიდან ახალ სტილზე გადასვლა. რადგან იულიუსის კალენდარით ნამდვილი დრო ყოველ 400 წელიწადში სამი დღე-ღამით ჩამორჩებოდა – გადანყდა იულიუსის კალენდარის თანმიმდევრული კორექტირება. ამით, მიღწეული აღმოჩნდა გრიგორიუსის კალენდარისა და გროპიკული წელიწადის ხანგრძლივობათა სხვაობის 26 წამამდე შემცირება, რაც 24 საათიან დროს მხოლოდ 3300 წლის განმავლობაში აღწევს. ამიტომ, გრიგორიუსის უნივერსალური კალენდარი დაუყოვნებლივ მიიღეს საფრანგეთში, იტალიაში, ესპანეთსა და პორტუგალიაში.

რუსული კალენდარი სათავეს იღებს ძველსლავურ წელთაღრიცხვიდან. რუსული ერა იწყება ე. წ. „სამყაროს შექმნიდან“ ანუ 5509 წლის 21 მარტიდან. თავდაპირველად, წლის დასაწყისად 1 მარტი, ხოლო XV ს-დან (1492 წ.) 1 სექტემბერი იყო. 1700 წელს კი პეტრე პირველის ბრძანებით „სამყაროს შექმნიდან“ 7208 წლის 31 დეკემბრის მეორე დღეს ახ. წ. 1700 წელი (1 იანვარი) ეწოდა. ამდენად, რუსეთი გრიგორიუსის წელთაღრიცხვას XVIII ს-ის დასაწყისში შეუერთდა, თუმცა კალენდარში ძველი სტილი ფიგურირებდა. ახალი სტილი მხოლოდ 1918 წლის თებერვალში იქნა შემოღებული.

საქართველოს სამიათასწლეულის ისტორია ცხადია, საკუთარი წელთაღრიცხვის გარეშე ვერ იქნებოდა. ჯერ კიდევ, წარმართულ საქართველოში სარგებლობდნენ კალენდარით. ქრისტიანულ ეპოქაში კი სხვა კალენდარი გაჩნდა და თვეებსაც ხალხური სახელწოდებები (ცხრილი III.4) გაუჩნდა. ასე, მაგალითად, იანვარს – აპნისი (წარმართული სახელი), ხოლო თებერვალს – სარწყუნისი ერქვა; მაისს – ვარდობისთვეს ეძახდნენ, ივლისის ხალხურ სახელწოდებას, კვირიკობისთვეს კოლხეთში კვირიკვე, ხოლო სექტემბერს ეკენია ერქვა.

ქართული კალენდარის თვეები

ტრადიციული	ხალხური	წარმართული	კოლხური
იანვარი	–	აპნისი	იანარი
თებერვალი	სარწყუნისი	–	ფრევალი
მარტი	–	მირკანი, მიჰრაკანი	მარტი
აპრილი	ივრიკა	–	აპრილი
მაისი	ვარდობისთვე	–	მესი
ივნისი	თიბათვე, ივანობისთვე	მარიალისი	ივანობა
ივლისი	მკათათვე, კვირიკობისთვე	თიბისა	კვირიკვე
აგვისტო	არგუსო	ქველთაობისა	არგუსო
სექტემბერი	ენკენისთვე	–	ეკენია ²
ოქტომბერი	ღვინობისთვე	რთველისთვე	გიმათუთა
ნოემბერი	გიორგობისთვე, ჭიკობისთვე	–	გერგობათუთა
დეკემბერი	ქრისტეშობისთვე	ტორისდენი	ქირსეთუთა

საქართველოში რომაული კალენდარი ოფიციალურად VI-VII სს. მიჯნაზე შემოიღეს. თვეების სახელწოდებებიც რომაული იყო, რომლებიც ან ღმერთების სახელს ატარებდა, ან კიდეც, უბრალოდ რიგით ნომრებს აღნიშნავდა. ქართულმა ეკლესიამ კი გაავრცელა წელთაღრიცხვის ის სისტემა, რომელიც დამყარებულია ცის მნათობთა ციკლურ ბრუნვაზე. ქართული ქრონიკონის (ბერძნ: დრო, ჟამი, წელთაღრიცხვა) ციკლი ან მოქცევა (ინდიქციონი) შეიცავს 532 წელს, რომელიც მთვარისა (19 წელი) და მზის მოქცევების (28 წელი) ნამრავლისაგანაა მიღებული. ყოველი ამ ციკლის გასვლის შემდეგ ცის მნათობები საწყის მდგომარეობაში ბრუნდებიან.

როგორც ჩანს, პირველი ინდიქციონი დამთავრებულია დასაბამიდან 532 წელს, ხოლო მეორე დაწყებულია 533-ე წლის იანვარში, რომელიც თავის მხრივ, გაგრძელებულია 1064 წლამდე. ამგვარად, მეათე ინდიქციონის დასაწყისი ემთხვევა 4789-ე წელს, მეთერთმეტე კი 5321-ს, ხოლო მეორმეტე – 5853-ე წელს. მაშინდელი წარმოდგენით, თითქმის ქვეყნის დასაბამიდან 780 წლამდე სწორედ 12 მოქცევა შესრულდა. მეორმეტე ინდიქციონის დასასრული (6384 წელი დასაბამიდან) ახ. წ. 780 წელს ემთხვევა. ცხადია, რომ მეცამეტე მოქცევა 1313 წლამდე, ხოლო მომდევნო (მე-14) 1846 წლამდე გაგრძელდა. 2002 წელს მე-15 ინდიქციონის 158-ე ქრონიკონი, ანუ დასაბამიდან 7606-ე წელი მიმდინარეობდა. 2017 წლის ახალი წლის შემოსვლას ჩვენ შევეგებებით მე-15 ინდიქციონის 170-ე ქრონიკონით. წელთაღრიცხვის ეს სისტემა მყარი დასაყრდენი გახდა საქრისტიანო დღესასწაულების დასადგენად.

ძველ ქართულ ხელნაწერებში გამოყენებულია წელთაღრიცხვა, რომელიც პირობითად 249 წელს იწყება, რომლის მიხედვით პირველი მოქცევა მე-12 ინდიქციონის დასაწყისს ემთხვევა.

² ეკენია, ბერძნულად განახლებას ნიშნავს

ამასობაში ცხადია, რომ ძველ და ახალ წელთაღრიცხვათა შორის გამყოფი თარიღი სწორედ ერთ-ერთი ინდიკატორის ქრონიკონს ემთხვევა. მართლაც, თუკი ახ. წ. 780 წელს (დასაბამიდან 6384 წელი) 12 მოქცევა შესრულდა, მაშინ მე-11 ინდიკატორის დასაწყისს შეესაბამება ქართული კალენდარის 248 წელი. აქედან ცხადია, რომ, ძველი წელთაღრიცხვა დამთავრებულია XI მოქცევის 5604 წელს, ხოლო ახალი წელთაღრიცხვის პირველი წელიწადი შეესაბამება დასაბამიდან 5605-ე წელს. ამდენად, პირველი ათასწლეული დადგა 6605-ე წელს, ხოლო მეორე 7605-ე წელს შემოვიდა. ამჟამად ასტრონომიაში მიღებული ათვლის (ე.წ. სკალიერის ერა) წერტილიდან – ძვ. წ. 4713 წლის 1 იანვრიდან, 2002 წლის 1 იანვარი არის იულიუსის პერიოდის 2 მლნ. 452 ათას 277-ე დღე. 2017 წლის 1 იანვარი კი იქნება იულიუსის პერიოდის 2 მლნ. 458 ათას 121 დღე.

თანამედროვე კალენდრების ნაკლოვანება თვეების, კვარტლებისა და წლების არათანაბრობაში მდგომარეობს. არსებობს რეფორმების მრავალი პროექტი. მათ შორის, ერთ-ერთი პროექტის მიხედვით წელიწადი მოიცავს 13 თვეს. მეორე რეფორმა ითვალისწინებს წელიწადის 4 კვარტლითა და 13 კვირით დაყოფას. ცხადია, რომ ვერც ერთი პროექტი არსებულ ნაკლოვანებას ვერ ფარავს. უდავოა, რომ ყოველი ახალი წელთაღრიცხვა უნდა ემყარებოდეს უნივერსალურ აღრიცხვას, პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობასა და საყოველთაო აღიარებას.

გეოგრაფიული სივრცე. დედამიწა, როგორც კოსმოსური სხეული, ციური ობიექტების მუდმივ ურთიერთმოქმედების სივრცეშია მოქცეული. ასე, მიზიდულობის ძალებით იგი მზის ირრვლივ ორბიტაზეა „მიჯაჭვული“. მზისა და მთვარის გავლენითაა გამოწვეული პლანეტის სხეულში მოქცევითი ხახუნის არსებობა. დედამიწა მოქცეულია „მზის ქარის“ მიერ შექმნილი დამუხტული ნაწილაკების გავრცელების ველში, რომელიც კორპუსკულარულ დენებთან ერთად რენტგენული და ულტრაიისფერი სხივების, აგრეთვე რადიოტალღებისა და ხილული სხივური ენერგიის „მოქმედების“ არეალიცაა. დედამიწაზე შემოდის აგრეთვე მეტეორული მტვერი, რომლის წლიური მასა 10 მლნ. ტონას აღწევს. ჰაერის მასების ცირკულაციის ხასიათი მჭიდროდაა დაკავშირებული მზეზე ლაქების ფორმირების ინტენსიურობასთან. კოსმოსური ზემოქმედებები მრავალ მოვლენებს იწვევენ, რომლებიც გეოგრაფიული თვალსაზრისითაც საინტერესოა. მათ შორისაა, პოლარული ციალი, მაგნიტური ქარიშხალი, ჰაერის იონიზაცია და ა.შ.

დედამიწის ინდივიდუალური თავისებურებანი, თავის მხრივ, ზემოქმედებენ ახლო კოსმოსურ სივრცეზე და მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეაქვთ მის თვისებებში: მკვრივი ბირთვის გამო ფორმირებული მაგნიტური ველი განსაზღვრავს რადიაციული სარტყლის არსებობას. დედამიწის გრავიტაციული ველის სფერული ასიმეტრიულობით შეპირობებულია მეტეორიტული ნივთიერების სივრცობრივი გადანაწილება, რაც ართულებს მზის სისტემის პლანეტებთან ურთიერთმოქმედებასა და იწვევს დედამიწის ფორმის, მისი ფიგურის დეფორმაციას.

ამგვარად, დედამიწისა და კოსმოსურ ფაქტორებს შორის ურთიერთმოქმედებათა დამყარება საკმაოდ ვრცელ არეალშია გამოვლენილი. აღნიშნულ ფაქტორებს შორის ურთიერთმოქმედება

მედიკალიზაცია როგორც უშუალოდ დედამიწის ზედაპირზე, ისე ნაწილობრივ მის ფარგლებს გარეთ. ამავდროულად, დედამიწის გარეთ მიმდინარე პროცესები განსაზღვრავენ გეოგრაფიული მოვლენების მსვლელობის ხასიათს, ხოლო უშუალოდ დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირზე მიმდინარე პროცესები განაპირობებენ ამ მოვლენების განაწილებას გეოგრაფიულ გარსში. სწორედ, იმ ბუნებრივ, მჭიდროდ ურთიერთდაკავშირებულ, სისტემას – გავრცელებულს დედამიწის მაგნიტური ველის ზედა საზღვრიდან მოხორავიჩინის ზედაპირამდე მოქცეულ არეალში **გეოგრაფიულ სივრცეს** უწოდებენ. იგი ოთხ ძირითად ნაწილად იყოფა:

1. ახლო კოსმოსი - ხასიათდება კოსმოსური ფაქტორების გამოვლინებით, დედამიწის მაგნიტური და გრავიტაციული ველების ურთიერთმოქმედებით, რადიაციული სარტყლის არსებობით;
2. მაღალ ატმოსფერო - მიმდინარეობს თერმოსფეროს გათბობა, წყალბადისა და ჰელიუმის გაბნევა, ოზონის ეკრანის ფორმირება;
3. გეოგრაფიული გარსი - წარმოადგენს დედამიწის გეოსფეროების ურთიერთმოქმედებისა და ურთიერთგამოვლინების არეალს, რომელშიც ხანგრძლივი ევოლუციის ერთ-ერთ ეტაპზე წარმოიშვა სიცოცხლე და ამჟამად მიაღწია განვითარების უმაღლეს დონეს;
4. დედამიწის ქერქი - „ტივტივებს“ რა მანტიამ, ენდოგენური პროცესების გამოვლინების არენაა, სადაც წარმოდგენილია მისი ოკეანური და კონტინენტური ტიპები, რომელთა შორის გარდამავალი ზოლია ფორმირებული.

გეოგრაფიული სივრცის კონცეფცია განსაზღვრავს გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე ორი ურთიერთდაპირისპირებული, მაგრამ მუდამ ერთიან-მთლიანობაში მყოფი ენდოგენური და კოსმოსური პროცესების თანაარსებობას, მისგან გამომდინარე ყველა გეოგრაფიული შედეგებით. ამ, ერთიან თანაარსებობას მხატვრული გამოთქმა შეიძლება მიესადაგოს: ენდოგენური ძალები „გრდემლის“, ხოლო კოსმოსური ზემოქმედება „უროს“ ფუნქციებს ასრულებენ, რომელთა ურთიერთმოქმედება მოქნილ და მტკიცე „ფოლადს“ (გეოგრაფიულ გარსს) აყალიბებს.

დასკვნები

1. დედამიწის ფორმა – გეოიდი არის სხეული, შემოსაზღვრული ზღვებისა და ოკეანეების ზედაპირის შესაბამისი დონებრივი ზედაპირით. გეოიდის როგორც პლანეტარული სხეულის სფეროსაგან უმნიშვნელო განსხვავების გამო, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, დედამიწის ფორმა სფეროსებურ ფიგურადაა მიჩნეული;

2. დედამინის ეკვატორული გამოზნეწილობის შედეგად მისი ბრუნვის ელიფსოიდური ფიგურა გამოქმუდება, ხოლო ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროების პოლარულ შეკუმშულობათა არათანაბრობა დედამინის კარდიოიდული ელიფსოიდის ფიგურასთან აახლოებს;
3. დედამინის მრგვალი ფორმის მთავარი გეოგრაფიული შედეგი – მზის სითბოს არათანაბარი, მაგრამ კანონზომიერი, გადანაწილება – ბუნებრივი მოვლენების ზონალურობაშია გამოვლენილი;
4. დედამინის სიდიდე და ზომები, დაკავშირებულია რა მის სიმკვრივესთან, განაპირობებენ პლანეტის მასასა და, აქედან გამომდინარე, მისი მიზიდულობის ძალას, როლის შედეგია გეოგრაფიული გარსის სივრცობრივი სტრუქტურის ჩამოყალიბება;
5. დედამინის გრავიტაციული დიფერენციაციის გამო პლანეტის კონცენტრული გარსები – ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ლითოსფერო, მანტია და ბირთვი განლაგებულნი არიან კუთრი წონის ზრდის მიხედვით;
6. დედამინის ინდივიდუალური ფიზიკური ნიშნები – მაგნიტური და გრავიტაციული ველები ახდენენ გარემომცველი ახლო კოსმოსური სივრცის გარდაქმნას, ისევე როგორც კოსმოსური ზემოქმედებანი იწვევენ დედამინის ზედაპირის მუდმივ ცვლას;
7. დედამინის ბრუნვა ღერძის გარშემო განაპირობებს დღისა და ღამის მორიგეობას, რაც დღელაშური რიტმების გამოვლინების წინაპირობაა. დღე და ღამე – დროის აღრიცხვის უნიკალური საშუალებაა;
8. დედამინის დღელაშური ბრუნვა, განიცდის რა მოქცევითი ხახუნის შემთავრებულ მოქმედებას – განაპირობებს ბრუნვის სიჩქარის საუკუნეობრივ შენელებას, რაც პლანეტის ფორმის ელიფსოიდურიდან სფერულში თანდათანობითი გადასვლის ტენდენციას უნარჩუნებს;
9. დედამინის ბრუნვასთან დაკავშირებული მოძრაობის სხეულების გადახრა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში – მარჯვნივ და სამხრეთ ნახევარსფეროში – მარცხნივ, მკვეთრად აისახება გაბატონებული ქარებისა და ოკეანური დინებების მიმართულებათა გადახვევაში, მდინარეთა უპირატესად მარჯვენა ნაპირების (ეკვატორის ჩრდილოეთით) გარეცხვასა და სხვა მრავალ ბუნებრივ მოვლენებში;
10. პლანეტის ბრუნვის ღერძის დედამინის ზედაპირთან გადაკვეთის წერტილებს შეესაბამება ჩრდილოეთი და სამხრეთი პოლუსები – გეოგრაფიული კოორდინატების აგების საყრდენი წერტილები;
11. დედამინის მოძრაობა მზის გარშემო განაპირობებს დროის უფრო „გრძელი“ პერიოდის – წელიწადის ფორმირებას, ხოლო ორბიტის სიბრტყისადმი ბრუნვის ღერძის დახრილობის

მუდმივობა - ცხოველებისა და პოლარული წრეების ფიქსირებასა და სითბური სარტყლების ფორმირებასთან ერთად სეზონური რიტმების გამოვლინებას განსაზღვრავს;

12. დედამიწის გეოგრაფიის ურთიერთშეხების, ურთიერთმოქმედებისა და ურთიერთშეხების პირობებში აღნიშნული აქვს სამყაროს უნიკალური წარმონაქმნის – გეოგრაფიული გარსის ფორმირებას, განვითარებასა და თანამედროვე იერსახის ჩამოყალიბებას, რომელიც თავისი თვისებრივი და ხარისხობრივი ასპექტებით მკვეთრად განსხვავდება სხვა გარსებისაგან, განუმეორებელია სამყაროს სივრცეში (მზის სისტემაში) და სისტემური ნიშნების მაგარებელია;

13. დედამიწის გეოგრაფიული გარსი, მიმდებარე ახლო კოსმოსურ სივრცესა და ლითოსფეროსთან ერთად რთულ ბუნებრივ სისტემას – გეოგრაფიულ სივრცეს ქმნის.

თავი IV. ჯანდაცვის უმცირესობის ადგილი

მოკლე შინაარსი: ჯანდაცვის უმცირესობის წარმომადგენლის სიღარიბის მდგომარეობა. ავადმყოფობა და შედეგები. ბავშვები და გენდერული უთანასწორობები. ჯანდაცვის სისტემის ფუნქციონირების გლობალური ტენდენციები. ეთნიკური უმცირესობები და მინორიტეტები. გენდერული უმცირესობები. დასკვნები.

ჯანდაცვის უმცირესობები. ჯანდაცვის უმცირესობის ყურადღება მინის წარმომადგენელს იყო მიმართული, მაგრამ დედამიწის შეგნების შესახებ ცნობების მოპოვება საკმაოდ ძნელი აღმოჩნდა. ღრმა ფენების შესახებ ინფორმაციას ჯანდაცვის უმცირესობის მეშვეობით აღგენენ. უხსოვარი დროიდან კი გეოლოგების სანაგრელი კვლევის ობიექტი – გათხრებული ქანების გავრცელების ადგილი იყო, რომელთა მიხედვით შესაძლებელი ხდებოდა რეგიონის ჯანდაცვის ადგილობრივი-ავადმყოფობის ჯანდაცვის სურათის წარმოდგენა.

ქანები, როგორც წესი, შრეებრივად არიან განლაგებული. მათ ჰორიზონტალური ან დახრილი გავრცელება აქვთ. შრეების ხილული ნაწილის გავრცელების მიხედვით, გეოლოგები აზრობრივად (ლოგიკურად) წარმოადგენენ ხოლმე მათ გავრცელებას მინის წარმომადგენლის სივრცეში. ამგვარი მიდგომით შესაძლებელია მინის ქერქის მხოლოდ ზედა ნაწილის ავადმყოფობის მიხედვითი სურათის დადგენა. უფრო ღრმად შეღწევა კი მხოლოდ ჯანდაცვის უმცირესობის მეშვეობით თუ შეიძლება. თუმცა, მათი სიღრმეც რამდენიმე კილომეტრს აღწევს. შედარებით ღრმა ფენების შესახებ ინფორმაციას კი გეოფიზიკური (მეცნიერება მინის ქერქის ფიზიკური თვისებებისა და მდგომარეობის შესახებ) მეთოდებით ახერხებენ.

მინის წარმომადგენლის შესახებ, ჩვენს დროში, ყველაზე მეტ ინფორმაციას სეისმოლოგია (მეცნიერება მინისძვრის შესახებ) იძლევა. არცთუ ისე ღრმა ფენების (ათეული კილომეტრები) დასადგენად სეისმური ზონდირების მეთოდს იყენებენ: აქ, მინისძვრების ნაცვლად მცირე სიმძლავრის ხელოვნური აფეთქებას გამოიყენებენ. ქანების სიმკვრივისა და მასთან დაკავშირებული გრავიტაციული ანომალიის შესწავლის მიზნით ახდენენ სიმძიმის ძალის უზუსტეს გაზომვებს. გრავიტაციული გაზომვებითა და ასტრონომიული დაკვირვებებით, ასევე ხელოვნური თანამგზავრების გამოყენებით, დედამიწის მასას, მის ინერციის მომენტსა და ზუსტ ფორმას გამოითვლიან. ინერციის მომენტის მიხედვით გეოფიზიკოსები მსჯელობენ სხეულის სწორხაზოვანი მოძრაობის სიჩქარიდან გადახრის შესაძლებლობების შესახებ. დედამიწის ინერციის მომენტი მისი წარმომადგენლის სიმკვრივის განაწილებაზეა დამოკიდებული: რაც ნაკლებია გარე ფენების სიმკვრივე და მეტია იგი მინის ცენტრალურ ბირთვში, მით ნაკლებია ინერციის მომენტი.

დედამიწის გეოგრაფიულ გარსზე ძლიერ მოქმედ ძალებს შორისაა მაგნიტური ველი და ელექტრული დენები. მათი სიდიდეების გაზომვებს მაგნიტომეტრიული და ელექტრომეტრიული მეთოდებით ახორციელებენ. მაგნიტური ველისა და ელექტრული დენების სივრცე-დროითი არამდგრადობის მიხედვით ახდენენ რიგი პრაქტიკული ამოცანების (წარმომადგენლის ძებნა-ძიება)

გადანერგებას. დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს წიაღის თერმული რეჟიმის შესწავლას. ღრმა ფენების ტემპერატურის გაზომვას ახდენენ ჯანდაცვის სპეციალური თერმომეტრების გამოყენებით. მინისტრის მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციას იძლევა, აგრეთვე, ვულკანური ლავებისა და ცხელი წყაროების ტემპერატურის გაზომვა.

წიაღის სითბური მდგომარეობა. დედამიწის ქერქის მუდმივი რყევითი მოძრაობანი, ვულკანების ამოფრქვევა და მინისტრები წიაღის დაძაბულ და მჭიდროვ სივრცეებში მიუთითებენ. ამავე დროს, პლანეტის შინაგანი ფაქტორების დინამიკობა უშუალო ზემოქმედებას ახდენს გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურაზე. ცხადია, რომ ამ ურთიერთობათა ხასიათის წარმოდგენა შეუძლებელია მინისტრის შინაგანი აგებულებისა და მდგომარეობის განხილვის გარეშე.

დედამიწის შინაგანი ფენების მოძრაობათა გამომწვევი ენერგიის წყაროს მისი შინაგანი სითბო წარმოადგენს. მის მაღალ მაჩვენებლებზე მიუთითებს ვულკანური სხეულების ამოფრქვევები და ცხელი წყაროები. ცნობილია, რომ მოქმედი ვულკანების კრატერში ლავის ტემპერატურა 1100-დან 1200-მდე გრადუსს (ვეზუვი, სტრომბოლი) შეადგენს, ხოლო ვულკან კილაუეას ლავაში (ჰავაის კ-ბი) ტემპერატურა 1300⁰-საც კი აღწევს. ისიც ცნობილია, რომ 1050⁰-ზე დაბლა ლავის დენა პრაქტიკულად უკვე შეჩერებულია. აქედან გამომდინარე, დედამიწის შინაგანი ფენების ტემპერატურა 1100⁰-ზე დაბალი არ უნდა იყოს.

დედამიწის სხეულის ზედაპირის სითბური რეჟიმი ძირითადად დაკავშირებულია მზის სხივებით გათბობასთან. ამიტომ, ზედაპირულ ფენაში (20 მ-ის სიღრმემდე) აღინიშნება ტემპერატურის როგორც დღე-ღამური, ისე სეზონური ცვლილება. ამასთანავე, ჰაერის ტემპერატურის რყევასთან შედარებით ისინი რამდენადმე შენელებული და შესუსტებულია დროსა და სივრცეში. ამავე დროს, აღნიშნულ სიღრმეზე, მთელი წლის განმავლობაში მუდმივი ტემპერატურაა, რომელიც მოცემული ადგილის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ტოლია. მუდმივი ტემპერატურის სიღრმე კრატერებში უფრო ნაკლებია, ხოლო პოლარულ მხარეებში – რამდენადმე მეტია. ასევე სხვადასხვაა მისი მნიშვნელობა ვულკანურ და ბაქნურ რეალებში. მუდმივი ტემპერატურული სიდიდეების მქონე ფენას მუდმივი ტემპერატურის ღონე უწოდეს. იგი გვიჩვენებს მზის სითბოს უშუალო გავლენის ფენის სიძლიერეს. მუდმივი ტემპერატურის მქონე ფენის ქვეშ ტემპერატურა სიღრმის ზრდასთან ერთად მატულობს.

აღნიშნული ნაბარდის რაოდენობრივი თვალსაზრისით წარმოდგენის მიზნით ორი ურთიერთდაკავშირებული ცნებებით სარგებლობენ. სიღრმეში ყოველ 100 მ-ზე ტემპერატურის ნაბარდის მნიშვნელობას გეოთერმული გრადიენტი ეწოდება, ხოლო სიღრმეში გადანაცვლების იმ სიდიდეს, რაც საჭიროა 1⁰-ით ტემპერატურის მოსამატებლად – გეოთერმული საფეხური ჰქვია.

გეოთერმული საფეხურის სიდიდე დამოკიდებულია ქანების, როგორც ფიზიკურ თვისებებზე, ისე ვულკანური კერებიდან დაშორებისა და სხვა მიზეზებთან. ამიტომ, იგი საკმაოდ ფართო დიაპაზონში მერყეობს. ასე, მაგალითად, პიატიგორსკის მიდამოებში გეოთერმული საფეხურის

მაჩვენებელი 1,4 მ-ია, ორეგონის ფარგლებში – 7 მ, კალიფორნიაში – 20 მ, კენტიშთაუნში – 31 მ, ღონეცკის აუზში – 32 მ, მონჩეგუნდრაში – 153 მ, კარნარვონშირში (დიდი ბრიტანეთი) – 172 მ. გეოთერმული საფეხურის საშუალო სიღრმედ 33 მ-ია მიღებული, ხოლო გეოთერმული გრადიენტის, ასევე, საშუალო მაჩვენებელი 3⁰-ს შეადგენს. თუმცა, ამ მაჩვენებელთა სიდიდეები დანალექი ქანების გავრცელების არეალებში ჩატარებულ გამოძვებებს შეესაბამებოდა. ამავე დროს, სამხრეთ აფრიკისა და კანადის, აგრეთვე კოლის ნახევარკუნძულის ამგებელ კრისტალურ ქანებში, აღნიშნული საფეხური 120-200 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. ამდენად, ვარაუდობენ, რომ ნორმალური გეოთერმული გრადიენტი 1-1,2⁰-ის დიაპაზონში განიცდის ცვლილებას.

მიწის ღრმა ფენებში თანაბარი ტემპერატურის მქონე წერტილების შეერთება გეოიზოთერმულ ზედაპირს იძლევა. დედამიწის არაერთგვაროვანი აგებულების გამო, გეოიზოთერმები არათუ კონცენტრულ, არამედ უსწორმასწორო ხაზებს წარმოადგენენ. ისინი, ძირითადად, ადგილის ზედაპირის უსწორმასწორობას იმეორებენ, თუმცა რელიეფის საკმაოდ მკვეთრი მოყვანილობის იერ-სახისგან განსხვავებით, შედარებით ნაზ მოყვანილობას ამჟღავნებენ.

გეოთერმული გრადიენტის მნიშვნელობიდან გამომდინარე შეიძლება ვითქვოდ, რომ პლანეტის ბირთვში ტემპერატურა წარმოუდგენლად დიდი (100 ათასი გრადუსი) უნდა იყოს. თუმცა გამოირკვა, რომ წიაღის სიღრმეში ტემპერატურის ზრდა თანდათანობით შენელებულია, ხოლო უფრო ღრმად მისი მატება არც კი შეინიშნება, რაც თავის მხრივ, იზოთერმული პირობის გაბატონებას იწვევს. ამჟამად მიღებულია, რომ პლანეტის ცენტრში (ბირთვში) ტემპერატურა დაახლოებით 5 ათას გრადუსს შეადგენს.

დედამიწის შინაგანი სითბოს გამომწვევი მიზეზებიდან ერთ-ერთ ძირითად წყაროს რადიოაქტიური ელემენტების (უმთავრესად, ურანისა და თორიუმის) დაშლა წარმოადგენს. ამ ელემენტების შემცველობა ზოგიერთ მინერალებს (ურანიანიტი) ახასიათებს, ხოლო მათი რადიოაქტიურობა – ატომების მუდმივი და თვითნებური დაშლა, სითბოს გამოყოფასთანაა დაკავშირებული. ამ გზით მიღებული სითბოს ნაკადის წლიური სიდიდე $0,274 \times 10^{21}$ კალორით განისაზღვრება. სითბური ნაკადი კი დედამიწის სხვადასხვა უბნებში ერთმანეთისაგან განსხვავებული ($0,9-1,2 \times 10^{-6}$ კალ/სმ²) სიდიდეებითაა გამოხატული, რაც მიწის ქერქის ტექტონიკურ სტრუქტურასთანაა დაკავშირებული. ასე, მაგალითად, დედამიწის ბაქური, შედარებით მშვიდი სტრუქტურის ფარგლებში სითბური ნაკადის მნიშვნელობა $0,6-1,0 \times 10^{-6}$ კალ/სმ²წმ-ის ფარგლებში მერყეობს; მთიანეთებში (კარპატები, კავკასია და ა.შ.) სიღრმისეული ნაკადი სწრაფად იზრდება და ხშირად $2-4 \times 10^{-6}$ კალ/სმ²წმ-ს შეადგენს. კიდევ უფრო დიდია ($6-8 \times 10^{-6}$ კალ/სმ²წმ) მიწის წიაღიდან მოდენილი სითბო შუალედურ-ოკეანური ქედების რიფტულ ზოლებში. ასევე მაღალია ($1,4-1,5 \times 10^{-6}$ კალ/სმ²წმ) აგრეთვე სითბური აღმავალი ნაკადი წითელი ზღვის შიდა რიფტულ ზოლში. ამავე დროს, რადიოაქტიური ელემენტების უდიდესი ნაწილი მხოლოდ მიწის ქერქშია (50-60კმ-ის სიღრმემდე) წარმოდგენილი. აქედან გამომდინარე, ცხადი ხდება დედამიწის სიღრმეში

ტექნოლოგიური გრადიენტის შემცირებისა და იზოტერმული პირობების ჩამოყალიბების უტყუარი მიზნების მიხედვით კავშირები.

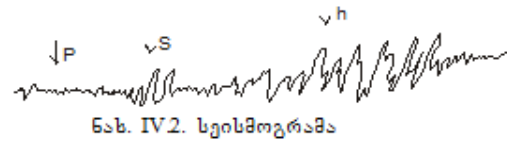
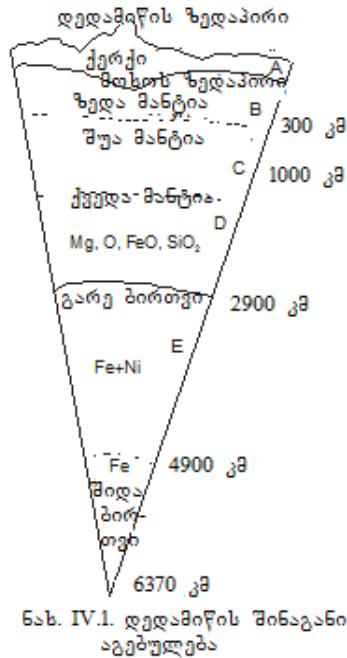
დედამიწის შინაგანი სითბო მიღებულია აგრეთვე გრადიენტული დიფერენციალის ხარჯზე. მას ტექტონიკური მოძრაობის ასახვად, საკმარისად მიიჩნევენ. სითბოს გამოყოფას ადგილი აქვს ასევე დედამიწის რადიუსის სიგრძის შემცირების გამო. ვიცით რა ჩვენი პლანეტის რადიუსის დამოკლების (0,4-0,5 მმ/წწ) სიდიდე, ამ გზით მიღებული წლიური ენერგია $1,5 \times 10^{29}$ ერგის ტოლი უნდა გამოდგეს. ცნობილია აგრეთვე, რომ დედამიწის ბრუნვის გამო ადგილი აქვს წიაღისეული ენერგიის ზედაპირისაკენ შემოსვლას. მასვე ემატება მოქცევითი ხახუნის ენერგია, რომელიც მზის რადიაციული სითბოს თანაბრად (65 %) სიდიდეს იძლევა. საკმაოდ დიდია, აგრეთვე მინერალების ატომთაშორისი კავშირების ენერგია, რომელიც ტექტონიკური მოძრაობის მიზნად შეიძლება გამოდგეს.

აგებულება და შედგენილობა. დედამიწის სფერო შინაგანი არაერთგვაროვანი აგებულებით ხასიათდება. იგი კონცენტრული თენებისაგან შედგება, რომლებსაც ფრიად განსხვავებული სიმძლავრე, სიმკვრივე და ქიმიური შედგენილობა (ნახ. IV.1) შეესაბამებათ. ამ მხრივ, „მყარი“ დედამიწა რამდენიმე გეოსფეროდ იყოფა: გარე, თხელ ფენას მინის ქერქი შეადგენს, მის ქვემოთ ბლანტი მანტიაა გავრცელებული, ხოლო ცენტრში მინის ბირთვია წარმოდგენილი. თუ კი მინის ქერქი მეტად უმნიშვნელო ზომისაა, მაშინ მანტია შედარებით დიდი (მინის მოცულობის 83 %) და მძიმე (მინის მასის 67 %) სხეულია. მინის ქერქისა და მანტიას შორის, 10-დან 65-70-მდე კილომეტრის სიღრმეზე წარმოდგენილია გამყოფი – მოხოროვიჩის (მოხოს) ზედაპირი, ანუ საზღვარი. დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს სილიციუმისა (კაუბადი) და ალუმინის შენაერთებია გაბატონებული. ამიტომ, ამ ფენას „სიალის“ ფენას (Si და Al) უწოდებენ. ქვედა მანტიას კი, უფრო მძიმე ელემენტების გავრცელების გამო, „სიმას“ სახელწოდება (Si და Mg) აქვს. რაც შეეხება მინის ბირთვს, აქ ყველაზე მძიმე ნივთი და რკინა ჭარბობს. ამიტომაც მას „ნიტეს“ (Ni და Fe) უწოდებენ.

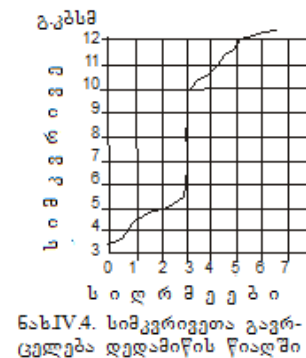
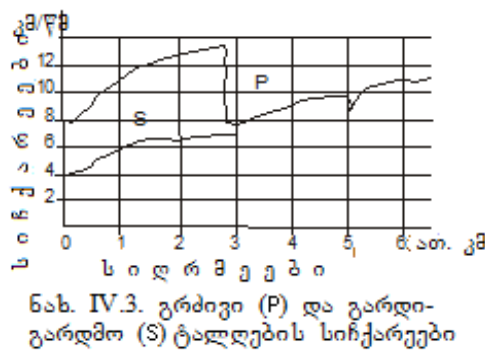
როგორც აღვნიშნეთ, წიაღის აღნაგობის შესახებ ცნობები უშუალო დაკვირვებებით არ მოიპოვება. ამ მხრივ, მეშვეობითი მეთოდებია (სეისმოლოგიური) გამოყენებული. სეისმური ტალღების მიერ ჩვენი პლანეტა რამდენადმე „გაშუქებული“ გამოიჩნდა: გამოირკვა მისი აღნაგობა და შინაგანი მდგომარეობა. მინისძვრები – დედამიწის ნივთიერებათა შინაგანი დაძაბულობის შედეგია, რომელსაც წიაღისეული მასები მოძრაობაში მოჰყავს. ამავე დროს, სივრცობრივი გადაადგილება შეიძლება უმნიშვნელოც კი იყოს, თუმცა მის მიერ წარმოქმნილი დრეკადი ტალღები შორს ვრცელდება. სეისმური კერის სიმძიმის ცენტრს ჰიპოცენტრი ეწოდება, ხოლო დედამიწის ზედაპირის იმ უბანს, რომელიც აღნიშნულ კერასთან ყველაზე ახლოსაა – ეპიცენტრი ჰქვია.

დედამიწის მყარი ნივთიერების (ქერქის) რყევითი მოძრაობის შედეგად მიღებული სეისმური მოძრაობა – სეისმური ტალღები (ნახ. IV.2) სამი ტიპისაა. გრძივი (P) ტალღები ყველაზე სწრაფია,

გარდამოქცევა (S) კი უფრო ნელა ვრცელდება და დიდ ძვრებს იძლევა. რაც შეეხება ზედაპირულ (L) ტალღებს, ისინი წარმოიქმნებიან მხოლოდ დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილში, ხოლო სიღრმეში გადასვლასთან ერთად სწრაფად ქრებიან. სწორედ ზედაპირული ტალღები იწვევენ ძლიერ ძვრებსა და დიდ ნგრევას.



სეისმური ტალღების სიჩქარეთა და გრადიენტის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათ მიერ გავლილი გზა (ნახ. IV. 3), თავისი აგებულებისა და შემადგენლობის მიხედვით, მკვეთრად არაერთგვაროვანია. ასე, მაგალითად, 60 კმ-ის სიღრმეზე გრძივი (P) ტალღების სიჩქარე მკვეთრად (5-დან 8-მდე კმ/წმ) მატულობს, ხოლო უფრო ღრმად – იზრდება და 2900 კმ სიღრმეზე 13 კმ/წმ აღწევს. აქ, გრძივი ტალღების სიჩქარე მკვეთრად ეცემა და მხოლოდ 8 კმ/წმ შეადგენს. ამის შემდეგ, სიღრმის ზრდასთან ერთად, დედამიწის ბირთვისაკენ, ტალღის სიჩქარე თანდათან მატულობს და 11 კმ/წმ აღწევს. ამავე დროს, ნათლად ჩანს, რომ გარდამოქცევა (S) ტალღები 2900 კმ-ზე უფრო ღრმად, როგორც წესი, არ ვრცელდებიან ხოლმე.



სეისმური ტალღების სიჩქარეთა მკვეთრი გარდატეხა, 60-2900 კმ-ის სიღრმეთა ღიაპაზონში, მიუთითებს მიწის წიაღის ნივთიერებათა სიმკვრივის ნახტომისებრ (ნახ. IV. 4) ზრდას. მის საფუძველზე, გამოყოფენ სამ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ გარსს, ანუ გეოსფეროს: დედამიწის ქერქს, მანტიასა და ბირთვს. მათ შორის, პირველი მათგანი ჩვენ მიერ უკვე აღნიშნულ სიღრმის ფენას შეესაბამება, მანტიას სიღრმის თვისებები გააჩნია, ხოლო დედამიწის ბირთვი კი მძიმე ნივთიერებისაა.

მსუბუქი ელემენტების შემცველობა მიწის ქერქის კუთრი წონის დაბალ (2,7-2,8 გრ/სმ³) მაჩვენებელს განაპირობებს. მიწის ქერქის საშუალო სიმძლავრე 30-35 კმ-ს შეადგენს, თუმცა იგი საკმაოდ არათანაბრადაა წარმოდგენილი. დასავლეთ ევროპასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში მიწის ქერქი 26-28 კმ-ის, კავკასიაში 50 კმ-ის, ხოლო ტიან-შანის ფარგლებში 84 კმ-ის სიღრმემდე ვრცელდება. ამავე დროს, ოკეანეთა ფსკერზე ქერქის სიმძლავრე უმნიშვნელოდ მცირეა.

როგორც ჩანს, მთიანეთების ქვეშ მიწის ქერქი მანტიაში ღრმადია „ჩაძირული“. ოკეანეთა ფსკერზე კი პირიქით – იგი მცირე სისქისაა. ცხადია, რომ აღნიშნული უთანაბრობა (ნახ. IV. 5) იზოსტაზიური³ მოვლენითაა შეპირობებული. ცხადია, რომ ზღვის დონიდან დიდ სიმაღლეზე ამოწეული ზედაპირის ხანგრძლივი გადარეცხვისა და მისი მასალის ოკეანეში გადაადგილების შედეგად, აღნიშნული წონასწორობის დარღვევას ექნება ადგილი. კონტინენტური ბლოკის მანტიაში „ჩაძირული“ სხეული, წონასწორობის აღდგენის მიზნით, რამდენადმე მაღლა ამოიწევა. ამავე დროს, მასალის მუდმივი შემოსვლა და, შესაბამისად, ზოგადი ბალანსის დარღვევა ოკეანის ფსკერის მანტიაში „ჩაძირვას“ გამოიწვევს.



ნახ. IV.5. დედამიწის ქერქის ტიპები

მიწის ქერქი ორ – კონტინენტურ და ოკეანურ ტიპებად იყოფა. პირველი მათგანი 30-40 კმ-ის სიმძლავრისაა, თუმცა მთიანეთებში იგი 70-80 კმ-ის სიღრმეს აღწევს. ამ ტიპში სამ (დანალექი, გრანიტული და ბაზალტური) ფენას გამოყოფენ. დანალექი ფენა შედარებით მცირე სისქისაა და როგორც ზღვიური, ისე კონტინენტური გენეზისის დანალექი მასალისაგან შედგება. მათი წარმოშობა

³ ტერმინი ნიშნავს მიწის ქერქის მისწრაფებას, დაიკავოს ჰიდროსტატიკური წონასწორობა უფრო დაბალი სიმკვრივის მქონე ფენის (მანტია) მიმართ, რომელზედაც მიწის ქერქი, ასე ვთქვათ, ტივტივებს.

დაკავშირებულია ხმელეთის ზედაპირის გადარეცხვისა, ან კიდევ, ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტების დაღვწევასთან. დანალექი ქანები ყოველთვის შეიცავენ პლანეტის ბუნების წარსული სურათის – ზღვისა და ხმელეთის ფართობის ცვლის, აგრეთვე, ჰავის, მცენარეულობისა და ცხოველთა სამყაროს ცვლილებების აღდგენის საშუალებას.

დანალექი ქანების ქვეშ გრანიტის ფენაა წარმოდგენილი. იგი შედარებით მკვრივია და გრანიტის ტიპის მასალითაა აგებული. ამ ფენის სიმძლავრე 20-30 კმ-ს აღწევს. ახალგაზრდა მთიანი ქვეყნების არეალებში კი იგი 40 კმ-ის სიღრმემდეც კი იძირება. კონტინენტების პერიფერიულ ნაწილებში გრანიტის ფენის სიმძლავრე საგრძნობლად მცირეა, ხოლო ოკეანეების ქვეშ – საერთოდ არ არის წარმოდგენილი.

გრანიტის ფენის ქვეშ, უშუალოდ მანტიის ზედაპირზე, უფრო მკვრივი (3,2–3,3 გრ. სმ-3) ბაზალტური ფენა „ტიფიფებს“. იგი უმთავრესად ბაზალტური და პორფირიტული ქანებისაგან შედგება. სიალის შემადგენელ ელემენტებთან ერთად, ბაზალტურ ფენაში, მნიშვნელოვან როლს მანგიუმის ასრულებს. ამ ფენის სიმძლავრე 15-დან 35-მდე კილომეტრის ფარგლებში მერყეობს და უწყვეტია არა მარტო ხმელეთის, არამედ როგორც ოკეანური საზღვრის, ისე ღრმანყლიანი ლარების ქვეშ.

დედამიწის ქერქის ოკეანური ტიპი, თავისი კონტინენტური ანალოგისაგან არა მარტო სიმძლავრით, არამედ შემადგენლობითაც კი განსხვავებული ნიშან-თვისებისაა. ოკეანური ქერქის სიმძლავრე 5-დან 15-მდე კილომეტრის ფარგლებში მერყეობს და ორი – ზედა, დანალექი (2-5 კმ) და ქვედა, ბაზალტური (5-10 კმ) ფენებისაგან შედგება. ამასთან ერთად, ღრმანყლიანი აუზების ფსკერზე მიწის ქერქის ბაზალტური ფენის ზედაპირზე, როგორც წესი, მძლავრი (10-20 კმ) დანალექი ფენაა წარმოდგენილი.

დედამიწის მანტია სამ ნაწილად (ნახ. IV. 1) იყოფა: ზედა (B), შუა (S) და ქვედა (D) ნაწილები ერთმანეთისაგან თავიანთი შემადგენლობით გამოირჩევიან. ზედა მანტიაში უფრო ღუნიტებია გავრცელებული, რომლებიც მანგიუმითა და რკინის სიმდიდრით გამოირჩევა. ზედა მანტია ანუ ასტენოსფერო მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს არა მარტო მის ზემოთ გავრცელებულ მიწის ქერქზე, არამედ დედამიწის ზედაპირზეც. სწორედ, ასტენოსფერო წარმოადგენს იმ ზონას, სადაც შინაგანი სითბოს გავლენით მიმდინარეობს ნივთიერებათა გაღვლეობა, ხოლო მაღალი წნევის წყალობით მას მოძრაობის უნარი ენიჭება. ამ მიზეზით, მანტიის ზედა ნაწილისაკენ თხიერი ნივთიერების შემოდინებას აქვს ადგილი. აქვეა გავრცელებული ვულკანების უძრავლესობათა კერები, სადაც მიმდინარეობს სეისმური განმუხტვები.

შუა მანტია (S) აღსანიშნავია იმით, რომ იგი ნივთიერებათა ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნებით ხასიათდება. მაღალი წნევის გაბატონების გამო აქ, ქიმიური ელემენტების აღზავნის რღვევა მიმდინარეობს. ამასთან ერთად, ელემენტების ატომების შემჭიდროება ნივთიერებათა ქიმიური შემადგენლობის შეცვლასაც განაპირობებს. რაც შეეხება ქვედა მანტიას (D), კოლოსალური

($7,8 \times 10^{11}$ დინი) წნევის გამო ნივთიერებათა ატომების ელექტრონები იმდენად არიან დაახლოებული, რომ ლითონურ თვისებებს იძენენ.

დედამიწის ცენტრალურ ნაწილს – ბირთვი ეწოდება. მისი რადიუსი დაახლოებით 3500 კმ-ს შეადგენს. ბირთვის ზედა საზღვარი მდებარეობს რა 2900 კმ-ის სიღრმეზე – წნევა 1,370 მლნ. ატმოსფეროს აღწევს. ამ უზარმაზარი წნევის პირობებში ატომების ელექტრონული გარსები ირღვევა და მათი ბირთვები ელექტრონების საერთო მასაში არიან გაერთიანებული. ამის გამო, ნივთიერება გადასულია ზემოთაღებული მდგომარეობაში და გააჩნია მაგნიტური თვისებები, რაც დედამიწის შუაში მაგნიტური ველის არსებობას განსაზღვრავს.

ამრიგად, დედამიწის წიაღის განსხვავებული გარსების ჩამოყალიბება კანონზომიერ მოვლენად უნდა მივიჩნიოთ. ამავე დროს, ბუნებრივია იხადება ლოგიკური კითხვა: რით შეიძლება აიხსნას დედამიწის გარსებად დანაწილება? ან კიდევ, რომელ გეოგრაფიულ შედეგებზე მიუთითებენ ამ გარსების არსებობა? ამ კითხვებზე პასუხის გასაცემად მკითხველს მოუწევს ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფიის (2003 წ.) სახელმძღვანელოს XIV თავში გადმოცემული მასალის შინაარსის გაცნობა, რომელიც ბაკალავრიატის პროგრამით არ არის გათვალისწინებული. ამჟამად მიღებული ჰიპოთეზის თანახმად, დედამიწა კოსმოსური ცივი მტვროვანი მატერიისაგან წარმოიშვა და თავდაპირველად, თავისი შემადგენლობის მიხედვით, არაერთგვაროვანი კუთრი წონის ნაწილაკების ქაოსურად მიმოხეულ ნარევეს წარმოადგენდა. პლანეტარული თვისებების შექმნას ნივთიერებათა ვერტიკალური დიფერენციაცია, ანუ მძიმე ელემენტების „ჩაძირვა“ და მსუბუქის „ამოტივტივება“ უნდა გამოეწვია. წიაღის ღრმა ფენებში ამ პროცესის სიჩქარე შედარებით მცირე, ხოლო ზედა ფენებში უფრო ინტენსიური უნდა ყოფილიყო. აქედან გამომდინარე სავარაუდოა, რომ დედამიწის ბირთვისა და ქერქის წარმოშობა სხვადასხვა მიზეზებთანაა დაკავშირებული.

დედამიწის ბირთვის წარმოშობა დაკავშირებულია ნივთიერებათა სიმკვრივის ნახტომისებური ზრდის პირობებთან, როცა პლანეტის განუწყვეტელი ზრდის შემთხვევაში, ცენტრის წნევამ კრიტიკული მნიშვნელობის გადალახვა შეძლო. ბირთვის წარმოშობის პარალელურად, პლანეტის ცენტრალური ნაწილის მოცულობის შემცირებას დედამიწის ზედაპირის დაწევა უნდა გამოეწვია.

რაც შეეხება დედამიწის ზედაპირულ ფენებს, ნივთიერებათა ერთგვაროვანი მასის დიფერენციაცია სრულიად სხვაგვარად უნდა წარმართულიყო. აქ, მსუბუქი და მჟავე შემადგენლობის ნივთიერებათა გამოყოფა და მათი ზედაპირისაკენ ამოტივტივებას უნდა ჰქონოდა ადგილი. ამავე დროს, დედამიწის ბირთვის წარმოშობას, ზედაპირულ ფენებში მასალის დიფერენციაციის არეალი რამდენადმე უნდა შეეფერებინა. ცხადია, რომ ბირთვის მაღალი წნევა ამცირებდა ნივთიერებათა ზედაპირზე „ამოსვლის“ პროცესს. ამიტომ ვარაუდობენ, რომ ბირთვი უფრო ნაკლებადაა დიფერენცირებული, ვიდრე ზედაპირული ფენები. ამავე დროს, დიდ სიღრმეებზე, მაღალი ტემპერატურის გამო, შესაძლებელია ნივთიერებათა გალღობა, თუმცა კოლოსალური წნევა მათ მყარ მდგომარეობას უნარჩუნებს. საკმარისია წნევის მცირედი შესუსტებაც კი, რომ

გადამეცხურებული ნივთიერება უეცრად თხევად მდგომარეობაში გადავა და დედამინის ზედაპირისაკენ აღმასვლას დაიწყებს. ამგვარად, გრავიტაციული დიფერენციაციის მიმდინარეობისას აღმავალი მოძრაობა ანუ ნივთიერებათა გადატანა, შედარებით ნაკლები წნევის არეალების მიმართულებით, საკმაოდ ფართო მასშტაბისაა.

ბაქნები და გეოსინკლინები კონტინენტებისა და მარჩხი ზღვების, აგრეთვე არქიპელაგების სტრუქტურულ ერთეულებს წარმოადგენენ. მინის ქერქის ეს ელემენტები თავიანთი განვითარების შესაბამისად საკმაოდ ძლიერ ცვლილებებს განიცდიან.

გეოსინკლინები დედამინის ქერქის იმ უბნებს წარმოადგენენ, რომლებიც მნიშვნელოვანი დინამიურობითა და დანალექი ქანების დიდი სიმძლავრით ხასიათდება. გეოსინკლინებისათვის ვერტიკალური ტექტონიკური მოძრაობების დიდი სიჩქარეები და მათი მაღალი ამპლიტუდებია დამახასიათებელი, რომელსაც თან ახლავს ცალკეულ ბლოკებად დანაწევრება. ამ საკმაოდ დინამიურ არეალებს ასევე ახასიათებთ დანაოჭებისა და ვულკანიზმის ფართო გამოვლინება, აგრეთვე, გავრცელების საკმაოდ გრძელი ხაზობრივი გადაჭიმულობა. ამდენად, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, გეოსინკლინები რთული რელიეფის არეალების წარმოშობისა და გავრცელების წინაპირობაა.

ბაქნები მინის ქერქის ყველაზე მდგრადი არეალებია. მათ ნელი ვერტიკალური მოძრაობა ახასიათებთ. ამიგომ, ბაქნურ უბნებს ნაზი და მოსწორებული რელიეფი შეესაბამება. ბაქნების ამგებელი დანალექი ქანების სიმძლავრე დიდი არ არის, ხოლო ვულკანიზმის განვითარება კი საკმაოდ უმნიშვნელოა. როგორც წესი, ბაქნები ხმელეთის ყველაზე ძველ უბნებს წარმოადგენენ. ამიგომ, მათ საფუძველში ძველი ნაოჭა სტრუქტურები უდევთ. არცთუ იშვიათად, უძველესი ასაკის ქანები მოკლებულნი არიან რა დანალექი ქანების ზედა საფარს – უშუალოდ შიშვლდებიან დედამინის ზედაპირზე. ასეთ უბნებს ფარები ეწოდება.

როგორც ჩანს, გეოსინკლინები და ბაქნები, ტექტონიკური და სტრუქტურული თვალსაზრისით, ერთმანეთისაგან დიამეტრალურად განსხვავებულ ერთეულებს წარმოადგენენ. ამავე დროს, ისინი განსაზღვრულნი არიან სივრცობრივადაც და გავრცელების ლოკალური არეალები შეესაბამებათ. ასე, გეოსინკლინურ ნაოჭა მთიანეთებს მიეკუთვნება ურალის, საიანების, ბაიკალის, სტანავის ქედები, კამჩატკისა და სახალინის მთები, წყნაროკეანური სარგეცლის მთიანი სისტემა, პირენეები, აპენინები, ბალკანები, ალპები, კარპატები, ყირიმის მთები, კავკასიონი, ტიან-შანი, ჰიმალაი, ანდები, კორდილიერები. მგვიცე საფუძვლისა და ბრტყელი ზედაპირების მაგარებელ ბაქნებს კი შეესაბამება ჩრდილო ამერიკის, აღმოსავლეთ ევროპის, ჩინეთის, ციმბირის, აფრიკა-არაბეთის, ავსტრალიის, სამხრეთ ამერიკის, ანტარქტიდის ბაქნები. არაერთგვაროვანია მათი როგორც საფუძვლის სტრუქტურა და ზედაპირის იერსახე, ისე ფორმირების დრო და განვითარების ეტაპები. უძველესი დანაოჭება კალედონური (სილურული პერიოდი) ეპოქის სახელწოდებითაა ცნობილი. უფრო გვიან

(დეფონ-კარბონი) ჰერცინული დანაოჭების ფაზას ჰქონდა ადგილი, ხოლო ალპური დანაოჭების (გრისულ-ცარცული და მესამეული) გვიანდელი გამოცხილი, ჯერ კიდევ არ დამთავრებულია.

ლითოსფერული ფილების გლობალური ტექტონიკა. მიწის ქერქის ვერტიკალური მოძრაობასთან ერთად განიხილავენ აგრეთვე ლითოსფერული ფილების ჰორიზონტალურ გადაადგილებას. თუმცა კი, მიწის ქერქის ვერტიკალური მოძრაობა გაცილებით ადრე იყო ცნობილი, ლითოსფერული ფილების ჰორიზონტალური გადაადგილების შესახებ ლაპარაკი მხოლოდ XIX ს-ის ბოლოს დაიწყო. გასული საუკუნის დასაწყისში (1911 წ) გერმანელი გეოფიზიკოსის ალ. ვეგენერის მიერ წამოყენებული ჰიპოთეზა კონტინენტების დრეიფის შესახებ, ერთ ხანს, დაფიქრებას მიეცა. კონტინენტების გადაადგილებაზე კი მრავალი ფაქტი მეტყველებდა: ატლანტის ოკეანის ორივე მხარის კონტინენტების სანაპიროთა კონფიგურაციის, ხმელეთის გეოლოგიური აგებულების, ფაუნისა და ფლორის სახეობათა თანხვედრის ფაქტები ერთიანი მაგნიტის ჰორიზონტალურ დანაწევრებაზე მიუთითებდნენ; სამხრეთ ამერიკის, მადაგასკარის, ინდონეზიის, დასავლეთ ავსტრალიისა და სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთი ნაწილის კარბონულ-პერმული გამყინვარების მსგავსი ნიშნების არსებობის ფაქტები.

აღნიშნული ფაქტების ახსნა ადვილია შორეულ წარსულში ერთიანი სუპერკონტინენტის (პანგეა) არსებობით, რომელიც მოგვიანებით ცალკეულ ნაწილებად დაიყო. კონტინენტების ჰორიზონტალური მოძრაობის სასარგებლოდ ლაპარაკობს, აგრეთვე, ატლანტის ნაპოვნი ისეთი ფაქტები, როგორიცაა ოკეანის ფსკერის აგებულების ნიშნები და პალეომაგნიტური მონაცემები.

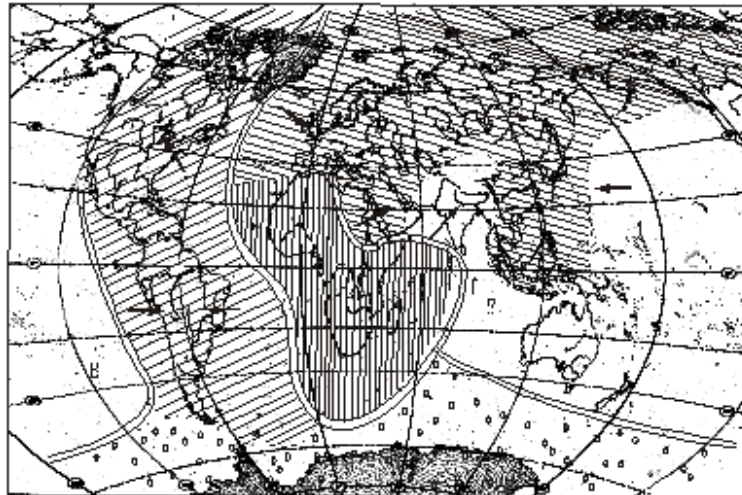
დედამიწის ქერქის ბლოკების დრეიფი (ნახ. IV. 6), ამჟამად საყოველთაოდ აღიარებული ფაქტია. თუმცა, არ არსებობს ერთიანი აზრი მოძრაობათა კონკრეტული გამოვლინების ფორმებისა და მექანიზმის შესახებ. უფრო პოპულარულია ლითოსფერული ფილების ტექტონიკური თეორია ანუ ახალი გლობალური ტექტონიკა, რომლის თანახმად ლითოსფერო ექვსი ძირითადი ფილისაგან შედგება, რომელთა დეფორმაცია მხოლოდ თავიანთი საზღვრების შიგნით მიმდინარეობს, ხოლო მოძრაობა სხვადასხვა მიმართულებით სრულდება.

წყნაროკეანური ფილა მოიცავს წყნარი ოკეანის დიდ ნაწილსა და, ნაწილობრივ, ჩრდილოეთ ამერიკის დასავლური სანაპიროს შეღარებით ვიწრო ფრაგმენტს. იგი დასავლეთი მიმართულებით მოძრაობს. ამერიკის ფილაზე ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკის კონტინენტებია წარმოდგენილი. ის მოიცავს აგრეთვე ანტარქტიკის დასავლეთ ნაწილს. ამ ფილას, მოძრაობის სხვადასხვა მიმართულება ახასიათებს: მისი ჩრდილო (ჩრდილოეთი ამერიკა) ნაწილი დასავლეთისაკენ მოძრაობს, ხოლო მოპირდაპირე მხარეზე – სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლური და დასავლური ნაწილების გადაადგილება ერთმანეთის საწინააღმდეგოდაა მიმართული.

ევრაზიის ფილა თითქმის მთლიანად კონტინენტური ბუნებისაა. იგი, ინდონეზიასა და ფილიპინებთან ერთად მთელ ევროპასა და აზიას მოიცავს. ეს უზარმაზარი ფილა აღმოსავლეთის მიმართულებით მოძრაობს. ინდოეთის ფილა გავრცელებულია არაბეთის ნახევარკუნძულიდან

ახალ ზეგანადად. იგი მოიცავს აგრეთვე ინდოეთის ოკეანის აღმოსავლეთ ნაწილს, ახალ გვინეასა და ავსტრალიას. მისი აღმოსავლეთი ნაწილი უძრავია, ხოლო დასავლეთი პერიფერია (ტიან-შანი, ჰიმალაი) ჩრდილოეთით (ციმბირის ბაქანისაკენ) გადაადგილდება.

აფრიკის ფილა შედგება საკუთრივ აფრიკის, მადაგასკარის, სამხრეთ ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანის დასავლური პერიფერიული ნაწილისაგან. ეს ბლოკი უძრავადაა მიჩნეული. ანტარქტიკული ფილა საკუთრივ ანტარქტიდასა და სამხრეთის ოკეანეს მოიცავს. მის შემადგენლობაშია, აგრეთვე, წყნარი ოკეანის სამხრეთი პერიფერია.



ნახ. IV.6. ლითოსფერული ფილები
1. წყნაროკეანური; 2. ამერიკული; 3. ანტარქტიკული; 4. აფრიკის;
5. ინდოეთის; 6. ევრაზიული. ისრები უჩვენებს მოძრაობის
მიმართულებას. A, B, Γ - წყალქვეშა ქედები

ყველა ფილა სუბსტრატის ნივთიერებაზე (ასტენოსფერო) იზოსტაზიურად განიხილავს და მანგის სითბური კონვექციის წყალობით ჰორიზონტალური მიმართულებით გადაადგილდება. საფიქრებელია, რომ ფილების მოძრაობისას ადგილი ექნება ან მათ ურთიერთდაჯახებას, ან კიდევ განევას (დივერგენციის), ან ერთმანეთის გასწვრივ გადაადგილებათა სხვადასხვა ვარიანტებს. ფილების შეჯახებისას (კონვერგენცია) ერთ-ერთი ფილას მეორეს ქვეშ ჩაძირვა (სუბდუქცია), ღრმა ღარებისა (ნახ. IV. 7) და კუნძულთა რეალეების (კურილია-კამჩატკის, ფილიპინების, მარიანის, ალუტის) ფორმირებას იწვევს. ბლოკების კონვერგენციითაა გამომწვეული თითოეული მათგანის საკმაოდ მძლავრი (ნახ. IV. 8) დეფორმაცია. ამჟამად მიღებულია, რომ ბლოკების ამგვარი შეჯახების შედეგად (ინდოეთისა და ევრაზიის ფილები) წარმოიქმნა ჰიმალაის მთები.

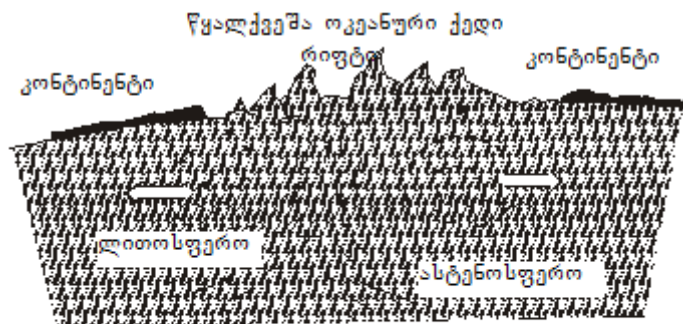


ნახ. IV. 7. ფილების კონვერგენცია, დრმულების წარმო-
შობა ⇒ ფილების მოძრაობის მიმართულება

ფილების განვითარება ადგილი აქვს წყალქვეშა შუალედურ – ოკეანური ქედების (ნახ. IV. 9) ფორმირებას. ამ ქედების შუა, თხემურ ნაწილში ყოველთვის მკვეთრად გამოხატული ღარის არსებობა შეინიშნება, რომელსაც საკმაოდ ციკაბო ფერდობი გააჩნია. ასეთი გრძელწრივი იერსახის რელიეფის ფორმას რიფებს უწოდებენ, რომელიც ლითონფეროს განვითარება და გახლეჩვის ზოლს წარმოადგენს. წყალქვეშა ქედების ზოლში ფილების განვითარება დამატებით ფაქტად შეიძლება მოვიყვანოთ ოკეანის ფსკერის დანალექი ქანების ასაკის ზრდა რიფტიდან ოკეანეთა განაპირა მხარის (კონტინენტების) მიმართულებით. ასე, მაგალითად, ატლანტის ოკეანის წყალქვეშა ქედის თხემის (რიფტის) ზოლში წარმოდგენილია პალეოგენურ-მეოცენური ასაკის (2-40 მლნ. წელი) ნალექები. მისგან, კონტინენტის მიმართულებით ჯერ გავრცელებული პალეოგენური (70-40 მლნ. წელი), ხოლო შემდეგ ცარცული (140-80 მლნ. წელი) და ტრასული-იურული (240-150 მლნ. წელი) ნალექები, ხოლო აფრიკის ჩრდილო-დასავლეთი პერიფერიასა და ჩრდილოეთ ამერიკის აღმოსავლეთი სანაპიროს გასწვრივ გავრცელებულია ყველაზე ძველი – პერმული ასაკის (300-250 მლნ. წელი) დანალექი ქანები.



ნახ. IV.8. ფილების კონვერგენცია და მათააწარმოშობა $\Rightarrow$ ფილების მოძრაობის მიმართულება



ნახ. IV.9. ფილების გაწვევისა და ქედების ფორმირების მექანიზმი

მანტია
 კონვექციური ნაკადები

 $\Rightarrow$ მანტიის გაწვევის მიმართულება
 მანტიის ნივთიერების წრებრუნვა

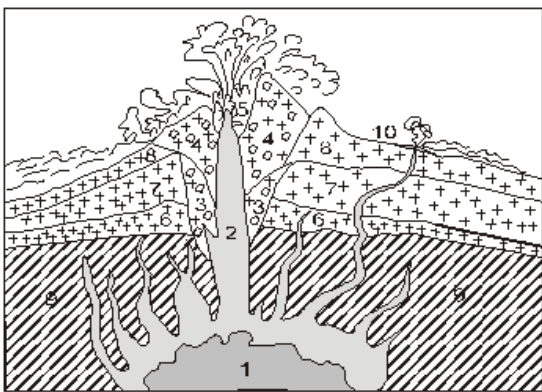
ამგვარად, მოგანილი მასალიდან აშკარად ჩანს, რომ მოძრავი ფილების მიერ კონტინენტების განაპირა ზოლებისაკენ გრანსპორტირებულია უფრო ძველი ასაკის მასალა, რაც მათი ფორმების თანმიმდევრულობაზე მიუთითებს. ამასთან ერთად, ოკეანის ფსკერზე ნალექების ასაკობრივი

სხვაობა ლაპარაკობს იმ დროზე, რომლის განმავლობაში თელი მოძრაობდა წყალქვეშა ქედიდან (რიფტიდან) კონტინენტის მიმართულებით.

ვულკანიზმი და მიწისძვრები ფრიალ გავრცელებული მოვლენებია. დედამიწის ნიაღვრის გეოტერმული ასპექტებიდან გამომდინარე ვიცით, რომ მიწის ნიაღვრის ფართო არეალზე ცომისებრი და თხიერი (ბლანტი) მასის შემცველია, რომელსაც მაგმას უწოდებენ. ამ გაღმდვარი მასის წარმოსაქმნელად საჭირო მაღალი ტემპერატურა დედამიწის ნიაღვრში მუდმივად არსებობს. მაღალი წნევის პირობებში, მაგმის შემცველი გაზები ამ გავარვარებულ ბლანტ სხეულს მიწის ზედაპირისაკენ წარიტაცებს. მაგმის საღინარებად კი ტექტონიკური ნაპრალები გამოიყენება, რომელთა ნაწილი დედამიწის ლითონფეროს ღრმა ფენებამდეა გავრცელებული. სწორედ, ამ საღინარებით ხორციელდება მაგმის ამონთხევა დედამიწის ზედაპირზე. მაშინ იგი კარგავს რა სითბოს – თანდათანობით ცივდება და ქვავდება. ამ დროს, მაგმა გაცივებასთან ერთად, მისი შემცველი გაზებისგანაც თავისუფლდება. ასეთ სხეულს ლავას უწოდებენ. მათ მიერ ფორმირებული მაგმური ქანები ეფუზივებს ქმნიან. არცთუ იშვიათად, მაგმა დედამიწის სიღრმეში, ზედაპირზე ამოუსვლელად გაცივდება და ე. წ. ინტრუზივებს წარმოშობს.

უხსოვარი დროიდან შემჩნეული იყო თუ როგორ ამონთხეოდა ტირენის ზღვის ერთ-ერთი კუნძულის (კ. ვულკანო) მწვერვალიდან ცეცხლი და შავი კვამლისაგან შემდგარი ღრუბელი, როგორ აღწევდა ის ღიდ სიმაღლესა და ინტენსიურად გაღმოიყრებოდა ხოლმე გავარვარებული ქვები, რომლის შედეგად ეს კუნძული თვალსა და ხელს შუა სწრაფად იზრდებოდა. სწორედ, რომაული მითოლოგიის მიხედვით, ცეცხლისა და მჭედლობის ღმერთის – ვულკანის სახელწოდებით მოიხსენიება ყველა „ცეცხლისმფრქვეველი“ მთა. მაგმის წარმოშობის, მოძრაობისა და ამონთხევის პროცესთა ერთობლიობა ვულკანიზმის სახელწოდებითაა ცნობილი.

ვულკანის ამონთხევა რამდენიმე დღიდან, თვეობითა და წლობით გრძელდება. ძლიერი და ხანგრძლივი მოქმედების შემდეგ ვულკანი ისევ მშვიდი ხდება. ასე წყნარად, ვულკანი რამდენიმე



ნახ. IV.10. ვულკანის ტრილი

1 - მაგმის კერა; 2 - საღინარი; 3 - ძველი კონუსი; 4 - ახალი კონუსი; 5 - კრატერი; 6,7,8 - ლავური ნაკადის ფენები; 9 - პირითადი ქანები; 10 - პარაზიტული ვულკანი

წლიდან ათწლეულობითაც კი „მიიძინებს“ ხოლმე. თუმცა, იგი ისევ ხდება დაუცხრომელი – იწყებს მძვინვარებას, შოთოსა და ბობოქრობას. ასეთ ვულკანებს – მოქმედი ვულკანები ჰქვია. ამავე დროს, ვულკანების ნაწილი უკვე ჩამქრალია. მათ მიეკუთვნება ის ვულკანები, რომელთა შესახებ აქტიური გამოვლინების ფაქტები და ვულკანების ამოფრქვევის რაიმე დამადასტურებელი საბუთი კაცობრიობას არ გააჩნია. ამჟამად, დედამიწაზე 500-ზე მეტი მოქმედი ვულკანია. მათ შორის 70 წყალქვეშა ამონთხევით ხასიათდება. ჩამქრალი

ვულკანების რაოდენობა კი მოქმედი ვულკანების რიცხვს ერთი-ორად ჭარბობს.

ძველ ვულკანურ არეალებში ხშირია უკვე ძლიერ გადარეცხილი და დანგრეული ვულკანური სხეულები. ზოგიერთ მათგანს შენარჩუნებული აქვს მკვეთრად გამოსახული კონუსის იერ-სახე, რომლის ფერდობის დახრილობა მწვერვალის სიახლოვეს საკმაოდ ციცაბოა (ნახ. IV.10), თუმცა მიმდებარე ზედაპირი თანდათანობით დამრეცი ხდება. ვულკანის მწვერვალი ღრმა და მრგვალი, გიგანტური ჭამის ფორმის, ციცაბო ფერდობიან ღრმულს – კრატერს წარმოადგენს. მისი ფსკერი ყოველთვის დაფარულია ლოდებითა და უფრო წვრილი ნგრეული მასალით, ხოლო ნაპრალებიდან მუდამ ამოდის გაზისა და ორთქლის ჭავლები. კრატერიდან ამოფრქვეული თხევადი მაგმა, გადაედინება რა კონუსის კიდეზე – ფერდობის გასწვრივ, რადიალური მიმართულებით ძირს ეშვება. თუ ლავა ბლანტი თვისებისაა, მოძრაობის სიჩქარეს კარგავს და გუმბათისებურ ბორცვებს ქმნის. თხიერი ლავა კი ვრცელ და ოდნავ დახრილ ვულკანური ფერდობების ფორმირებას უწყობენ ხელს.

თავისი მოქმედების ხასიათისა და ამოფრქვეული მასალის შედგენილობის მიხედვით ვულკანები ფრიად განსხვავებული შინაარსისაა. ამ მხრივ, განასხვავებენ ნაპრალოვან და ცენტრალურ ვულკანებს. პირველი მათგანი ხასიათდება ფართო და საფარისებური გავრცელებით ასე, ირლანდიაში 1783 წელს ვულკან ლაკის ამოფრქვევის შედეგად ლავის მიერ დაკავებული ფართობი 600 კმ²-ს შეადგენდა, ხოლო ამონთხეულო მასალის მოცულობამ 12 კმ³-ს გადააჭარბა.

აღსანიშნავია, რომ ისტორიულ დროს გავრცელებული ვულკანების სიდიდეები შეუდარებლად მცირეა, ძველი გეოლოგიური ეპოქების ამოფრქვევებთან შედარებით. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ციმბირის უძველესი ვულკანური ამონთხევა, რომელიც 1,5 მლნ. კმ²-ის ტოლ ფართობზეა გავრცელებული; კოლუმბიის ბაზალტური პლატოს ფართობი 500 ათას კმ²-ს, ხოლო ლავის ნაკადების სიძლიერე 1 კმ-ს აღწევდა; ინდოგანისა და პარანას (სამხრეთ ამერიკა) ბაზალტური წარმონაქმნების საერთო ფართობი 1,4 მლნ. კმ²-ის, ხოლო ლავური ნაკადების სისქე 30-100 მ-ის ტოლი იყო; ზოგან კი – ბომბეის მიდამოებში გავრცელებული ნაკადის სიძლიერეს 10-ჯერ უფრო მეტი მნიშვნელობა უნდა ჰქონოდა; მხოლოდ პარანას ვულკანური მასის მოცულობამ 200 ათასი კმ³ შეადგინა.

ამჟამად, დედამიწაზე მოქმედი ვულკანები არანაპრალოვან, არამედ ცენტრალურ ტიპს მიეკუთვნება, რომელთა მაგმის ამონთხევა ნაპრალის ერთ პუნქტთანაა ლოკალიზებული. მათ უმთავრესად ვულკანური კონუსების ფორმირება ახასიათებთ, რომელთაც რადიალური დახრილობის (100-მდე) ფერდობები და ციცაბო კრატერები შეესაბამებათ. ასეთი ვულკანები გავრცელებულია ისლანდიასა და ჰავაის კუნძულებზე. თანამედროვე ვულკანიზმისათვის ნგრეული მასალის გაბატონებაა დამახასიათებელი. ამის გამო, ვულკანური ამოფრქვევის ცენტრის გარშემო დიდი კონუსის ფორმირებას აქვს ადგილი, რომლის აგებულებაში შეინიშნება ლავისა და ნგრეული მასალის პროდუქტებისაგან შემდგარი ფენების მორიგეობა.

ვულკანური ლავების მიერ შექმნილი ნაკადების ხასიათი მათივე შემადგენლობაზეა დამოკიდებული. თუკი ლავა მდიდარია კაჟმინების შემცველობით, მაშინ ამგვარი მჟავე ლავები მაღალი სიბლანტით გამოირჩევა და ნელა (5 კმ/სთ) მოძრაობს; თუკი ლავები (კაჟმინის შემცველობა 50 %-ს აღწევს) საკმაოდ თხიერი და დენადია. ამიტომ, დიდი სიჩქარითაც (20-30 კმ/სთ) მოძრაობენ. ცხადია, რომ თუკი ლავიდან გაზების გამოყოფა უფრო ადვილად მიმდინარეობს, რასაც ვერ ვამჩნევთ მჟავე ლავებში. ამ უკანასკნელიდან გაზების არა განუწყვეტელ გამოყოფას, არამედ ჯერ აირების დაგროვებას, ხოლო შემდეგ ერთდროულად დიდი ძალის აფეთქებასა და გაზებისაგან დაცლას აქვს ადგილი. ამ დროს, ლავის უკვე გაცივებული და მკვრივი სხეული ნაფლეთებად იქცევა, ხოლო მის ადგილზე ლავის ახალი „ქერქი“ ილექება. ხანგრძლივი მუდროების შემდეგ ახალი დიდი აფეთქების ჟამი ღვება. სწორედ, ასეთი მოქმედებისაა უკვე მითითებული კ. სიცილიის ჩრდილო-დასავლეთით მდებარე – ვულკანო. მის ჩრდილოეთით – ვულკ. სტრომბოლის ამოფრქვევა დროის უფრო მოკლე, თუმცა ერთმანეთის ცოლი, ხანგრძლივობითაა შემოსაზღვრული. კიდევ უფრო ბლანტი ვულკანის შემთხვევაში, ვულკანური ღრუბელი (მგვერი, ფერფლი) და გავარვარებული მძიმე ლოდები ფერდობზე ძირს (ვულკ. მონ-პელე) ეშვება.

ვულკანური ამოფრქვევა, ხშირად, გაზების წვრილი და თეთრი ან რუხი მასალის (ფერფლი) საკმაოდ დიდ სიმაღლეზე გავრცელებით ხასიათდება, რის შედეგად ვულკანის თავზე, მაღალი „ბოძი“ წარმოიქმნება. ასე, 1872 წელს ვულკან ვეზუვის თავზე 5 კმ-ის, კრაკატაზე კი (1883 წ.) 30 კმ-ის სიმაღლის ვულკანური ფერფლი აისვეტა. მოგვიანებით (1944 წ.) ვულკან ვეზუვი ისევ შეგვახსენა თავი. ამჯერად, ნეაპოლის სიახლოვეზე (ნახ. IV. 11) მდებარე რამდენიმე სოფელი მთლიანად დაინგრა. აღნიშნული ვულკანების ფერფლის მეორე ნაწილი რამდენიმე ათასი



ნახ. IV. 11. ვულკანი ვეზუვი. 1944 წ. ნეაპოლი

კილომეტრის მანძილზე იყო გადატანილი, თუმცა მნიშვნელოვანი მასა ვულკანის უშუალო სიახლოვეს დაილექა. ფერფლი ჰაერში დიდხანს არ ჩერდება. ატმოსფერული ნალექები მას მიწის ზედაპირზე აბრუნებს, რაც ფერდობებზე გალახვან ნაკადებს ქმნის. მათი ცემენტაცია და ხანგრძლივი შემკვრივება – ვულკანური ტუფის წარმოშობას განაპირობებს.

ვულკანების ამოფრქვევა მუდმივი არ არის. ხანგრძლივი ვულკანიზმის შემდეგ მათი მოქმედება თანდათანობით ქრება. ლავის ამონთხევა გაზების ამოფრქვევით იცვლება. დეგაზაციას – ფუქაროვებს უწოდებენ, რომელთა ტემპერატურა 100-დან 600-650⁰-მდე მერყეობს. ხშირად, წყლის ორთქლი კონდენსაციას განიცდის და ცხელი წყაროების წარმოშობას

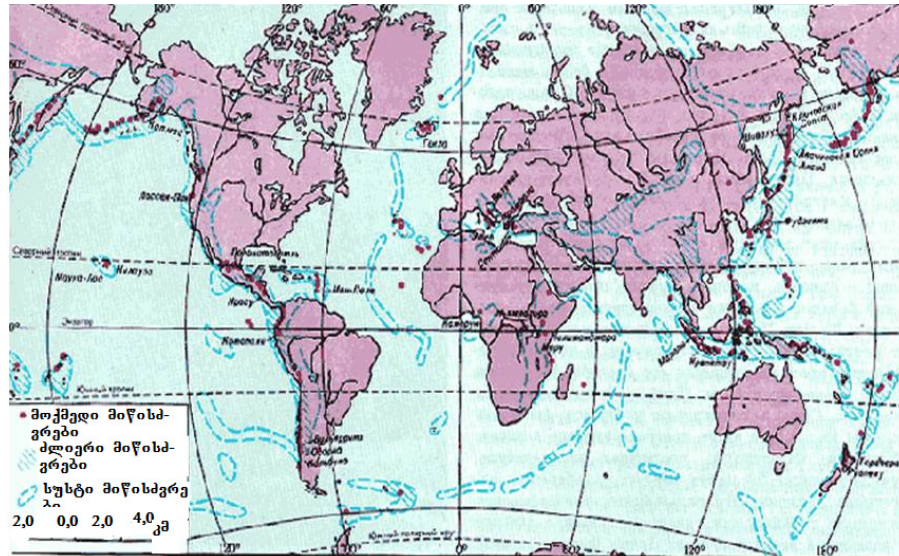
განაპირობებს, რომლებიც არაიშვიათად წყლის ჭავლისებური ამონთხევით მთავრდებიან. მათი ნაწილი მუდმივი შემოდინებით ხასიათდება, დანარჩენი – პერიოდული თვისებისაა. ამ უკანასკნელთ – ჰეიზერებს უწოდებენ. ხშირად, მათი ამონთხევის პერიოდულობა საკმაოდ ზუსტია. ამა თუ იმ ჰეიზერის ამონთხევის ინტერვალი 10 წუთიდან 5,5 საათამდე ცვალებადობს. მათი წყლის ტემპერატურა კი 90-დან 100⁰-მდე მერყეობს. წყლების მაღალი მინერალიზაციის გამო, ჰეიზერების ირგვლივ ტუფის დალექვას აქვს ადგილი. ჰეიზერები გავრცელებულია ისლანდიაში, ახალ ზელანდიაში, კამჩატკაზე, იელოუსტონის ეროვნულ პარკში (აშშ) და სხვ.

პოსტგულკანური არეალების დამახასიათებელი მოვლენაა აგრეთვე ტალახის ვულკანები. მათი კონუსები ჩვეულებრივად 1-2 მ-ის სიმაღლისაა, ზოგჯერ კი 10-12 მ-ს აღწევენ, თუმცა აღნიშნულია 350-400 მ-ის სიმაღლის კონუსებიც. ტალახის ვულკანების კრატერის სიგანე რამდენიმე მეტრით განისაზღვრება, ხოლო ტემპერატურა 90⁰-ს აღწევს. ისინი ნახშირწყალბადების გაზების არსებობასთანაც არიან დაკავშირებული. ტალახის ვულკანები საქართველოშიც (ახტალა, ქ. გურჯაანთან) გვხვდება.

მინისძვრები – მინის ქერქის უეცარი შერყევაა, რომელიც შენარჩუნებულია მისი გამომწვევი მიზეზის შეწყვეტის შემდეგ. თუმცა რყევითი მოძრაობა მიღევალი ხასიათისაა. ყოველი მინისძვრა, თითქმის ყოველთვის, ერთმანეთის მიყოლებით სხვადასხვა ძალის ბიძგებს იწვევს. ბიძგის ხანგრძლივობა მხოლოდ რამდენიმე წამით განისაზღვრება. დიდი ძალის მინისძვრების შემდგომი დრო მრავალრიცხოვანი განმეორებებით ანუ „გამოძახილით“ (აფტერშოკები) ხასიათდება, რომელთა ძალა, უფრო მეტ შემთხვევაში (96 %), ნაკლებია პირველი მინისძვრის სიძლიერესთან შედარებით. ასე, ალმა-ათის ცნობილი მინისძვრა (1887 წ.) ფაქტიურად სამი წელიწადი გრძელდებოდა. ხანგრძლივი „გამოძახილი“ ჰქონდა ტაშენცის, სპიტაკის, მექსიკის მინისძვრებს. რაჭა-იმერეთის მინისძვრაც (1991 წ.) თითქმის 2 წელი გრძელდებოდა.

მინისძვრის კერის (ჰიპოცენტრის) სიღრმე ჩვეულებრივად 50-60 კმ-ის ფარგლებს არ სცილდება. უფრო ხშირად კი 15-20 კმ-ის სიღრმეზე მდებარეობს. თუმცა, ზოგჯერ (წყნარი ოკეანის აუზის განაპირა ზოლში) მინისძვრათა ჰიპოცენტრები რამდენიმე ასეული კილომეტრის სიღრმეზეა „ჩაძირული“.

დედამიწაზე, ყოველწლიურად ერთ მილიონამდე მინისძვრას აქვს ადგილი. მათი დიდი ნაწილი ადამიანისათვის შეუმჩნეველია და მხოლოდ ხელსაწყოებით (სეისმოგრაფებით) აღირიცხებიან. მინისქვეშა ბიძგების მცირე ხანგრძლივობის მიუხედავად, მათი ენერგია (2×10^{19} - 5×10^{25} ერგი) საკმაოდ დიდია. ამ ენერგიის გამომუშავებისათვის ენგურის ჰიდროელექტროსადგურს 30 წლის უწყვეტი მუშაობა დასჭირდებოდა.



ნახ. IV. 12. მიწისძვრებისა და ვულკანების განაწილება

მიწისძვრებს, კოლოსალურ ენერგიასთან ერთად, გრანდიოზული სივრცებრივი განვრცობა ახასიათებთ. ასე, იაპონიის (1891 წ.) და სან-ფრანცისკოს (1906 წ.) მიწისძვრა 1 მლნ. კმ²-ის ფართობზე იგრძნობოდა. მათ საკმაოდ დიდი შედეგები გააჩნია. მიწისძვრების შედეგად ადგილი აქვს ზედაპირის მსხვილ დეფორმაციებს, წარმოიქმნება დიდი ნაპრალები და სხლეგვები, მეწყერები და კლდეზავები, ქვაგვნილები და ბორცვები, ტბები და მდინარეთა შეგუბება, დიდი ზომის ოკეანური ტალღები (ცუნამი). მათი წარმოშობისა და პარამეტრების შესახებ მოვიგანთ ფაქტებს: ჯერ კიდევ XIX ს-ში ბირმის მიწისძვრამ ერთ-ერთი კუნძული ზღვის ფსკერზე ჩაიგანა; მეოცე საუკუნის დასაწყისში (1927 წ.) ყირიმის მიწისძვრამ მთლიანად ჩამოანგრია აი-პეტრის მთის დასავლური ნაწილი; უფრო ადრე (1862 წ.), მიწისძვრამ მდ. სელენგის შესართავთან, ბაიკალის ტბის ნაპირზე, 8 მ-ის სიღრმის უბე გააჩინა; პამირის მიწისძვრის (1911 წ.) შედეგად, მდ. მურგაბის კლდეზავით გადაკეტვამ, სარეზის ტბის გაჩენა გამოიწვია.

ანალოგიური გზითაა წარმოქმნილი საქართველოს ზოგიერთი (რინა, ამცეელი, ქვედი) ტბაც. ისინი, ამ ერთი საუკუნის წინ (ამცეელის ტბა – 1891 წ., ხოლო ქვედის ტბა – 1896 წ.) გაჩნდნენ. ასევე, დიდი ენერგიის მატარებელია და კოლოსალური დამანგრეველი ძალა გააჩნია სეისმური გენეზისის ოკეანურ ტალღებს. ასეთი ცუნამის (1755 წ.) მიერ, 30 მ-ის სიმაღლის ტალღებმა, თითქმის მთლიანად დაანგრია ქ. ლისაბონი; ალუეციის კუნძულების სანაპიროსთან წარმოქმნილი ცუნამის სიჩქარე 200 მ/წმ აღემატებოდა. მან 5,2 საათის განმავლობაში, გაიარა რა 3700 კმ, ჰავაის კუნძულებამდე მიაღწია და დიდძალი ნგრევა გამოიწვია. ჩილეს მიწისძვრით (1960 წ.) გამოწვეული ცუნამი რეაქტიული სიჩქარით გავრცელდა და იაპონიის კუნძულებს (მანძილი 15 ათასი კმ) ერთი დღე-ღამის განმავლობაში მიაღწია. აქ ცუნამის ტალღის სიმაღლემ 10 მ გადააჭარბა და სანაპირო ზოლი მთლიანად ზღვის ქვეშ აღმოჩნდა. არცთუ იშვიათია მიწისძვრების მიერ ჰიდროგრაფიული ქსელისა და ეროზიის ხასიათის შეცვლა, ან კიდევ მცენარეების მოძრაობათა გააქტიურება და ა.შ. კოლოსალურად ძლიერი (M9,0-9,1) მიწისძვრის (2011 წ., 11 მარტი, ფუკუსიმა, ოკუმა - იაპონია)

შედეგად ქვეყანამ უდიდესი ეკონომიკური ზარალი (ასეულობით მლრდ აშშ დოლარი) და ადამიანური მსხვერპლი (დაიღუპა ათეული ათასობით ადამიანი, დასახიჩრდა რამდენიმე ათეული ათასი) განიცადა.

მინისძვრების გეოგრაფიული გავრცელება არაერთგვაროვან სურათს იძლევა. მინისძვრებს ადგილი არა აქვს ძველი ბაქნების (კანადის, ბრაზილიის, რუსეთის), აგრეთვე აფრიკის დიდი ნაწილის, ინდოეთის, ავსტრალიის, ანტარქტიდის ფარგლებში, რაც ამ არეალების ატექტონიკურობაზე მიუთითებს. ამავე დროს, მოქმედი ვულკანების გავრცელება (ნახ. IV.12) აქტიურ სეისმურ რაიონებს ემთხვევა. მათი კონცენტრაცია მაღალ მთიანეთებთან, ან კიდევ ღრმა ოკეანურ ღარებთანაა დაკავშირებული. პირველი მათგანი - წყნაროკეანური, ამავე სახელწოდების ოკეანის განაპირა არშიას ქმნის. მეორე - ხმელთაშუაგრანსაზიური, გავრცელებულია ატლანტის ოკეანის შუა ნაწილიდან დაწყებული ხმელთაშუა ზღვის, ჰიმალაის, არმოსავლეთ აზიის გავლით - წყნარ ოკეანემდე. ატლანტიკური სარტყელი მოიცავს ატლანტის წყალქვეშა ქედს, ისლანდიას, კ. იან-მაიენსა და ლომონოსოვის წყალქვეშა ქედის დიდ ნაწილს. მინისძვრებს ადგილი აქვს აგრეთვე აფრიკისა და აზიის ღრმულების ფარგლებში. მათ მიეკუთვნება წითელი ზღვის, ტანგანიკის, ნიასას, ისიქ-ქელისა და ბაიკალის ტბები.

ამ ზონებიდან ყველაზე აქტიური წყნაროკეანური სარტყელია. მის ფარგლებში მინისძვრების 80 % გამოანთავისუფლებს ხოლმე მის წიაღში დაგროვილ ენერგიას. შედარებით ნაკლები სეისმურობით ხასიათდება მეორე - ხმელთაშუაგრანსაზიური სარტყელი. სხვა სარტყლებში კიდევ უფრო ნაკლები ინტენსიურობა შეიმჩნევა.

ამგვარად, ვულკანიზმისა და მინისძვრების გავრცელება მინის ქერქის მთლიანი დისლოკაციასთან დაკავშირებული ვრცელი და ღრმა ნაპრალების არსებობითაა შეპირობებული და, მათთან ერთად, მათთანარმოშობა - ლითოსფეროს დინამიკის ერთიანი პროცესის ურთიერთდაკავშირებული და, ურთიერთგამომდინარე სხვადასხვა ასპექტებია.

გეოქრონოლოგია. ბუნებრივი და ხელოვნური გამოშვლებები ნათლად გვიჩვენებს სხვადასხვა სისქისა და ფიზიკური თვისებების მქონე შრეების მორიგეობას. თითოეულ მათგანს თავისი წარმოშობის დრო შეესაბამება. ამ დროის გარკვევას დათარიღება ჰქვია. ცხადია, რომ დათარიღება, იმავე დროს, შრეების დაღეფვის პირობების გარკვევასაც ნიშნავს. ამ მიზნით, დიდი მნიშვნელობა აქვს შრეებში განამარხებული ორგანიზმების, ანუ ნამარხების შესწავლას. ამ ორგანიზმების ყოველმხრივი შესწავლით შესაძლებელია ძველი გარემო პირობების აღდგენაც.

დედამიწის ამგებელი ნალექების საერთო სიმძლავრე საკმაოდ დიდია. შესაბამისად, დიდია მათი დაღეფვის ხანგრძლივობა, ანუ გეოლოგიური წარსული, რომლის დასადგენად აუცილებელია იმ შრეების დანაწილება. ასე გამოჰყვებს უძველესად მიჩნეული ნალექები, რომელთაც პირველყოფი ფორმაცია უწოდეს. მას ადევს მეორეული, მესამეული და მეოთხეული (ყველაზე ახალგაზრდა) ქანები. მოგვიანებით, პირველყოფი - პალეოზოური, მეორეული - მეზოზოური, მესამეული -

მეოთხეულს – კაინობოური ენოდათ. ამავე დროს გამოირკვა, რომ პირველელი (პალეობოური) ნალექები უძველესი სრულიად არ ყოფილა. მათ ქვეშ აღმოჩენილი ქანები ორ ჯგუფად დაჰყვეს: პირველი მათგანის – პროტეროზოული, ხოლო მეორეს, ყველაზე უძველესს – არქეული უწოდეს.

ამდენად, დიდ სტრატეგრაფიულ ერთეულებს (ცხრილი IV.1) ჯგუფები შეადგენენ. თითოეულ მათგანში – ნალექები იგულისხმება, ხოლო მისი შესაბამისი დროის მონაკვეთს ერას უწოდებენ. ჯგუფები დაყოფილია სისტემებად, რომელთა შესაბამის დროს პერიოდები ჰქვია. სისტემები, თავის მხრივ, სექციებად (ნალექებად) იყოფა, ხოლო პერიოდები – ეპოქებად. დანაწილება ამით არ მთავრდება: სექციებს ყოფენ სართულებად, რომლის შესაბამის დროს – საუკუნეს (ათეული მილიონი წელი) უწოდებენ. თავის მხრივ, სართულებს – ზონებად ჰყოფენ

ცხრილი IV.1.

გეოქრონოლოგიური სკალა

ჯგუფი, ერა	სისტემა, პერიოდი		ასაკი მლნ. წელი	ხანგრძლივობა მლნ. წელი
ეობოური (კაინობოური)	მეოთხელი მესამელი	ნეოგენი	2	2
		პალეოგენი	26	24
			67	41
მეზოზოური	ცარცული		137	70
	იურული		195	58
	ტრიასული		240	45
პალეოზოური	პერმული		285	45
	კარბონული		350	65
	დევონური		410	60
	სილურული		440	30
	ორდოვიცული		500	60
	კარბონული		600	100
პროტეროზოული არქეული			>3500	>3000

აღნიშნულ დროის მონაკვეთებს დედამიწის ესა თუ ის ფიზიკური პირობები შეესაბამება, რომლის დროსაც იცვლება ზღვისა და ხმელეთის ადგილმდებარეობა, მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო, ჰავა და რელიეფი; ადგილი აქვს მადნეული ნივთიერებების კონცენტრაციას, ცოცხალი ბუნების ევოლუციას, ინგრევა და ვითარდება მთიანეთები. ამ მოვლენების ქრონოლოგიურ შესწავლას უდიდესი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მათ შესწავლას გეოგრაფიული მეცნიერების დარგი – პალეოგეოგრაფია ახდენს.

ამგვარად, დედამიწის შინაგანი აგებულების, მისი სითბური რეჟიმის, სივრცობრივი დიფერენციაციისა და მოძრაობათა სხვადასხვაობის, აგრეთვე ფიზიკურ-ქიმიური თავისებურებების

ერთიანი ანალიზის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნული ასპექტების ერთობლივი გამოვლინებანი გეოგრაფიული გარსის წარმოშობის, განვითარებისა და თანამედროვე მდგომარეობის – მისი სტრუქტურული და რაოდენობრივ-თვისობრივი განსხვავებულობათა ჩამოყალიბების წინაპირობა, წინამძღვარი და მამოძრავებელი ძალაა.

დასკვნები

1. დედამიწის ხმელეთის ზედაპირულ ფენაში (20 მ-ის სიღრმემდე) მზის სხივების მოქმედებით გამოწვეული დედამიწის და სეზონური თერმული ცვლილებები აისახება, მაშინ როცა უფრო ღრმად, მიწის შინაგანი, საკუთარი სითბოს გავლენით ტემპერატურის მუდმივი ზრდის საშუალო მაჩვენებლები (გეოთერმული გრადიენტი – 30, გეოთერმული საფეხური – 33 მ) მაგმატიზმისა და სეისმური მოვლენების უთანაბრო განაწილებასთან დაკავშირებით – კანონზომიერ ცვლას (გეოთერმული დისიმეტრიის კანონი) განიცდის.

2. დედამიწის წიაღში, სითბოს ზრდასთან ერთად, გეოთერმული გრადიენტის თანდათანობითი შემცირების გამო, წიაღის მნიშვნელოვან ნაწილში იზოთერმული პირობაა გაბატონებული (ტემპერატურის ვერტიკალური დისიმეტრია). დედამიწის ქერქის კონტინენტური და ოკეანური ტიპების არაერთგვაროვანი აგებულება ოკეანის ფსკერზე გრანიტის ფენის გამოსოფლვითაა გამოვლენილი, მაშინ როცა დანალექი და ბაზალტის ფენები ერთგვაროვან სიმძლავრეს ინარჩუნებენ (დედამიწის ქერქის დისიმეტრიის კანონი).

3. დედამიწის ქერქის ქვედა საზღვარი-გასაყარის (ზედაპირის) არათანაბარი მდებარეობა, ანუ თვით ქერქის სიმძლავრის სხვადასხვაობა, გამოწვეულია რა ლითოსფეროს ფრაგმენტების მასების უთანაბრობით – იზოსტაზიური წონასწორობის შენარჩუნებას (იზოსტაზიური წონასწორობის კანონი) განსაზღვრავს.

4. მანტიის (ასტენოსფეროს) და ბირთვის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები განსაზღვრავენ როგორც დედამიწის ზედაპირის რელიეფის იერსახეს, ისე პლანეტის მაგნიტური ველის არსებობას (მიწის წიაღისა და ეგზოსფერული კავშირების კანონი).

5. მიიქმე ელემენტების ჭარბი შემცველობის გამო, დედამიწა – კოსმოსური სივრცის ე.წ. „საშუალო“ სხეული კი არა, თავისებური გეოქიმიური ანომალიაა მის გარემომცველ კოსმოსურ სივრცეში.

6. დედამიწის წიაღის გარსები ერთმანეთისაგან უპირველესად სიმკვრივის ნახტომისებური ზრდით გამოირჩევიან, ხოლო ბირთვის მაღალი სიმკვრივე მისი სუსტი გრავიტაციული დიფერენციალითაა განსაზღვრული (დიფერენციალის დისიმეტრიულობის კანონი).

7. დედამიწის ქერქის ერთმანეთისაგან დიამეტრალურად განსხვავებული სტრუქტურული ერთეულების – გეოსინკლინებისა და ბაქნების მიერ ფორმირებული სივრცობრივად ლოკალური არეალები ინარჩუნებენ რა როგორც ვერტიკალურ, ისე ჰორიზონტალურ მოძრაობათა ინტენსიურობას – მათი შესაბამისი ზედაპირების იერსახის არაერთგვაროვანი გამოვლინებებით ხასიათდებიან (მიწის ქერქის სტრუქტურულ-დინამიკური დისიმეტრიის კანონი).

8. მიწის ქერქის ცალკეულ ბლოკებად (ფილებად) დაყოფა და მათი ასტენოსფეროზე განსხვავებული სიჩქარითა და მიმართულებით ღრეიფის გამო, კონვერგენციის ანუ სუბდუქციისა და განევის – გახლეჩვის (დივერგენციის) ვარიანტებს თან სდევს სმელეთისა და ოკეანის ფსკერის პერველადი იერსახის ჩამოყალიბება; თანაც, ლითოსფეროს გახლეჩვის ზონები ანუ ოკეანური ქედების თხემურ-გრაბენული რიფტები, მანტიის მასალის დამახასიათებელი მოძრაობით, კონტინენტების ღრეიფის მამოძრავებელ წყაროებს წარმოადგენენ (ფილების გლობალური ტექტონიკის კანონი).

9. მიწის ზედაპირის მკვეთრი ცვლილებების გამომწვევი წიაღის მრისხანე მოვლენები – ვულკანები და მიწისძვრები, განსაზღვრულია რა ღრისა და სივრცეში – მიწის ქერქის მოძრაობის ერთიანი პროცესის ურთიერთდაკავშირებული და ურთიერთგამომდინარე ასპექტებს წარმოადგენენ (ქერქისა დინამიკისა და ზედაპირის მორფოდინამიკის ერთიანობის კანონი).

10. დედამიწის ამგებელი ქანები, თავიანთი დიდი სიმძლავრის მიუხედავად – წარმოშობის, განვითარების, ასაკისა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მიხედვით იყოფა რა ნალექების შედგენილობისა და ასაკის შესაბამის (ჯგუფი – ერა, სისტემა – პერიოდი, სექცია – ეპოქა, სართული – საუკუნე) სტრატეგრაფიულ ერთეულებად – ფაციესურ (დალექვის პირობები) და სტრუქტურულ (აღნაგობა) თავისთავადობას იჩენენ (სტრატეგრაფიული ჰეცეროქტულობის კანონი).

თავი V. ატმოსფერო

მოკლე შინაარსი: ზოგადი ცნობები. ატმოსფეროს შედგენილობა. ჰაერის წნევა და წონა. ატმოსფეროს წარმოშობა და განვითარება. ატმოსფეროს აღნაგობა. ატმოსფეროს რადიაციული და სითბური რეჟიმი. რადიაციული ბალანსი. გემპერატურის განაწილება. ატმოსფერული წნევა. ატმოსფერული ჰაერის ცირკულაცია. ატმოსფერული ტენი. მოლარულულობა და მისი როლი. ატმოსფერული ნალექები. ჰაერის მასები და ატმოსფერული ფრონტები. ციკლონები და ანტიციკლონები. ამინდი და ჰავა. ატმოსფეროს გაბინძურება და ღაცვა. კლიმატის ცვლილებები. გლობალური დათბობა. ღასკვნები.

ზოგადი ცნობები. დედამიწის გარშემო შემოკრულ ჰაერის გარსს – ატმოსფეროს (ბერძნ., Atmos – ორთქლი, sphaira – სფერო, ბირთვი) სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ „ჰაეროვანი ღვეანის ფსკერზე“ მცხოვრები ადამიანი ყოველთვის გრძნობს ჰაერის გარსის გავლენას. ცხადია, რომ ადამიანისათვის სულ ერთი არ არის თუ როგორი ამინდი იქნება ხვალ, ან რამდენიმე დღის შემდეგ. ამავე დროს, ატმოსფერო უდიდეს როლს ასრულებს გეოგრაფიულ გარსში. იგი იცავს მცენარეულობასა და ცხოველთა სამყაროს საზიანო და, ხშირად, დამღუპველი ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან, განაპირობებს სითბოსა და სინოტივის გადანაწილებასა და მათი მაღალი ამპლიტუდის პიკების ნიველირებას. ატმოსფეროს მიერ დედამიწა თითქოს ჰაერის „თბილ საბანშია“ გახვეული, რითაც მზისგან მიღებულ სითბოს ინარჩუნებს.

მეცნიერება, რომელიც სწავლობს ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებსა და მოვლენებს, მათი წარმოშობისა და განვითარების მიზეზებს, ატმოსფეროს ფიზიკას ანუ *მეტეოროლოგიას* უწოდებენ. იგი ცდილობს კაცობრიობისათვის უმნიშვნელოვანეს ამოცანების ამოხსნას, რომელთა შორისაა – ამინდის პროგნოზი, ატმოსფეროზე ხელოვნური ზემოქმედება და მისგან გამომდინარე ნეგატიური შედეგები, რაც მიმართულია პროცესების რეგულირებისა და მართვის პრინციპების დანერგვისაგან.

აღნიშნული მოვლენების გადამწყვეტა მეტად რთული და ერთობ ძნელი საქმეა, რადგან ამინდის ფორმირების ატმოსფერული მოვლენები მიმდინარეობენ რა საკმაოდ არამდგრად და მუდმივ ცვალებად გარემოში, საჭიროებენ რთული ხელსაწყოების გამოყენებას, გაზომვებისა და აღრიცხვის ჩატარებას, რასაც ეს პროცესები არც თუ ადვილად ექვემდებარებიან. ასე, მაგალათიდა, ვერ იზომება ჰაერის ვეტიკალური მოძრაობა (კონვექცია) და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული – ღრუბლებისა და ატმოსფერული ნალექების წარმოშობა. ამ ნაკლოვანების აღმოფხვრის მიზნით, მხედველობაში ღებულობენ ჰაერის აღმაგალი და დაღმაგალი მოძრაობის თეორიული გამოთვლებით მიღებულ შედეგებს. ამ ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით, ამჟამად ფართოდ გამოიყენება დედამიწის ხელოვნური (მეტეოროლოგიური) თანამგზავრების მიერ რიგი პროცესების პარამეტრების დაფიქსირება, რომელთა შედეგად მიიღება საკმაოდ ამომწურავი ინფორმაცია.

ატმოსფეროს შედგენილობა. დედამიწის ჰაერის გარსი – აირების მექანიკური ნარევი (ცხრილი V. 1). დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს მშრალი ჰაერი სინოცივისა და მცერის ნაწილაკების გარეშე, მოცულობითი შემცველობით შეიცავს აზოტს (78,08 %), ჟანგბადს (20,95 %), არგონს (0,93 %) და ნახშირბადის დიოქსიდს (0,03 %). ჰაერი შეიცავს აგრეთვე ჰელიუმის, წყალბადის, ოზონისა და სხვ. უმნიშვნელო რაოდენობას. ასეთი შედგენილობისაა ატმოსფეროს ქვედა (20-25 კმ-ის სიმაღლემდე) ფენა. ამასთან, ატმოსფერო ყოველთვის შეიცავს წყლის ორთქლის, მცერისა და დედამიწისეული ნარმოშობის აეროზოლის ნაწილაკებს.

ავტომატური ხელსაწყოებით ატმოსფეროს ჰაერის სხვადასხვა სიმაღლეზე აღებული სინჯების (ნიმუშების) ანალიზით დადგენილია, რომ 100 კმ-ის სიმაღლემდე ატმოსფეროს შემადგენლობა თითქმის არ იცვლება. უფრო მაღლა კი, მზის ულტრაიისფერი რადიაციის გავლენით, ჟანგბადის მოლეკულა ატომებად იშლება (იყოფა) და 110-120 კმ-ის სიმაღლიდან იგი სრულებით ატომურია. საგარეოდ, რომ 400-500 კმ-ის სიმაღლეზე მეორე ელემენტი – აზოტიც ატომურ მდგომარეობაში იმყოფება.

ცხრილი V. 1.

ატმოსფეროს შედგენილობა

აირები	მოცულობითი შემცველობა %-ში	სიმკვრივე, ჰაერის მიმართ
აზოტი (N_2)	78,08	0,97
ჟანგბადი (O_2)	20,95	1,11
არგონი (Ar)	0,93	1,38
ნახშირორჟანგი (CO_2)	0,03	1,53
ნეონი (Ne)	$1,82 \times 10^{-3}$	0,70
ჰელიუმი (He)	$5,24 \times 10^{-4}$	0,14
კრიპტონი (Kr)	$1,14 \times 10^{-4}$	2,87
წყალბადი (H_2)	5×10^{-5}	0,07
ქსენონი (Xe)	$8,7 \times 10^{-6}$	4,52
ოზონი (O_3)	$10^{-6}-10^{-5}$	1,62

ჰაერის შემადგენლობის აღნიშნულ სურათთან ერთდ, უფრო მნიშვნელოვანია ორი ძირითადი შემადგენელი ქიმიური ელემენტის – აზოტისა და ჟანგბადის თანათარდობის მუდმივობა. ჟანგბადის წონა ატმოსფეროში 10^{15} ტონას შეადგენს. იგი დედამიწის ზედაპირზე (ნორმალური წნევისა და 0° -ის ტემპერატურის შემთავებაში) 1,7 კმ-ის სიმაღლის ფენას შექმნიდა. ჟანგბადის მაღალი აქტიურობა მის როლს ბუნებაში ერთიორად ზრდის. მისი უშუალო მონაწილეობით მიმდინარეობს მცენარეებისა და ცხოველების სუნთქვა, ორგანული ნარჩენების წელი დაჟანგვა (გასინწა), წვის პროცესი, ლითონების დაჟანგვა და ა.შ. ატმოსფერული ჟანგბადი მწვანე მცენარეულობის ცხოველმოქმედების შედეგია. აზოტის შემცველობა ატმოსფეროში (4×10^{15} ტონა) განაპირობებს მის

მაღალ კონცენტრაციას ბუნებრივ შენაერთებში. იგი შედის ამონიუმების ($\text{NH}_4 \text{ CL}$), ნიტრატების, ქვანახშირის (2,5 %-მდე), ნათობის (1,5 %-მდე), მდინარეებისა და ზღვების (ოკეანეების) წყლების, აგრეთვე, ნიადაგისა (0,1 %) და ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში.

უფრო ცვალებადია ნახშირბადის დიოქსიდის (CO_2) შემადგენლობა. ატმოსფეროში იგი შემოდის ვულკანებისა და მინერალური წყაროებისაგან, ნიადაგისა და ორგანიზმების, აგრეთვე, პროდუქტების გახრწნის შედეგად. ეს აირი შედარებით მძიმეა და ამიტომ, 3-5 კმ-ის სიმაღლეზე, მიწის ზედაპირის სიახლოვესთან შედარებით, ნაკლებადაა წარმოდგენილი. ამავე დროს, მიწისპირა ფენის ჰაერი ნახშირორჟანგა გაზის დაბალი კონცენტრაციით (მცენარეთა ფოტოქიმიური მოქმედება) ხასიათდება. ფოტოსინთეზური უნარის გარდა, CO_2 -ის როლი ძალზე დიდია დედამიწის სათბურის ეფექტის ფორმირებაში. გავისენოთ, რომ იგი დედამიწისაკენ ადვილად უშვებს მზის მოკლეგაღიან რადიაციას, ამავე დროს, აკავებს დედამიწის გრძელგაღიან სხივებს. გეოგრაფიულ გარსში, ამ აირის როლის შესახებ ნათელი წარმოდგენა გვექნება თუ წარმოვიდგენთ ატმოსფეროს CO_2 -ის გარეშე. ამ შემთხვევაში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 21° -ით დაიკლებდა ანუ -7° გახდებოდა. თუკი პირიქით, CO_2 -ის რაოდენობას ორჯერ გავზრდით, მაშინ ჰაერის ტემპერატურა 4° -ით მოიმატებდა. ჰაერის ტემპერატურის აღნიშნული ცვლილება შპიცბერგენსა და კ. მაღეირას შორის კლიმატური სურათების განსხვავებულობის ანალოგიურია.

დიდია ატმოსფერული ორთქლის მნიშვნელობა. იგი ჰაერში დედამიწის ზედაპირიდან აორთქლების გზით შემოდის. წყლის ორთქლი ატმოსფეროში ძალზე შესაძინევად იცვლება, რაც სივრცესა და დროში 4-დან 0,1 %-მდე (მოცულობითი შემადგენლობა) შეიძლება განისაზღვროს. მისი უდიდესი ნაწილი (90 %) მოქცეულია ატმოსფეროს ყველაზე ქვედა 5-6 კმ-იან ფენაში. სიმაღლის ზრდასთან ერთად წყლის ორთქლის შემცველობა სწრაფად კლებულობს. საქმე იმაშია, რომ ატმოსფეროში წყლის ორთქლის რაოდენობა ჰაერის ტემპერატურაზე დამოკიდებული. რაც უფრო დაბალია იგი, მით ნაკლებია ორთქლის შემცველობა. ასე, მაგალითად, ჰაერის $+30^\circ$ ტემპერატურის დროს, მას შეუძლია მაქსიმალურად შეაკავოს 30 გრ/მ³ წყლის ორთქლი, ხოლო -30° ტემპერატურის დროს – მხოლოდ 0,3 გრ/მ³. აქედან გამომდინარე, ჰაერის ტემპერატურის დანევისას, წყლის ორთქლის რაოდენობის შეუცვლელად, გაუჯერებელი ჰაერი შეიძლება გაჯერებულ მდგომარეობაში გადავიდეს. ამ დროს, წყლის ორთქლი მცირის ნაწილაკების (კონდენსაციის ბირთვების) გარშემო შემოეკვრება და, ჰაერის შემდგომი გაცივებისას, წყლის წვეთებად გადაიქცევა, ანუ ორთქლის კონდენსაციას ექნება ადგილი. ამავე დროს, ჰაერში წყლის ორთქლის არსებობით დედამიწის გრძელგაღიანი გამოსხივების თითქმის 3-ჯერ მეტი შეკავებას აქვს ადგილი, ნახშირბადის დიოქსიდის ანალოგიურ მოქმედებასთან შედარებით.

ატმოსფერო შეიცავს აგრეთვე მცირის ნაწილაკებს. მათ განსაკუთრებული როლი ენიჭება. მგვერი ჰაერში ხვდება წვის, ვულკანური ამოფრქვევის, მიწის ზედაპირის მინერალური ნაწილაკების გადატანისა და სხვა ფაქტორების შედეგად. მათი ღიაშეკრი უმნიშვნელოდ მცირეა (10^{-5} - 10^{-3} სმ) და ძირითადად ატმოსფეროს ქვედა ფენაშია წარმოდგენილი. წვიმის შემდგომაც კი 1 სმ³ მოცულობის

ჰაერში 30 ათასამდე მგვრის ნაწილაკი იმყოფება. მშრალ ამინდში, ცხადია, მგვრის რაოდენობა რამდენადმე იზრდება. მგვრის კონცენტრაცია მაგულობს უტყუო, მჭიდროდ დასახლებულ სამრეწველო ქალაქებში. ატმოსფერული მგერი, ჯერ ერთი, ასუსტებს მზის რადიაციას, მეორეც – მის გარეშე შეუძლებელია ატმოსფერული ნალექების ფორმირება.

ატმოსფეროს შედგენილობა განსაზღვრავს ცის ფერს. მზის მოკლევადიანი სხივების სპექტრის ნაწილი იფანტება რა ატმოსფეროში, მას ცისფერ ფერს აძლევს. ჰაერში მგვრის უხვად არსებობისას, მზის სხივების თითქმის ყველა სიგრძის ტალღების გაბნევას აქვს ადგილი. ამიტომ, ცა უფერული ან მოთეთრო ფერის ხდება. დიდ სიმაღლეზე ცა მუქი-იისფერი ან შავი ფერისაა.

ჰაერის წნევა და წონა. ჯერ კიდევ XVII საუკუნის შუა წლებამდე ჰაერი უხილავი და უწონო ეგონათ. მოგვიანებით, ცნობილი გახდა, რომ 0° ტემპერატურის დროს, ზღვის დონეზე 45° -იან განედზე, 1 მ³ მოცულობის ჰაერის წონა 1,293 კგ-ს ($\approx 1,3$ კგ) შეადგენს. ამავე დროს 10,3 მ-ის სიმაღლის წყლის სვეტი განიხილავს მინისპირა ფენის ატმოსფერული წნევით. რადგან ვერცხლისწყალი 13,6-ით მძიმეა წყალზე, ამიტომ, 10,3 მ (1030 სმ) : 13,6 = 75,74 სმ, ანუ ≈ 76 სმ შეადგენს და, შესაბამისად, ატმოსფერული წნევა 76 სმ-ის სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტით წონასწორდება. ეს მოვლენა დაედო საფუძვლად ატმოსფერული წნევის გაზომვას. ამ მიზნით შემუშავებულ ხელსაწყოს ბარომეტრი (ბერძნ., Baros – სიმძიმე) უწოდეს. ამავე დროს დადგინდა, რომ სიმაღლის ზრდასთან ერთად ატმოსფერული წნევა კლებულობს.

მოუხედავად იმისა, რომ ატმოსფერო რამდენიმე ასული კილომეტრის სიმაღლეზე ვრცელდება, ჰაერის უმთავრესი მასა შედარებით მის თხელ ფენაშია გავრცელებული. ზღვის დონესა და 5-6 კმ-ის სიმაღლეს შორის სივრცეში ატმოსფეროს მასის ნახევარია მოქცეული. ატმოსფეროს მთლიანი მასა კი $5,27 \times 10^{18}$ კგ-ს შეადგენს. მისი მოცულობის 75 % კი 11 კმ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება, ხოლო ჰაერის 95 % მინის ზედაპირის ორი ათეული კილომეტრითაა დაშორებული. აღსანიშნავია, რომ ატმოსფეროს მთლიანი მასა 250-ჯერ ნაკლებია წყლის გარსის მასასთან შედარებით, ხოლო დედამიწის მყარი გარსი მას ერთ მილიონჯერ აღემატება. ატმოსფერული წნევის გეოგრაფიული შედეგების დეტალური ანალიზი მოცემულია ქვემოთ, ამავე თავის შესაბამის ნაწილში.

ატმოსფეროს წარმოშობა და განვითარება. დედამიწის ატმოსფეროს სივრცე-დროითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იგი უცვლელი როდი იყო. თანამედროვე ატმოსფერო მილიარდობით წლების განმავლობაში განვლილი ევოლუციის საბოლოო შედეგია. ჰაერის გარსის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების გაზომვის ისტორია მხოლოდ ამ ბოლო 200 წელიწადს მოიცავს. ამიტომ, ძნელია წარმოვიდგინოთ მისი წარმოშობისა და განვითარების ყველა დეტალი, მით უმეტეს წარსულის გეოლოგიური პერიოდების ატმოსფეროს თვისებებსა და შედგენილობას განუწყვეტელი ცვლილებები უნდა განეცადა. მათ შესახებ წარმოდგენის მიღება, მხოლოდ ბუნებრივი გარსის კომპონენტების მჭიდროდ ურთიერთკავშირების მჭიდროდ საფუძველზე, გეოლოგიური წარსულის

განამარტებული გლობალური მოვლენების ანაბეჭდებიდან მიღებული ინფორმაციის აღქმის შედეგადაა შესაძლებელი.

ამჟამად, ცნობილია ატმოსფეროს წარმოშობისა და განვითარების რამდენიმე ჰიპოთეზა. ლ. პასტერის (XIX ს-ის მეორე ნახევარი) აზრით, პირველადი ატმოსფერო უფანგბადო უნდა ყოფილიყო, ხოლო პლანეტის ცოცხალი ორგანიზმები ანაერობული (უფანგბადო) ბაქტერიებს წარმოადგენენ. ასეთი ორგანიზმების მრავალი სახეობა დღესაც არსებობს. ინგლისელი ბიოლოგის ი. ჰელდენის მიხედვით, თავდაპირველი ატმოსფერო ნახშირორჟანგს, წყლის ორთქლსა და ამიაკს შეიცავდა. ისინი წარმოადგენენ პირველი ორგანული შენაერთების წარმოქმნის საფუძველს. ამ ნივთიერებათა სინთეზისათვის საჭირო ენერგიას მზის ულტრაიისფერი სხივები იძლეოდა. სხვა შეხედულებით (პ. აბელსონი), თავიდან ატმოსფერო შეიცავდა აზოტს, წყალბადსა და ნახშირორჟანგს. ისინი ერთმანეთთან ულტრაიისფერი სხივების მეშვეობით მოქმედებდნენ, რამაც პირველადი ორგანული ნაერთების წარმოქმნა გამოიწვია. ამ, ჯერ უცნობი, პროცესის შედეგად წარმოიქმნა შედარებით რთული უჯრედები.

დედამიწის წარმოშობის ო. შმიდტისეული ჰიპოთეზით, ატმოსფეროს ჩამოყალიბება პლანეტის ფორმირებასთან ერთად მიმდინარეობდა, რასაც ხელს უწყობდა ვარდნილი მეტეორებისა და სხვა კოსმოსური სხეულებიდან გამოყოფილი აირები. ა. ოპარინის აზრით, თავდაპირველ ატმოსფეროში, როგორც კოსმოსურ „გადმონამოში – რელიქტში“, შედიოდა წყალბადი, წყლის ორთქლი, ამიაკი და მეთანი. ამავე გზით, პირველადი ატმოსფეროს შემადგენლობაში წყალბადის, ნახშირორჟანგის, გოგირდწყალბადის, ინერტული გაზების – ამიაკისა და მეთანის არსებობაზე მიუთითებს რუსი კ. კონდრატიევი. სიცოცხლის არსებობისათვის საჭირო ფანგბადის წარმოშობა კი სავარაუდოდ – შედარებით მოგვიანებით მოხდა, წყლის მოლეკულებისა და მზის რადიაციის ურთიერთმოქმედების შედეგად. ეს ურთიერთმოქმედება წყლის მოლეკულების გახლეჩვას იწვევდა, რის შედეგად ატმოსფეროში თავისუფალი ფანგბადის დაგროვებას ჰქონდა ადგილი.

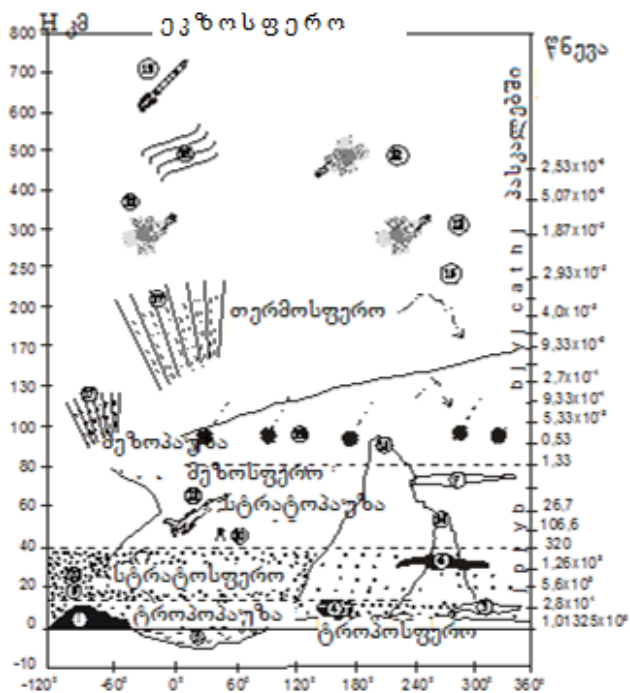
როგორც ჩანს, თავდაპირველი ატმოსფეროს შემადგენლობა მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა მისი თანამედროვე მდგომარეობისაგან, რომელიც ხანგრძლივი გეოლოგიური ევოლუციის შედეგად იქნა ფორმირებული. ამჟამად, მიღებულია ატმოსფეროს განვითარების შემდეგი მექანიზმი: თავიდან ატმოსფერო წყალბადისა და ჰელიუმისაგან შედგებოდა; დედამიწის გახურებას ამ ელემენტების დისპაცია და დედამიწის დეგაზაცია უნდა მოჰყოლოდა; დედამიწამ დაკარგა წყალბად-ჰელიუმიანი ატმოსფერო და წიაღიდან გამოყოფილი გაზებისაგან თავისი საკუთარი, პირველადი ატმოსფერო შექმნა, რომელშიც თავდაპირველად ფანგბადი არ არსებობდა, ანუ ატმოსფეროში აღდგენითი პროცესები ბაგონობდა; ამ პერიოდს აბიოგენური ეგაპიც შეიძლება დაერქვას; მოგვიანებით, დედამიწის ატმოსფეროში აზოტი, ნახშირორჟანგი და მეთანი გაჩნდა; წყლის დისოციაციამ ფანგბადის უმნიშვნელო მარაგიც გააჩინა.

აგმოსფეროს განვითარების ბოლო ეტაპზე – სიცოცხლის წარმოშობას ხელი ფოტოსინთეზის მექანიზმის გაჩენამ შეუწყო. ამავე დროს, აგმოსფეროში თითქმის მთლიანად დაიკარგა ნახშირორჟანგი, რომელიც მოხმარდა ნახშირისა და კარბონატების წარმოქმნას. ასეთია წყალბად-ჰელიუმიანი აგმოსფეროს ხანგრძლივი და რთული ევოლუციის გზა, რომელმაც თანამედროვე აბოტ-ჟანგბადიანი ჰაერის ჩამოყალიბება გამოიწვია. ცხადია, რომ ამ გარდაქმნის ურთულესი პროცესი აქ მეტად მარტივად წარმოდგენილი, რაც სრულებით არ აკნინებს აგმოსფეროს განვითარების ევოლუციის სირთულესა და გრანდიოზულობას.

აგმოსფეროს აღნაგობა. დედამიწის ჰაერის გარსის ქვედა საზღვარი მკვეთრად გამოხატული იგი პლანეტის ზედაპირს ემთხვევა. თუმცა, სახეზეა ჰაერის შეღწევა ლითონფეროს ნაპრალებისა და გრუნტის ფორების რამდენიმე ათეული მეტრის სიღრმემდე. რაც შეეხება აგმოსფეროს ზედა საზღვარს, იგი გამოკვეთილად არ არის გამოხატული და თანდათან გადადის კოსმოსურ სივრცეში. ამის მიუხედავად, აგმოსფეროს მეტეოროლოგიურ ზედა საზღვრად

პირობითად 1000-1200 კმ-ია მიღებული. ამავე დროს აღსანიშნავია, რომ გეოგრაფიული თვალსაზრისით (აგმოსფერული ნალექები, მეტეოროლოგიური ელემენტები, ეკოლოგიური პირობები) უმნიშვნელოვანესია აგმოსფეროს მხოლოდ ქვედა (ტროპოსფერო) და მისი მიმდებარე (30 კმ-ის სიმაღლემდე) ფენები.

აგმოსფეროს აღნაგობა ერთგვაროვანი არაა. ფიზიკური თვისებების, ძირითადად თერმული რეჟიმის მიხედვით, აგმოსფეროს ვერტიკალური სტრუქტურა (ნახ. V. 1) იარუსიანი აღნაგობით ხასიათდება. მისი ქვედა ფენა, რომელიც უშუალოდ ეკვრის დედამიწის ზედაპირს – ტროპოსფეროს სახელწოდებისაა. ამ ფენის საშუალო სიმაღლე (სისქე) 11 კმ-ს (პოლარულ განედებში – 8 კმ, ეკვატორულში – 17 კმ) შეადგენს. სწორედ, ტროპოსფეროშია მოქცეული აგმოსფეროს მასის ძირითადი (80 %) ნაწილი. ტროპოსფეროს ჰაერის ფიზიკური იშვები მჭიდროდაა დაკავშირებული დედამიწის



ნახ. V.1. აგმოსფეროს ვერტიკალური აღნაგობა
1. მაღალი მთები; 2. ოკეანის ღრმა წყლები; 3. ღრუბლები - 3. ქვედა, 4. კონვექციური, 5. ბუმბულისებრი, 6. სადა-ფისებრი, 7. ვერცხლისფერი, 8. სტრატოსტატი, 9. ავია-ქიმიის სტრატოსტატი, 10. რადიოზონდები, 11. მეტეოროლოგიური რაკეტები, 12. გეოფიზიკური რაკეტები, 13. ხელოვნური თანამგზავრები, 14. ბგერითი თაღლების არეკვლა, 15. საშ. რადიოთაღლების არეკვლა, 16. მოკლე რადიოთაღლების არეკვლა, 17. ქვედა ატმოსფეროს პოლარული ციკლი, 18. ზედა ატმოსფეროს პოლარული ციკლი, 19. მეტეორები, 20. ოზონის კონცენტრაციის ფენა.

ზედაპირის თავისებურებებთან. ამიტომ, ამ კავშირების განსაკუთრებული მნიშვნელობის გამო, მას ქვეფენილი ზედაპირის სახელწოდებით აღნიშნავენ.

ტროპოსფეროს ერთ-ერთი საკმაოდ მნიშვნელოვანი მახასიათებელი ნიშანი, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ტემპერატურის თანდათანობითი შემცირებაა. მისი მნიშვნელობა, ყოველ 100 მ-ზე 0,5-0,6°-ს შეადგენს. ამის გამო, ზომიერ განედებში, ტროპოსფეროს ზედა საზღვართან, ჰაერის ტემპერატურა -55°-ს, ხოლო ეკვატორზე -80°-საც კი აღწევს. სიმაღლეში ჰაერის ტემპერატურის შემცირება ძირითადად ორ ფაქტორზეა დამოკიდებული: ჯერ ერთი, ჰაერის გაფართოება სიმაღლეში ატმოსფერული წნევის დაცემის გამო და, მეორეც, ჰაერის გაცივებას დედამიწის ზედაპირიდან სითბოს გადატანის შემთხვევაში აქვს ადგილი. ცხადია, რომ ორივე ფაქტორი ჰაერის ტემპერატურის დაკარგვის მომასწავლებელია.

თეორიულ გეოგრაფიული ანალიზის თვალსაზრისით, ატმოსფეროს ფენებთან შედარებით, ტროპოსფეროს უდიდესი როლის შესრულება უწევს ბუნებრივ გარსში. ამ მხრივ, შეიძლება აღვნიშნოთ ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა და ქანების გამოფიტვის პროცესის მიმდინარეობა, ნალექდაგროვება და ატმოსფერული ნალექების, აგრეთვე, სითბური და სხვა რეჟიმების ტროპოსფეროსთან დაკავშირება. აქვე შეინიშნება ჰაერის მასების წარმოშობა და მათი ინტენსიური მოძრაობა როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით. ტროპოსფეროს ტენის სახეები. წყლის ორთქლი და წვეთები, ყინულის კრისტალები და ფიფქები განაპირობებენ ატმოსფერული ნალექების (ნისლი, წვიმა, ნამი, სეცევა, ჭირხლი, თოვლი) მრავალგვარობას. ტროპოსფეროში იხადება და ვითარდება პასატები და ბრიზები, მუსონები და გრივალი, კატასტროფული ქარიშხლის სახესხვაობები (ტორნადო) და ა.შ.

ტროპოსფეროს ზედა საზღვართან საკმაოდ თხელი (1 კმ-ის სისქის) გარდამავალი ტროპოპაუზის ფენაა გავრცელებული, რომლის ზემოთ ჰაერის ვერტიკალური ღენების აღმასვლას ადგილი არ აქვს. აქვე იწყება ატმოსფეროს მეორე – სტრატოსფეროს ფენა. თავდაპირველად მასში, 20 კმ-ის სიმაღლემდე, ჰაერის ტემპერატურა არ იცვლება. ქვედა სტრატოსფეროს იზოთერმულ ფენაში ჰაერის ტემპერატურა 6°-7°-ით ნულზე დაბლაა. უფრო მაღლა, ტემპერატურის თანდათანობითი მაგება ძირითადად დაკავშირებულია, მოკლეგაღლიანი რადიაციის გავლენით, ოზონის გახურებასთან. ამ ფენას ზედა სტრატოსფეროს უწოდებენ. ოზონის მაღალი კონცენტრაციის გამო, სტრატოსფეროს სხვაგვარად – ოზონოსფეროსაც (მაქსიმუმი 25 კმ-ის სიმაღლეზე) ეძახიან.

დიდია განსხვავება ტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს შორის. თუკი ტროპოსფეროს მაღალ ფენაში (4 კმ-ზე ზემოთ) დასავლურ გადატანას აქვს ადგილი, სტრატოსფეროს ზედა ნაწილში აღმოსავლური გადატანა ჭარბობს, ხოლო ქვედა ფენაში პირიქით, – დასავლური ქარია გაბატონებული. მეორე განსხვავება – სტრატოსფეროში სამი იზოთერმული ფენის არსებობაში მდგომარეობს. უფრო მძლავრი (ქვედა), დაბალი ტემპერატურის (-55°) ფენას, მოსდევს მცირე სიმძლავრის შუა (77° და -33°), ხოლო ყველაზე თხელი ფენა (+102°) სტრატოსფეროს ზედა საზღვართან ფიქსირდება. იზოთერმული ფენები აქ, ტემპერატურულ მიჯნებს ქმნიან.

მნიშვნელოვანია სტრატოსფეროს როლი *ოზონის ეკრანის* არსებობის გამო. ოზონის (O_3) ფენა ზღვის დონიდან გლობალურ განედებზე 25-30 კმ სიმაღლეს იკავებს, ზომიერზე კი 20-25 კმ ჩამოდის, ხოლო პოლარულ მხარეში მხოლოდ 15-20 კმ-ის სიმაღლე უკავია. ოზონის შემცველი ჰაერის სისქე 20-25 კმ-ის ფარგლებშია. ოზონის წარმოშობას ხელს უწყობს მზის ულტრაიისფერი რადიაციის გეომექმდება ჟანგბადზე, რაც მის ატომებად დაშლას იწვევს. სტრატოსფერული ოზონის ფორმირებას თავისუფალი ატომების მოლეკულებთან შეერთებით ($O_2 + O = O_3$) აქვს ადგილი. ატმოსფერული ოზონის თითქმის 90 % სტრატოსფეროშია მოქცეული და დედამიწის ზედაპირიდან 20-40 კმ-ის სიმაღლეზე მდებარეობს. სტრატოსფეროში ოზონის კონცენტრაცია მილიონიდან 2-8 ნაწილს შეადგენს. ატმოსფეროში ოზონის მთლიანი რაოდენობა ისმდენია, რომ თუ კი შესაძლებელი იქნებოდა მისი ზღვის დონეზე კონცენტრირება 0° -ს ტემპერატურისა და ნორმალური ატმოსფერული წნევის (760 მმ) პირობებში - ოზონი მიწის ზედაპირის ყოველ 1 $სმ^2$ დაიკავებდა 3 მმ-ის ფენას, ანუ $300 \times 2,69 \times 10^{16}$ მოლეკულას. შედარების მიზნით აღვნიშნავთ, რომ ნორმალურ ატმოსფერულ წნევამდე „შეკუმშული“ მთლიანი ატმოსფერული ჰაერი 8,0 კმ-იანი სისქის ფენამდე შემკვრივდებოდა. ოზონის ფენა მთლიანად (97-99 %) შთანთქავს რა მზის (რადიაციის ტელეების სიგრძე 200-დან 315-მდე ნანომეტრი) ულტრაიისფერ (ორგანიზმების მომაკვდინებელ) გამოსხივებას – უნივერსალური „ეკრანის“ როლს ასრულებს.

სტრატოსფეროს ფენის მაღლა *მეზოსფერო* მდებარეობს. იგი თითქმის 80 კმ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება. მეზოსფეროში ტემპერატურა, გლობოსფეროს მსგავსად, კლებულობს და -900 აღწევს. უფრო მაღლა კი *იონოსფერო* გავრცელებული. იგი 800-1000 კმ-ის სიმაღლემდე წარმოდგენილი. ტემპერატურა აქ საკმაოდ (220 $^\circ$ -მდე) მაღალია, ხოლო 600 კმ-ის სიმაღლეზე 1500 $^\circ$ -საც კი აღწევს. ამიგომ, ამ სფეროს *თერმოსფეროსაც* უწოდებენ. ჰაერის იონიზაციას ულტრაიისფერი სხივების მაღალი შეღწევადი უნარი განაპირობებს. იონიზაციის როლი დიდია პრაქტიკულ ცხოვრებაში. ასე, მაგალითად, რადიოგაღებების მრავალჯერადი არეკვლის გამო, ისინი დედამიწას გარს სწრაფად შემოუვლიან ხოლმე და ყველაზე დაშორებულ პუნქტებსაც კი აღწევენ. იონოსფეროს ამ თვისების გარეშე პირდაპირი რადიოკავშირის შესაძლებლობა მხოლოდ 50-100 კმ-ის მანძილზე იქნებოდა. იონოსფეროში მიმდინარეობს, აგრეთვე, პოლარული ციალის მოვლენა.

ატმოსფეროს გარე ფენა – *ეგზოსფერო* 800-1000 კმ-ის სიმაღლეზე მდებარეობს. მის ფარგლებში აირების, ატომებისა და მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარე ძალზე მაღალია და მეორე კოსმოსურ სისწრაფეს (11,2 კმ/წმ) აღწევს. ამის გამო, ეს სხეულები გადალახავენ რა დედამიწის მიზიდულობის ძალას, კოსმოსურ სივრცეში იფანტებიან. ყველაზე უფრო ინტენსიურად წყალბადის და ჰელიუმის ატომები იფანტება. ისინი ახლო კოსმოსურ სივრცეში (2-3 ათასი კმ) დედამიწის ატმოსფერულ *გვირგვინს* ქმნიან. ამგვარი ფენის არსებობა ატმოსფეროს „დასასრულზე“ მიუთითებს.

ატმოსფეროს რადიაციული და სითბური რეჟიმი. ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების მამოძრავებელი ძალა მზის ენერგიასთანაა დაკავშირებული. მზე განუწყვეტლივ აწვდის დედამიწას სხივურ ენერგიას, ანუ მზის რადიაციას, რომლის ორი მეტილიარდედი ნაწილი (0,00000005 %) ატმოსფერულ გვირგვინს ქმნიან.

აღწევს დედამიწამდე. ატმოსფეროში შემოსული მზის სხივური ენერგია $1,76 \times 10^{24}$ ერგი/წმ შეადგენს, რაც მთვარიდან მიღებულ ენერგიას 18 მლნ-ჯერ აღემატება. მზის ეს სხივური ენერგია 12 მლრდ. ტონა ქვანახშირის დაწვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს ექვივალენტურია. შედარებისათვის აღვნიშნავთ, რომ ატმოსფეროში შემოსული მზის ენერგიის ორი კვირის „დანახარჯი“ დედამიწის ქვანახშირის მთლიანი მარაგის დაწვისას შექმნილი სითბოს ტოლფასია.

მზის რადიაციის დიდი ნაწილი ატმოსფეროში შემოდის პარალელური სხივთა კონის სახით. მას მზის პირდაპირი რადიაცია ეწოდება. რადიაციის ნაწილი ატმოსფეროში გაიბნევა. ორივე მათგანი ჯამურ რადიაციას ქმნის. მისი დიდი ნაწილის დედამიწის მიერ შთანთქმას აქვს ადგილი. ეს – შთანთქმული რადიაციაა. დანარჩენი კი აირეკვლება (არეკვლილი რადიაცია ანუ ალბედო) როგორც ატმოსფეროს, ისე დედამიწის ზედაპირიდან. ამდენად, დედამიწა და ატმოსფერო შთანთქმული რადიაციის წყალობით, თვითონ ხდებიან გამოსხივების წყაროები. მზის პირდაპირი რადიაციის ნაკადზე დაკვირვებები წარმოებს სხივებისადმი მართობული ზედაპირის მქონე ხელსაწყოებით. პირდაპირი რადიაციის ნაკადის განსაზღვრა მზის სიმაღლის ცვლილებებით ხდება. იგი მაქსიმალურია მაშინ, როცა მზე ზენიტურ მდგომარეობაშია. რადიაციის სიდიდეზე გავლენას ახდენს მოღრუბულობა, ჰაერის გამჭვირვალობა და სხვ. საქართველოში მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი 115-დან 140-მდე კკალ/სმ²წ ფარგლებში მერყეობს. ამასთან, ყაზბეგსა და ბაკურიანში, სუფთა ჰაერის პირობებში მცერის მცირე რაოდენობის გამო, პირდაპირი რადიაცია შესაბამისად 1,72 და 1,62 კკალ/სმ²წ შეადგენს, მაშინ როცა იმავე ინტენსივობის მაქსიმალური სიდიდე თბილისში 1,58 კკალ/სმ²წ არ აღემატება.

გაბნეული რადიაციის ნაკადზე განსაკუთრებით დიდ გავლენას ღრუბლიანობა ახდენს. სწორედ, ღრუბლები შეიცავენ რა გამბნევ ნაწილაკებს, მნიშვნელოვნად ზრდიან გაბნევის ხარისხს. ამავე დროს, გაბნევის ეფექტი დამოკიდებულია ღრუბელთა ტიპზე, მათ მიერ ცის თალის დაფარვის ხარისხსა და მზის სიმაღლეზე. არცთუ იშვიათად, გაბნეული რადიაცია მზის პირდაპირი რადიაციის ნაკადის შესადარ მნიშვნელობას აღწევს ხოლმე.

ზღვის დონიდან, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, გაბნეული რადიაციის ნაკადის სიდიდე ატმოსფეროს გამჭვირვალობის უკუპროპორციულად იცვლება, რადგან ჰაერის გამბნევი ფენის სისქე ამ მიმართულებით კლებულობს.

ღრუბლიანობისას კი გაბნეული რადიაციის ნაკადი ღრუბლებს ქვემოთ, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, მატულობს. დღის განვალბაში გაბნეული რადიაციის შედეგად მოსული სითბო, პირდაპირ რადიაციასთან შედარებით, მხოლოდ რამდენიმე ათეულ პროცენტს შეადგენს. თუმცა, მაღალ განედებში (არქტიკა) გაბნეული რადიაციით სითბოს მოდენა რამდენადმე აჭარბებს კიდევაც პირდაპირი რადიაციის სითბოს. გაბნეული რადიაციის როლი განსაკუთრებით ზამთრობით იზრდება. ის სშირად აღემატება კიდევაც პირდაპირი რადიაციის მნიშვნელობას. ასე, თბილისის ზამთრის

(ნოემბერ-თებერვალი) სეზონში გაბნეული რადიაცია 110-125 %-ით აღემატება პირდაპირი რადიაციის სიდიდეს.

ჯამური რადიაციის ნაკადის სიდიდე და მისი ცვლილებათა კანონზომიერებები განისაზღვრება პირდაპირი და გაბნეული რადიაციების ანალოგიური პარამეტრებით. ჯამური რადიაცია დამოკიდებულია მოღრუბულობის ხარისხსა და მის სივრცე-დროით განაწილებაზე. გაბნეული და პირდაპირი რადიაციათა სიდიდეების ურთიერთკომპენსაციის მიუხედავად, ჯამური რადიაციის ნაკადი, ატმოსფეროს მდგომარეობის მიხედვით, ნაწილობრივ ცვლილებას განიცდის. დედამიწაზე ჯამური რადიაციის დღიური ჯამების მაქსიმუმები ზაფხულის თვეებზე მოდის, თუმცა, ცის თალის მთლიანი მოღრუბულობის დროს, იგი გაზაფხულისა და შემოდგომის შესაბამის სიდიდეებთან შედარებით, შეიძლება ნაკლებიც კი აღმოჩნდეს.

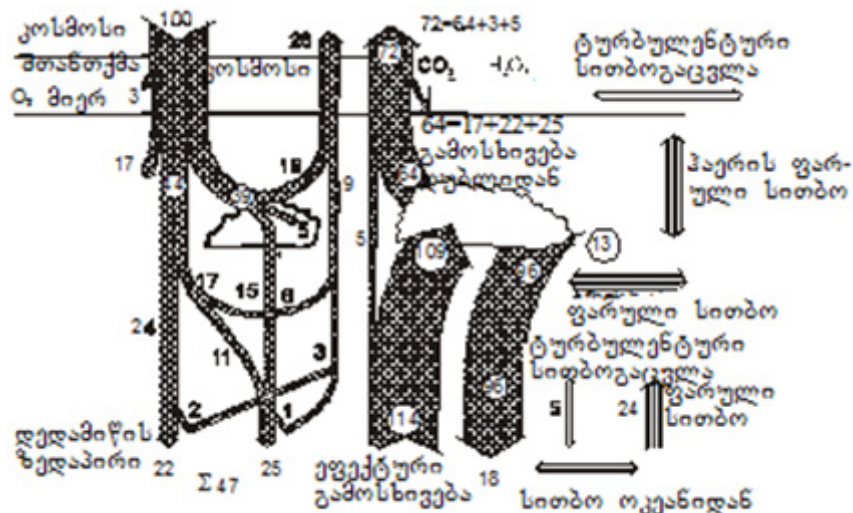
ჯამური რადიაციის წლიური მსვლელობა დედამიწაზე არათანაბრად, მაგრამ კანონზომიერადაა (ნახ. V. 2) განაწილებული. ჯამური რადიაციის მაღალი მნიშვნელობები (200 კკალ/სმ²წნ) ტროპიკულ უდაბნოებში აღინიშნება, ხოლო უმცირესი (80 კკალ/სმ²წნ) – პოლარულ განედებშია. წლიური ჯამური რადიაციის მნიშვნელობა საქართველოში 115-155 კკალ/სმ² შეადგენს. მისი მაქსიმუმი ზაფხულის თვეებს ემთხვევა და 15-20 კკალ/სმ², ხოლო მინიმუმი (-3,6-დან -5,6-მდე კკალ/სმ²) ზამთარშია დაფიქსირებული.

რადიაციული ბალანსი. გეოგრაფიულ გარსში შემოსული მზის ენერგია მრავალჯერ გარდაქმნას (ნახ. V. 3) განიცდის. მზის ენერგიის გრანსფორმაცია იწყება მისი გრანსფორმაციით ატმოსფეროში. მეცნიერთა გამოთვლებით (კ. კონდრატიევი, 1980) რადიაციის ნაწილის (თითქმის 25 %) ოზონის მიერ (20-30 კმ-ის სიმაღლეზე) შთანთქმება. უფრო დაბლა, რადიაციის შთანთქმას ახდენენ წყლის ორთქლი, ატმოსფერული მტკერი და ღრუბლები. რადიაციის ნაწილი ღრუბლების ზედაპირიდან აირეკლება, ხოლო მისი 40 %-ის ატმოსფეროში გაბნევას აქვს ადგილი. ამ უკანასკნელი სიდიდის თითქმის ნახევარი დედამიწის ზედაპირისაკენაა მიმართული, დანარჩენი კი ისევ კოსმოსურ სივრცეს უბრუნდება.



ნახ. V.2. ჯამური რადიაცია, კკალ/კვსმწწ

ამდენად, მზის რადიაციის თითქმის 50 % დედამიწის ზედაპირს აღწევს. აქედან, რადიაციის მცირე (3 %) ნაწილი აირეკლება და ჰაერის მგერისა, აგრეთვე, ღრუბლებიდან არეკვლილ რადიაციასთან ერთად 28% შეადგენს. დედამიწის მიერ სამყაროს სივრცეში არეკვლილი რადიაციის შეფარდებას ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე შემოსულ მზის გამოსხივების სიდიდესთან ალბედოს უწოდებენ. შემოსული და არეკვლილ რადიაციებს შორის სხვაობა შთანთქმული გამოსხივების სახელწოდებისაა.



ნახ. V.3. დედამიწის სითბური ბალანსი (%). ენერგიის ტრანსფორმაცია

სწორედ, მისი მეშვეობით მზის რადიაცია სითბოში გადადის და ათბობს დედამიწის ზედაპირს. გამთბარი ზედაპირი თვითონ ხდება გამოსხივების წყარო. ამავე დროს, დედამიწის ზედაპირის დაბალი ტემპერატურის (-90-დან +80°C-მდე) გამო აღნიშნული გამოსხივების ტალღათა ინტენსივობა 4-დან 120-მდე მიკრომეტრის (მკმ) ტოლია, ხოლო უმთავრესად 10-15 მკმ-მდე აღწევს ხოლმე. ამდენად, დედამიწა უხილავი, ინფრარითელი რადიაციის უნარის მქონე სხეულია.

დედამიწიდან გამოსხივებული რადიაციის 96 % ატმოსფეროს მიერ შთანთქმდება. ამ სიდიდის ნაწილი, ატმოსფეროს გავლით კოსმოსურ სივრცეში გადადის, ხოლო ძირითადი ნაკადი ისევ დედამიწის ზედაპირისაკენ ბრუნდება. ამგვარი წრებრუნვა განუწყვეტელი ბუნებისაა: ატმოსფეროდან 8.5 – 11 მკმ სპექტრის სხივები ზემოთ მიიწევენ, ხოლო ძირითადი ნაწილი ჰაერში რჩება, რაც მის საბოლოო გათბობას ხმარდება.

დედამიწის გამოსხივების უმთავრეს მშთანთქმელებს ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლი და ნახშირბადის დიოქსიდი წარმოადგენენ. იმის გამო, რომ ატმოსფეროში შთანთქმდება გრძელტალღიანი გამოსხივების უდიდესი (96 %) ნაწილი, მიღწეულია ე.წ. სათბურის (ორანჟერული) ეფექტი, რასაც დედამიწის ზედაპირის დამატებით გათბობამდე მივყავართ. დამატებითი გათბობის სიდიდე 38°C შეადგენს. იგი დაკავშირებულია ენერგიის მრავალჯერად გადატანასთან მიწის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის, და პირუკუ. ამ მოვლენის მრავალჯერადობის გამო, შეიძლება ადვილად ავხსნათ ისეთი ბუნებრივი პარადოქსი, რომლის მიხედვით დედამიწის ზედაპირის

გამოსხივება უფრო მეტი გამოდგება ხოლმე, ვიდრე ატმოსფეროს ზედა საზღვართან შემოსული მზის რადიაციის სიდიდე.

სათბურის ეფექტის განუხრელი ზრდა ატმოსფეროში წყლის ორთქლისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მატებას უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, სინოტივისა და ნახშირორჟანგის ატმოსფეროში შემცველობა რამდენადმე განსაზღვრავს ჰაერის ტემპერატურას დედამიწის ზედაპირზე. ამიტომ, სწორედ მიმართავენ ამ კომპონენტების უნიტული შემცველობის განსაზღვრას პალეოგეოგრაფიული სურათის აღდგენის მიზნით. არანაკლები მნიშვნელობისაა მათი შემდგომი შესაძლებელი ცვლილების განსაზღვრა. ცნობილია, რომ ამჟამად ატმოსფერული ნახშირორჟანგი განუხრელ ზრდას განიცდის, რომლის ტენდენცია, ალბათ, შენარჩუნდება კიდევაც. ამიტომ, სავარაუდოა დედამიწის ზედაპირის ტემპერატურის თანდათანობითი მატება.

ზოგადად, დედამიწის ზედაპირზე შემოდის მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია, აგრეთვე, ატმოსფეროს უკუ ანუ შემხვედრი გამოსხივება. რადიაციული ენერგიის დანაკარგი შედგება არეკვლილი და გამოსხივებული ნაკადებისაგან. ამ შემოსული და გასული (დაკარგული) ენერგიათა სხვაობა დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბიუჯეტის სახელწოდებისაა. მას, ნარჩენ რადიაციას უწოდებენ. რაც შეეხება რადიაციას ნაკადების ალგებრულ ჯამს, რომელიც შემოდის და გადის დედამიწის ზედაპირის სისტემიდან, მისი რადიაციული ბალანსი ჰქვია. სწორედ, ამ ორ ცნებას (ბიუჯეტი და ბალანსი) აღნიშნავენ ერთი ტერმინით – რადიაციული ბალანსი, რაც არათუ მოუხერხებელია, არამედ მოვლენის შესახებ არასწორ წარმოდგენას იძლევა.

რადიაციული ბალანსი გამოითვლება შთანთქმული რადიაციისა (B) და ეფექტური გამოსხივების (E) სხვაობით: $R = B - E$, რომლებიც თავის მხრივ შემდეგნაირად გამოითვლება:

$$B = (Q + q) - A \quad \text{და} \quad E = E_d - E_a,$$

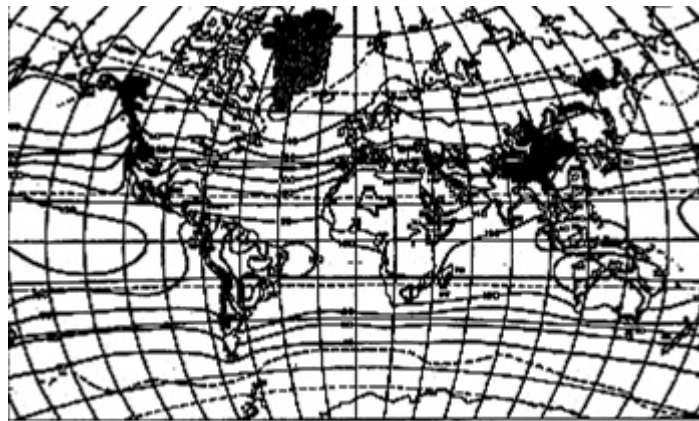
სადაც Q – პირდაპირი რადიაციაა, q – გაბნეული რადიაცია, A – ალბედო, E_d – მიწის ზედაპირის გამოსხივება, ხოლო E_a – ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივებაა. დედამიწის რადიაციული ბალანსის მთლიანი განტოლება შემდეგ სახეს ღებულობს:

$$R = (Q + q) - A - E_d + E_a.$$

რადიაციული ბალანსი შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი. დღისით იგი დადებითია და ღამით – უარყოფითი. დღისით, ბალანსის მნიშვნელობა პირდაპირი რადიაციის ცვალებადობის პარალელურად იცვლება. ღამით კი ბალანსის სიდიდე დამოკიდებულია ეფექტური გამოსხივების მსვლელობაზე. მოღრუბულობა პირდაპირ აისახება რადიაციული ბალანსის აბსოლუტურ მნიშვნელობაში. ღრუბლები ამცირებენ ბალანსის სიდიდეს. ამავე დროს, ზაფხულში დადებითი რადიაციული ბალანსის შემცირებას აქვს ადგილი, ზამთარში კი უარყოფითი სიდიდის ბალანსი გვაქვს. სრულებით სხვაგვარია თოვლის საფარის რადიაციული ბალანსი. იგი მონშენილი ცის პირობებში, დღე-ღამის განმავლობაში, როგორც წესი – უარყოფითია. ეს აიხსნება თოვლის საფარის ალბედოსა და ეფექტური გამოსხივების მაღალი მნიშვნელობებით. აღსანიშნავია,

რომ მიწების მორწყვას თან სდევს რადიაციული ბალანსის მნიშვნელოვანი (60 %-მდე) ზრდა, ვინაიდან ამ დროს ზედაპირის ტემპერატურისა და ალბედოს შემცირებას აქვს ადგილი.

რადიაციული ბალანსის წლიური მსვლელობის ამპლიტუდა განედების მიმართულებით იცვლება. იგი ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ თანდათანობით იზრდება. მაღალ განედებში, ბალანსის უარყოფითი მნიშვნელობები წლის განმავლობაში უფრო ხშირად გამოვლინდება, ვიდრე ტროპიკებსა და ეკვატორულ ზოლში. რადიაციული ბალანსის წლიური ჯამები განედის გაზრდასთან ერთად კანონზომიერად მცირდება. მათ განაწილებას ოკეანეების ზედაპირზე ზონალური ხასიათი აქვს, ხოლო კონტინენტებზე რთული (ნახ. V. 4) სურათისაა.



ნახ. V.4. რადიაციული ბალანსი. კკალ/კვმწმ

რადიაციული ბალანსის მაქსიმალური სიდიდე (120-140 კკალ/სმ²წმ) ოკეანის, ეკვატორის გასწვრივ, საკმაოდ ფართო აკვატორიაშია წარმოდგენილი, ხოლო კონტინენტებზე მისი მაღალი მნიშვნელობა (80 კკალ/სმ²წმ) ტროპიკული და ეკვატორულ ზოლშია წარმოდგენილი. საქართველოში რადიაციული ბალანსის წლიური მნიშვნელობა 25-54 კკალ/სმ²-ის ფარგლებში იცვლება. ამასთან, დასავლეთ საქართველოს სანაპირო ზოლში რადიაციული ბალანსი მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს. სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ის მცირდება და, დაახლოებით 3650 მ-ის სიმაღლეზე ნიშნის იცვლის.

დედამიწის ზედაპირის წლიური რადიაციული ბალანსის სიდიდეების ანგარიში მისი გრანსფორმაციის სტრუქტურასა და დინამიკის რაოდენობრივი მახასიათებლების თვალსაზრისით სურათის მაჩვენებელია. სქემიდან (ნახ. V. 3) ჩანს რომ დედამიწის ზედაპირზე მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაციიდან შთანთქმა 47 % შეადგენს, ხოლო ეფექტური გამოსხივება 18 %-ის ტოლია. ცხადია, რომ ბალანსი 29 %-ს შეადგენს. ამავე დროს, მზის რადიაციის მნიშვნელობა ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე, დედამიწის სფეროსებურობის გამო, მთლიანი გამოსხივების ერთ მეოთხედ ნაწილს შეადგენს, რაც აბსოლუტური მაჩვენებლით 345,5 კკალ/სმ²-ის ტოლია. შესაბამისად, რადიაციული ბალანსი ამ სიდიდის 29 %-ია, ანუ 100,2 კკალ/სმ²-ია. მთელი წლის განმავლობაში დედამიწის ზედაპირის ჯამური ბალანსის საშუალო სიდიდე $3,16 \times 10^{21}$ კკალ უტოლდება.

გეოგრაფიულ გარსში შემოსული მზის ენერგია ატმოსფერო-ჰიდროსფერო – მიწის ზედაპირს შორის გადასვლისას მრავალგვარ გარდაქმნას განიცდის. როგორც უკვე ვნახეთ, მზის ენერგიის ტრანსფორმაცია ატმოსფეროს ზედა ფენებში იწყება. მისი ნაწილი (25 %) ატმოსფეროს (ოზონი, წყლის ორთქლი, ღრუბლები, მტვერი) მიერ შთანთქმდება. ასევე, ადგილი აქვს რადიაციის ნაწილის არეკვლას ღრუბლების ზედაპირიდან. გაბნეულ (40 %) და პირდაპირ (22 %) რადიაციის ჯამი მთელი გამოსხივების 3/5-ზე ოდნავ მეტია. ამდენად, დედამიწაზე შემოსული რადიაციის დიდი ნაწილი შთანთქმულ და გაბნეულ სტატიებს შეადგენს. არეკვლის მაჩვენებლის ჯამი როგორც ღრუბლებიდან, ისე ჰაერის მოლეკულებიდან 28 %-ზე მეტი არ არის.

ატმოსფეროს გათბობისა და მის მიერ შემხვედრი გამოსხივების შესახებ უკვე მივუთითეთ. ატმოსფეროს მიერ დედამიწისაკენ მიმართული რადიაციის ნაკადის ფორმირებაში მონაწილეობს ოკეანეებიდან (დინებებით) გადმოტანილი სითბო, რომელიც განუწყვეტელი წრებრუნვის სახით ეფექტური შინაარსს იძენს. მთლიანი გამოსხივებიდან შთანთქმული რადიაციის გამოსხივების ჯამი 64 %-ს შეადგენს, ხოლო მთლიანი რადიაცია 72 %-ს აღწევს. სითბოს 8 %-ანი ნაშთი მიღებულია ატმოსფეროდან „გაპარული“ (5 %) და წყლის ორთქლიდან, აგრეთვე, ნახშირორჟანგიდან გამოსხივებული (3 %) გამოსხივებათა ჯამიდან. ამდენად, გამოსხივებული (72 %) და არეკვლილი (28 %) რადიაციების ჯამი შემოსული (100 %) რადიაციის ტოლია.

დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბიუჯეტი წარმოადგენს რადიაციული ენერგიის იმ ნაწილს, რომელიც ხმარდება სხვადასხვა გეოგრაფიულ პროცესებს: აორთქლება, ყინულის დნობა, წყლისა და ჰაერის გათბობა, ატმოსფეროში ჰაერის, ხოლო ჰიდროსფეროში წყლის მასების გადაადგილებები, ქანების გამოფიტვა, ფოტოსინთეზი, ეროზია და მრავალი სხვა. დიდი განედების რადიაციული ბიუჯეტის საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები სუსტი გრადიენტებით ხასიათდება, თუმცა ზომიერ და პოლარულ განედებში სწრაფად მცირდება. ოკეანეების ზედაპირი კიდევ უფრო მაღალი მაჩვენებლისაა, რაც ხმელეთთან შედარებით ალბედოს შემცირებითაა განპირობებული. დედამიწის ზედაპირისაგან განსხვავებით ატმოსფეროს რადიაციული ბიუჯეტი – საკმაოდ უარყოფითია. ატმოსფეროს მიერ კოსმოსურ სივრცესა და დედამიწის ზედაპირის მიმართულებით გამოსხივებული ენერგია, მის მიერ შთანთქმულ რადიაციასთან შედარებით – განუზომლად დიდია. ატმოსფეროს ბიუჯეტის საშუალო მნიშვნელობა $3,16 \times 10^9$ კმ²წმ შეადგენს, ანუ აბსოლუტური სიდიდის მიხედვით, მიწის ზედაპირის რადიაციული ბიუჯეტის ტოლია.

დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ენერგიის ნამეტი ხელს უწყობს ფიზიკურ-გეოგრაფიული პროცესების წარმართვას. რადიაციული ენერგიის უკმარისობა ატმოსფეროში კომპენსირებულია იმ სითბური ნაკადის შემოსავლით, რომელიც დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბიუჯეტის გარდაქმნისას გამოიყოფა. მის განხორციელებას ადგილი აქვს წყლის ფაზური გადასვლებისა (აორთქლება-კონდენსაცია, რადიაციული ბიუჯეტის 83 %) და ტურბულენტური სითბოგაცვლის (რადიაციული ბიუჯეტის 17 %) შემთხვევებში. ამიტომ მიუთითებენ, რომ დედამიწა ხარჯავს იმდენივე ენერგიას, რამდენსაც ღებულობს. ამის გამო, მეცნიერები აღნიშნავენ დედამიწის რადიაციული

წონასწორობის მდგომარეობაში არსებობას. თუმცა, იგი აბსოლუტურ მდგრადობას სრულიადაც არ ნიშნავს. მზის ენერგიის მცირედი ნაწილი, ფოტოსინთეზის პროცესში, გადადის რა მინის ქერქში განამარხებული ქიმიური კავშირების ენერგიაში, საკმაოდ დიდი ხნით, წრებრუნვებიდან ამოვარდნილად ითვლება. ამ ენერგიის ხელახალ აღდგენას, დედამიწის გეოგრაფიულ გარსში ხანგრძლივი გეოლოგიური ციკლის საფუძვლიანი შეცვლის შედეგად ექნება ადგილი.

აგმოსფეროსა და ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბიუჯეტები, დედამიწის სითბური ბალანსის შემადგენელი ნაწილია. დედამიწის სითბური ბალანსი არის სხივური და თბური ენერგიის შემოსავლისა და გასავლის თანაფარდობა დედამიწის ზედაპირზე, აგმოსფეროსა და დედამიწა-აგმოსფეროს სისტემაში. დედამიწის გეოგრაფიული გარსის შემადგენელი კომპონენტების (გეოსფეროების) სითბური ბალანსის შესწავლის მიზნით, ცალ-ცალკე განიხილავენ დედამიწის ზედაპირის, აგმოსფეროს ვერტიკალური სვეტისა და აგმოსფერო-ლითოსფეროს, აგმოსფერო-ჰიდროსფეროს ზედა ფენაში გამავალი ვერტიკალური სვეტის სითბურ ბალანსებს.

დედამიწის ზედაპირის სითბური ბალანსი გამოისახება $R + P + F_0 + LE = 0$ განტოლებით, რომელიც წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირისა და გარემომცველ სივრცეს შორის არსებული ენერგიის ნაკადების აღგებრულ ჯამს. ამ განტოლებაში R – დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბალანსია, P – სითბოს ტურბულენტური ნაკადი ქვეფენილ ზედაპირსა და აგმოსფეროს შორის. F_0 – სითბოს ნაკადი დედამიწის ზედაპირსა და ლითოსფეროს (ან ჰიდროსფეროს) ღრმა ფენებს შორის, LE – წყლის აორთქლებისათვის დახარჯული სითბო (L – აორთქლების სითბო, E – აორთქლებული წყლის მასა) დამოკიდებულია დედამიწის ზედაპირის დანესტიანებაზე, მის ტემპერატურაზე, ჰაერის ტენიანობაზე. მინისპირა ჰაერის ფენაში ტურბულენტური თბოგაცვლის ინტენსიურობაზე, რომელიც განსაზღვრავს დედამიწის ზედაპირიდან აგმოსფეროში წყლის ორთქლის გადატანის სიჩქარეს.

აგმოსფეროს სითბური ბალანსი გამოისახება $R_a + L_r + P + F_a = \Delta W$ განტოლებით, სადაც R_a – აგმოსფეროს რადიაციული ბალანსია, L_r – აგმოსფეროს წყლის ფიზიკური გარდაქმნებისას გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბო (r – აგმოსფერული ნალექების ჯამი, L – ფაზური გარდაქმნის სითბო), P – სითბოს ტურბულენტური ცვლაა აგმოსფეროსა და დედამიწის ზედაპირს შორის, F_a – სითბოს ადვექცია, ΔW – თბომცველობის ცვლილება აგმოსფეროს სვეტის შიგნით.

დედამიწა-აგმოსფეროს სისტემის სითბური ბალანსის (ცხრილი V. 2) განტოლება შეესაბამება დედამიწის ზედაპირისა და აგმოსფეროს სითბური ბალანსის განტოლებათა წევრების აღგებრულ ჯამს. დედამიწის სითბური ბალანსი განედური ზონალურობით ხასიათდება. სითბური ბალანსის შედგენილობის სიდიდე მიიღება უშუალოდ მეტეოროლოგიური დაკვირვების ან კლიმატოლოგიური გაანგარიშების გზით. სითბური ბალანსის შესახებ ინფორმაცია ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკულ საქმიანობაში.

დედამიწა-აგმოსფეროს სისტემის სითბური⁴ ბალანსი

სითბოს შემოსავალი ⁵		სითბოს გასავალი	
აგმოსფეროს ზედა საზღვარი			
აგმოსფეროს (7), ღრუბლებისა (27) და დედამიწის ზედაპირის (3) მიერ არეკვლილი რადიაცია	37		
აგმოსფეროს გრძელგაღლიანი გამოსხივება კოსმოსურ სივრცეში	55		
დედამიწის ზედაპირის გრძელგაღლიანი გამოსხივება	8	მზის რადიაცია	100
ჯამი	100	ჯამი	100
აგმოსფერო			
მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის შთანთქმა	20	აგმოსფეროს გრძელგაღლიანი გამოსხივება კოსმოსურ სივრცეში	55
დედამიწის გრძელგაღლიანი გამოსხივების შთანთქმა	108	აგმოსფეროს გრძელგაღლიანი გამოსხივება დედამიწის ზედაპირისკენ	96
წყლის ორთქლის კონდენსაცია	19		
დედამიწის ზედაპირიდან აგმოსფეროში ტურბულენტური თბოგადაცემა	14		
ჯამი	151	ჯამი	151
დედამიწის ზედაპირი			
პირდაპირი რადიაციის შთანთქმა გაბნეული რადიაციის შთანთქმა	27	დედამიწის გრძელგაღლიანი გამოსხივება	116
გაბნეული რადიაციის შთანთქმა	16	დედამიწის ზედაპირიდან წყლის აორთქლებაზე დახარჯული სითბო	19
აგმოსფეროს გრძელგაღლიანი გამოსხივება	96	დედამიწის ზედაპირიდან აგმოსფეროში ტურბულენტური თბოგადაცემა	4
ჯამი	139	ჯამი	139

მოცანილი ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ აგმოსფეროს ზედა საზღვართან შემოსული მზის რადიაციიდან (100 %) არეკვლა (ალბედო) 37 %-ს შეადგენს და მოიცავს აგმოსფერულ (7 %), ღრუბლებისა (27 %) და დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის (3 %) მიერ კოსმოსურ სივრცეში დაბრუნებულ სხივთა კონას. ცხადია, რომ დედამიწის ალბედოს ნაკადი გეოგრაფიული გარსის

⁴ ციფრები მოცემულია აგმოსფეროს ზედა საზღვარზე შემოსული 225 კკალ/სმ²წ მნიშვნელობიდან;

⁵ სახელმძღვანელოში მითითებული სითბური ბალანსის სიდიდეთა მაჩვენებლები, აღებულია რა სხვადასხვა ავტორების მონაცემების მიხედვით - ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან.

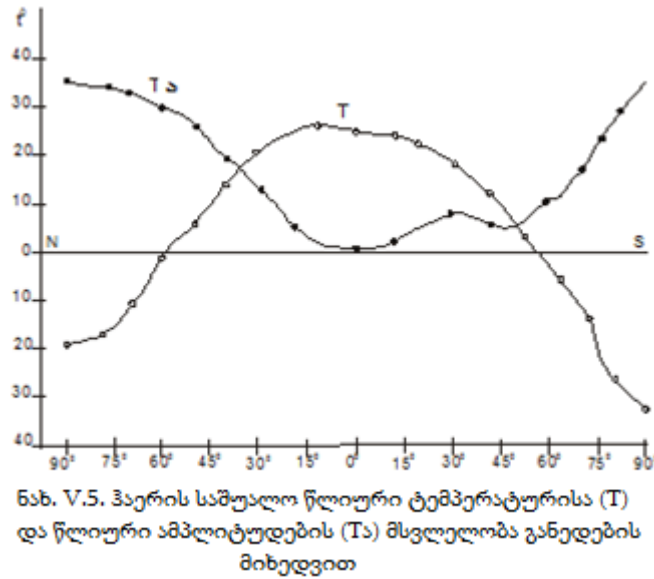
სითბოენერგეტიკულ მუშაობაში მონაწილეობას არ ღებულობს. მზის ენერგიის მეორე სახე – შთანთქმული რადიაცია ხმარდება პირდაპირი და გაბნეულ რადიაციათა შთანთქმის ატმოსფეროსა (20 %) და დედამიწის (43 %) ზედაპირიდან. ამდენად, ატმოსფეროს ზედა ფენებში შემოსული რადიაცია (100 %) გასული (აღბეღო და გამოსხივება) რადიაციული სიდიდის ტოლია.

ამავე დროს, თუკი შევაჯამებთ დედამიწა-ატმოსფეროს სისტემის სითბური ბალანსის ელემენტებს მივიღებთ რომ დედამიწის ზედაპირის მიერ საკუთარი გამოსხივებით (116 %) გაცემული სითბო, ნაწილობრივ (96 %) კომპენსირებულია ატმოსფეროს შემხვედრი საკუთარი გამოსხივებით მათ შორის სხვაობა ეფექტური გამოსხივების (სითბოს ფაქტობრივი დანაკარგის) სახელწოდებითაა ცნობილი.

ასეთია დედამიწის ურთულესი სითბური ბალანსის ზოგადი სურათი. მისი კონკრეტული უბნების მიხედვით ბალანსის მაჩვენებლები ერთმანეთისაგან განსხვავებული სიდიდებით ხასიათდება. ერთგან, დედამიწა მეტს ღებულობს ან გასცემს, ხოლო მეორეგან – პირიქით. თუმცა, ეს უბნები პროგრესიულ გადაცივებას ან გადახურებას სრულებით არ განიცდის. სითბური ბალანსი მიღწეულია ატმოსფერული ჰაერის მუდმივი გადაადგილებითა და ოკეანური დინებებით, რომლებიც მაღალ და დაბალ განედებს შორის სითბოს განუწყვეტელ გადანაწილებასა და, მათ შორის, ტემპერატურული კონტრასტების „შემსუბუქებას“ განაპირობებენ.

ტემპერატურის განაწილება. დედამიწის გათბობის მექანიზმი ორ მომენტს მოიცავს: 1. მზის სხივური ენერგიის შემოსვლა დედამიწაზე და 2. დედამიწის მიერ ამ ენერგიის შთანთქმა და სითბურ ენერგიად გარდაქმნა. უნდა ვივარაუდოთ, რომ დედამიწის ერთგვაროვან ზედაპირსა და უძრავ ატმოსფეროში ჰაერის ტემპერატურა მზის რადიაციით უნდა იყოს განსაზღვრული. იგი დამოკიდებული იქნებოდა მხოლოდ ადგილის გეოგრაფიულ განედზე. ასე, მაგალითად, მაღალი ტემპერატურა დაფიქსირდებოდა ეკვატორზე, ხოლო პოლუსებისაკენ მისი თანდათანობით შემცირებას ექნებოდა ადგილი. მაგრამ, ქვეყნის ზედაპირის არაერთგვაროვნების, ატმოსფერული ჰაერის დინამიური ბუნების, სითბური და ბარიული რეჟიმების სეზონური მორიგეობისა და სხვა ფაქტორების მიზეზით, დედამიწის ტემპერატურის განაწილება საკმაოდ რთულია.

დედამიწის ჰაერის ტემპერატურის მინიმუმი აღნიშნულია ანტარქტიდასა (-83°) და იაკუტიაში (-71°), ხოლო მაქსიმუმები კალიფორნიასა და სამხრეთ ირანშია ($\approx 60^{\circ}$) დაფიქსირებული. ამდენად, ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონი 140° -ს აღწევს. ოკეანეებისა და კონტინენტების ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურის წლიური რეჟიმი, ერთმანეთისაგან ფრიად განსხვავებული სიდიდებით ხასიათდება. ამ განსხვავებას, მათი სითბოტევადობის არაერთგვაროვნება განსაზღვრავს, რის გამოც კონტინენტებზე წლიური ამპლიტუდები შედარებით მეტია, ვიდრე ოკეანეებზე. ამავე დროს, კონტინენტებზე ტემპერატურის მაქსიმალურ სიდიდეთა გამოვლინდებას შედარებით ადრე (ერთი თვე).



მზის რადიაციის დედამიწის ზედაპირზე განაწილების შესწავლამ კაცობრიობა ჯერ კიდევ ანტიკურ ხანაში მიიყვანა სინამდვილის იმ აღქმამდე, რომლის მიხედვით გამოვლინდა ცხელი, ზომიერი და ცივი სარტყლების არსებობა. კონსტატირებული იყო აგრეთვე ტემპერატურის ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ თანდათანობითი შემცირება. ამჟამად კი, ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიურ განაწილებისა და მათი ამპლიტუდების მაჩვენებელთა განედური განაწილების (ნახ. V. 5) სურათიდან შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გამოტანა:

1. ორივე ნახევარსფეროში საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობები ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ კლებულობს. ეს კი, ამავე მიმართულებით, მზის რადიაციის შემცირებას შეესაბამება;

2. საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილება განედების ზრდასთან ერთად თანაბარი სიჩქარით როდი სრულდება: ეკვატორიდან ტროპიკებისაკენ ტემპერატურის შემცირება საკმაოდ ნელა მიმდინარეობს, საშუალო განედებში პირიქით – ტემპერატურა სწრაფად კლებულობს, ხოლო პოლარულ მხარეში ტემპერატურის დაცემა რამდენამდე შენელებულია;

3. სამხრეთი განედის ყველა პარალელზე საშუალო წლიური ტემპერატურა, მისი ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს შესაბამის ანალოგებთან შედარებით, უფრო დაბალია: თუკი დედამიწის საშუალო წლიური ტემპერატურა $14,3^{\circ}$ შეადგენს, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში იგი რამდენადმე მაღალია ($15,2^{\circ}$), ხოლო სამხრეთ ანალოგზე ($13,3^{\circ}$) პირიქით – დაბალი. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს უფრო თბილი ხასიათიდან გამომდინარეობს უთბილესი პარალელის არა ეკვატორზე, არამედ ჩრდილო განედის 10° -იან, ხოლო ზათესულში 20° -იან პარალელზე დაფიქსირება. სამხრეთ ნახევარსფეროს გამაცივებელ ფაქტორად ანტარქტიდის ვრცელი მყინვარის გავრცელება გვევლინება;

4. ტემპერატურის შიდა წლიური (სეზონური) ამპლიტუდის განედური განაწილების სურათის ზონალური ხასიათი ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ თანდათანობითი ზრდითაა გამოვლინებული. ამავე დროს, თუკი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ტემპერატურული ამპლიტუდის შესამჩნევი მაგება

უკვე 20⁰-იანი პარალელიდან შეიმჩნევა, სამხრეთ ნახევარსფეროში ანალოგიური სურათი მხოლოდ 50⁰-იანი პარალელიდან იწყება. ამ უთანაბრობის მიზეზი ხმელეთისა და ზღვის განაწილების არაერთგვაროვნებაა. გავიხსენოთ, რომ ტემპერატურული კონტრასტები ხმელეთზე ყოველთვის მეტია, ვიდრე ოკეანეზე, ხოლო ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ოკეანის ფართობი განედის ზრდასთან ერთად მცირდება და, ამიტომ, კონტრასტებიც მაღალია. სამხრეთ „ოკეანურ“ ნახევარსფეროში ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა შემსუბუქებულია და, შესაბამისად, კონტრასტები დაბალია. ამავე დროს, სამხრეთ ნახევარსფეროს პოლარულ მხარეში ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდის მკვეთრი ზრდა, როგორც მზის რადიაციის სეზონური ხასიათის, ისე ანტარქტიდის – ცივი კონტინენტის არსებობასთანაა დაკავშირებული.

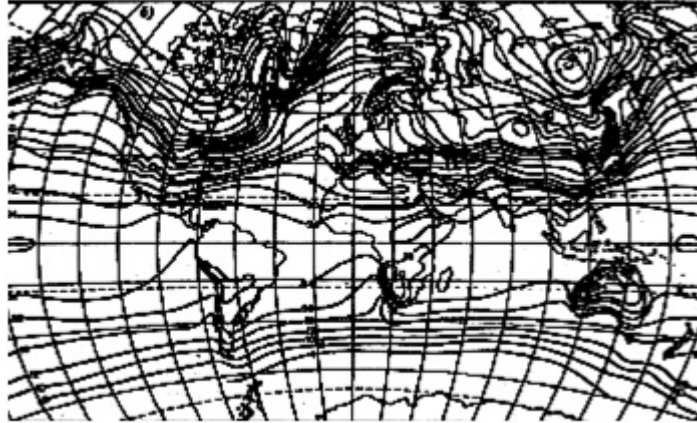
დედამიწის ზედაპირის ჰაერის ტემპერატურის განედური გადანაწილების დეტალურ სურათს იზოთერმების რუკები იძლევა. ქვეყნული ზედაპირის არაერთგვაროვნების გამო, იზოთერმები არა ერთმანეთის პარალელური, არამედ უკიდურესად იკლივან (მიხვეულ-მოხვეული) მოხაზულობისაა. რითაა ეს გამოწვეული? ძირითადად – ხმელეთისა და ოკეანის არათანაბარი გადანაწილებით, რელიეფითა და ცივი ან თბილი ჰაერის მუდმივი, გაბატონებული მასების, აგრეთვე ოკეანური დინებების არსებობით. ამის გამო, ერთგან საკმაოდ ცივი, მეორეგან კი თბილი რეგიონები წარმოიქმნება, ანუ ჰაერის დადებითი და უარყოფითი ტემპერატურული ანომალიების წარმოშობას აქვს ადგილი. ივლისისა (ზაფხული) და იანვრის (ზამთარი) იზოთერმების რუკების (ნახ. V. 6 და V. 7) განხილვა შემდეგი დასკვნების გამოტანის შესაძლებლობას იძლევა:

1. ორივე ნახევარსფეროს არატროპიკული არელების იზოთერმები კონტინენტებზე ჩრდილოეთისაკენ შესამჩნევად იხრებიან, რაც ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ხმელეთის უფრო მეტად გაბატონებას (ზღვასთან შედარებით), ხოლო მოპირდაპირე მხარეს – მის უფრო გაცივებას ნიშნავს. ამასთან ერთად, ოკეანეებზე ჰაერის ტემპერატურა +26⁰-ით უფრო დაბალია, ხმელეთზე კი ორჯერ მეტ მნიშვნელობას აღწევს;

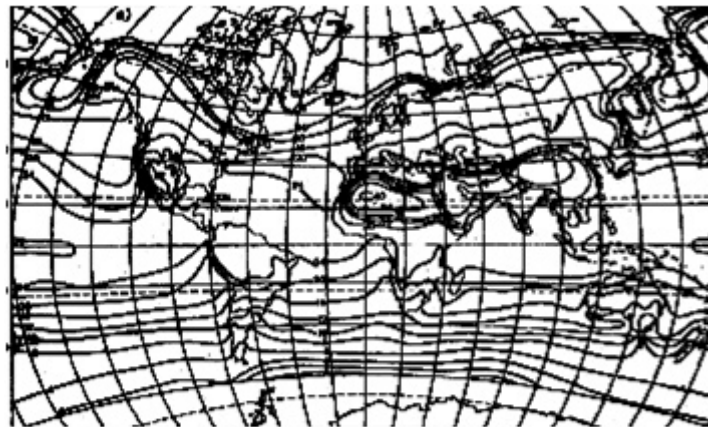
2. ივლისის ყველაზე მაღალი ტემპერატურა ეკვატორზე კი არაა წარმოდგენილი, არამედ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს უდაბნოს განედებზე (20⁰) ფიქსირდება. ამ დროს, ყველაზე ცხელი ადგილები კალიფორნიაში, საჰარაში, არაბეთსა და ირანშია. ამის მიზეზი, ზაფხულში აქ მზის ზენიტური მდგომარეობა, უტყუო ქვეყნული ზედაპირი და მცირე მოღრუბულობაა. ასევე, მაღალია ხმელეთზე ივლისის აბსოლუტური ტემპერატურაც: ალჟირში მდ. ევფრატის დინებაში თერმომეტრი 50⁰-ს (ჩრდილში) უჩვენებს; კალიფორნიაში (სიკვდილის ველი) დაფიქსირებულია ივლისის უმაღლესი (56,7⁰) ტემპერატურა;

3. ბუნებრივია, რომ იზოთერმების რუკებზე ოკეანური დინებების გავლენა მკვეთრად გამოხატული. ზამთარში იგი შეპირობებულია თბილი, ხოლო ზაფხულში ცივი დინებებით. რადგან ეს დინებები მუდმივია, მათი გავლენა წლიურ სურათზეც აისახება. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, კალიფორნიისა და აფრიკის დასავლური სანაპიროების გასწვრივ, იზოთერმების ამოზნექილი მხარე

სამხრეთისაკენაა მიქცეული, რაც კალიფორნიისა და კანარის ცივი დინებებითაა განპირობებული. სამხრეთი ნახევარსფეროების (სამხრეთ ამერიკისა და აფრიკის დასავლეთი სანაპიროები) იზოთერმების სანინაღმდეგო მიმართულებით „გაღუნვა“ პერუსა და ბენგელის ცივი დინებების შედეგია. ყველა ეს დინებები ეკვატორისაკენ შორს იჭრებიან, ჰაერს აციევენ და ტემპერატურის უარყოფით ანომალიებს იძლევიან;



ნახ. V.6. ივლისის იზოთერმების რუკა.



ნახ. V.7. იანვრის იზოთერმების რუკა

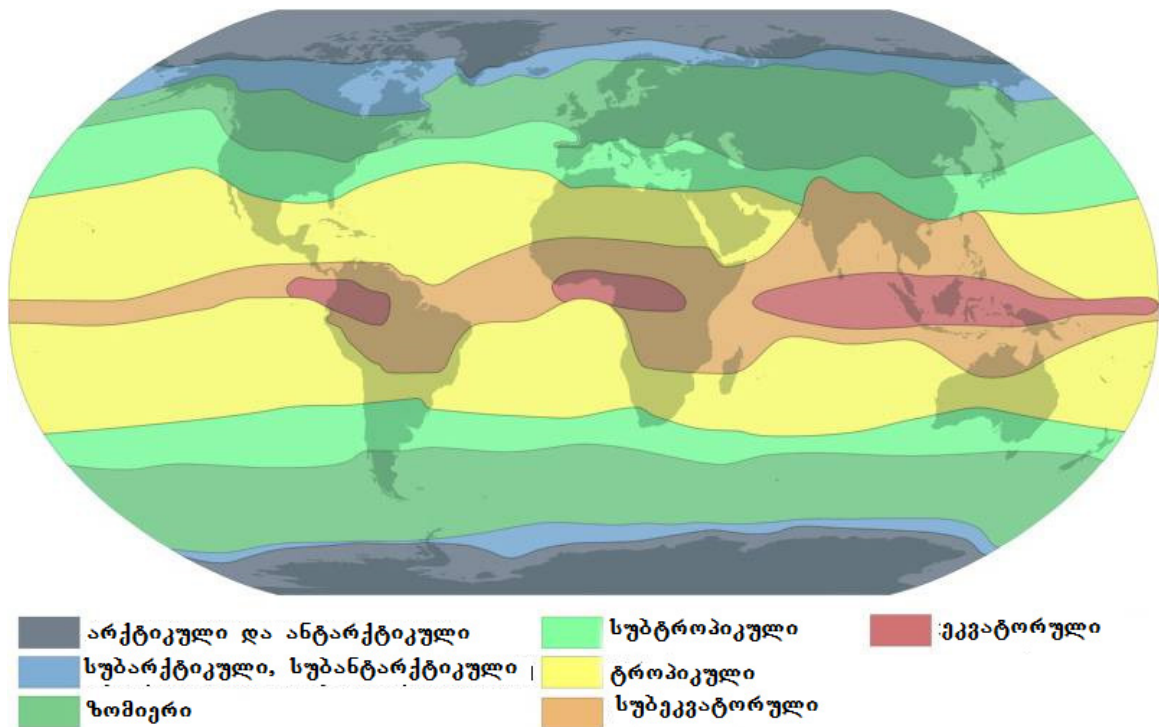
4. ზამთარში, ერთი მხრივ, კალიფორნიისა და კანარის ცივი დინებების შესუსტება, მეორე მხრივ კი, პერუსა და ბენგელის დინებების გაძლიერებული გამოვლინებაა (აქ ზაფხულია) გამოხატული. ამავე დროს, ატლანტისა და წყნარი ოკეანეების ჩრდილოეთ სექტორში იზოთერმების ჩრდილოეთ პოლუსისაკენ გამოშვება, გოლფსტრიმის, კუროსიოსა და ალუეციის თბილი დინებების მიერაა განპირობებული;

5. ორივე ნახევარსფეროს ტროპიკულისგარე კონტინენტურ არეებში იზოთერმები სამხრეთი მიმართულებითაა გადაწეული. შესაბამისად, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ხმელეთი უფრო ცივია, ვიდრე ოკეანე, ხოლო მოპირდაპირე სამხრეთ სივრცეში, უკუ მოვლენას აქვს ადგილი. იანვარში, განსაკუთრებით გაცივებას გრენლანდია და აზიის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილი განიცდის.

ყველაზე დაბალი ტემპერატურა (-71°) სწორედ აქ, ოიმიაკონშია დაფიქსირებული. ოკეანეებზე, ასეთი დაბალი ტემპერატურის ფორმირებას არსად არა აქვს ადგილი;

6. ხმელეთის ყველაზე მეტი გათბობა სამხრეთ გროპიკზე (თხის რქის გროპიკი) შეიმჩნევა, რომელიც მოიცავს ცენტრალურ აფსტრალიას, სამხრეთ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკას.

როგორც იზოთერმების რუკების ანალიზიდან ჩანს, დედამიწის სარტყლებად დაყოფა, რომელიც ასტრონომიული თვალსაზრისით არის დიფერენცირებული და ერთმანეთისაგან გროპიკებითა და პოლარული წრეებით გამოიყოფა – სრულებით არ შეესაბამება ჰაერის ტემპერატურის ნამდვილ გადანაწილებას. არსებული განსხვავება დაკავშირებულია არა მარტო დედამიწის ფორმასთან, არამედ ისეთ დამატებით ფაქტორებთან, როგორიცაა ხმელეთისა და ზღვის განაწილება, რელიეფის ვერტიკალური დანაწევრება, ჰაერისა და წყლის მასების მოძრაობა. აქედან გამომდინარე, მართებულია დედამიწის ზედაპირის სითბურ სარტყლებად (ნახ. V. 8) დაყოფა. მათ საზღვრებად მიღებულია წლიური იზოთერმები. ამ სარტყლებში



ნახ. V. 8. დედამიწის სითბური სარტყლები

ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდები მცირე, ხოლო უთბილესი თვის იზოთერმებით შემოსაზღვრულ სარტყელში ტემპერატურის რყევა უფრო მკვეთრია. ამ პრინციპების გათვალისწინებით დედამიწაზე 7 სითბურ სარტყელს გამოყოფენ:

1. თბილისი (ცხელი) სარგელო შემოსაზღვრულია როგორც ჩრდილოეთ, ისე სამხრეთ ნახევარსფეროს წლიური $+20^{\circ}$ -იანი იზოთერმით, რომელიც შესაბამისი განედების 30° -იან პარალელებზე გადის;

2-3. ორი ზომიერი სარგელოს განაპირა საზღვრებად ითვლება უთბილესი თვის $+10^{\circ}$ -იანი იზოთერმა;

4-5. ორი ცივი სარგელო შემოსაზღვრულია უთბილესი თვის $+10$ და 0° -იანი იზოთერმებით;

6-7. მუდმივი ყინულების ორი სარგელოს უთბილესი თვის საშუალო ტემპერატურა 0° -ზე დაბალია. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში იგი მოიცავს გრენლანდიასა და პოლუსების ირგვლივ არეს, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში ეს სივრცე 60° -იანი პარალელის სამხრეთით ვრცელდება.

აღნიშნულ სითბურ სარგელებს ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმის ოთხი ტიპი შეესაბამება:

1. კვადრატული ტიპი მზის რადიაციისა და წლიური ტემპერატურის მსვლელობის უმნიშვნელო ცვლილებებით ხასიათდება. აქ, აღინიშნება ჰაერის ტემპერატურის ორი მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი;

2. ტროპიკული ტიპისათვის დამახასიათებელია ჰაერის ტემპერატურის ერთი მაქსიმუმი და ერთი მინიმუმი. მისი წლიური ამპლიტუდა ოკეანეებზე 5° -ს, ხოლო კონტინენტებზე 10 - 20° -ს აღწევს;

3. ზომიერი სარგელოს ტიპსაც ჰაერის ტემპერატურის მარტივი (ერთი მინიმუმი და ერთი მაქსიმუმი) ცვლა ახასიათებს. წლიური ამპლიტუდა თუ ოკეანეებზე 10° -ით შემოიფარგლება, კონტინენტებზე 60° -საც კი აღწევს;

4. პოლარული ტიპი ხანგრძლივი ცივი ზამთრითა და შედარებით თბილი, მაგრამ ხანმოკლე ზაფხულით ხასიათდება. ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა მაღალია და ოკეანეებზე 25 - 40° -ს, ხოლო ყინულოვან ხმელეთზე 65° -ს შეადგენს.

აღსანიშნავია, აგრეთვე, ჰაერის წლიური ტემპერატურის განსაკუთრებული სვლა მუსონური ცირკულაციის არეალებში: ზამთარს აქ – დაბალი, ხოლო გაზაფხულსა და შემოდგომას – მაღალი ტემპერატურა შეესაბამება. ჰაერის დღეღამური ტემპერატურის უკიდურესი სიდიდეები შემდეგნაირად ფიქსირდება: მისი უმაღლესი მნიშვნელობა შუადღის შემდეგ აღინიშნება, ხოლო უმცირესი – მზის ამოსვლის წინ.

ტროპოსფეროში ვერტიკალური განაწილების მიზეზი მისი სიმაღლეში თანდათანობითი შემცირებაა. ამ მხრივ, რადგან ატმოსფეროს გათბობა ძირითადად დედამიწის ზედაპირის გამოსხივებით ხორციელდება, სიმაღლის ზრდასთან ერთად ტემპერატურის დაცემას (ყოველ 100 - მზე) $0,5$ - $0,6^{\circ}$ -ით) აქვს ადგილი. თუმცა, ტემპერატურის ვერტიკალური მიმართულებით ცვლა ყველგან ერთგვაროვანი არ არის: მინისპირა (2 მ-ის სიმაღლემდე) ფენაში ტემპერატურა სწრაფად კლებულობს. აქედან, $1,5$ კმ-ის სიმაღლემდე ტემპერატურული გრადიენტი $0,3$ - $0,4^{\circ}$ -ია; უფრო

მაღლა, 6 კმ-ის სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურა ყოველ 100 მ-ზე 0,5 - 0,6⁰-ით კლებულობს, ხოლო 10 კმ-ზე – 0,65 - 0,75⁰-ით მცირდება, მაშინ როცა კიდევ უფრო მაღლა – 12 კმ-ზე ჰაერის ვერტიკალური გრადიენტი 0,5 - 0,2⁰ შეადგენს.

ამავე დროს, არცთუ იშვიათად, ამა თუ იმ სიმაღლეზე ჰაერის ისეთი ფენის ჩამოყალიბებას აქვს ადგილი, სადაც ტემპერატურის შემცირება სიმაღლის ზრდასთან ერთად ან საერთოდ წყდება (იზოთერმული ფენა), ან უკუმოვლენას (ტემპერატურის ზრდას) აქვს (ინვერსიული ფენა) ადგილი. ინვერსიის (ლათ. Inversio – გადასმა), ანუ შებრუნებული მოვლენის ფენები დიდი მდგრადობით ხასიათდებიან და ამით ხელს უშლიან ატმოსფეროში აღმავალი ღინებების განვითარებას, რასაც ჰაერის გასუფთავებაში დაბრკოლების გამონევის უნარი გააჩნია. ინვერსიული ფენის ქვედა საზღვარს – ინვერსიის სიმაღლე, ფენის სისქეს – სიმძლავრე, ხოლო ტემპერატურის ნაზარდს – ინვერსიის სიდიდე ჰქვია.

განარჩევენ მინისპირა და თავისუფალ ატმოსფერულ ინვერსიებს. მინისპირა ინვერსიას ძირითადად უდაბნოებსა და (რადიაციულ) და რელიეფის (ოროგრაფიული) ხელშეწყობით აქვს ადგილი. ინვერსიულ მოვლენას აქვს ადგილი თბილი ჰაერის, ცივ ქვეფენილ ზედაპირზე, გავრცელების (თბილი ჰაერის ინვერსია) შემთხვევაში. გაბატონებულ, თოვლის დნობის გამო, სითბოს ხარჯვასთან დაკავშირებით, ჰაერის ინვერსიის წარმოშობას აქვს ადგილი. რაც შეეხება თავისუფალ ატმოსფერულ ინვერსიებს, განასხვავებენ: ხახუნის, დინამიკურ (ქარის ფენაში), ანტიციკლონურ (შეკუმშვის) და ფრონტალურ მოვლენებთან დაკავშირებულ ტემპერატურის სიმაღლითი გავრცელების შებრუნებულ პროცესებს.

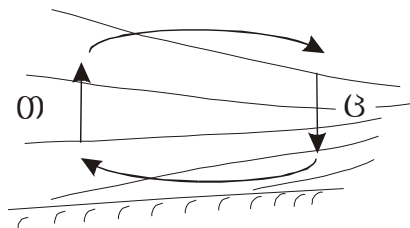
ატმოსფერული წნევა. ატმოსფერული ჰაერის წნევის შესახებ წარმოდგენა საყოველთაოდ აღიარებული გორიხელის ცდით დამტკიცდა. ცნობილია, რომ ჰაერს საკუთარი წონა გააჩნია. ასე, 1 მ³ მშრალი ჰაერი ზღვის დონეზე, 0⁰-ის დროს, 45⁰-იან პარალელზე 1,29305 კგ-ს იწონის. ამის გამო, ატმოსფერო დედამიწის ზედაპირს განსაკუთრებული სიდიდით აწევა და, შესაბამისად, წნევის ფორმირებას იწვევს. ჩვენ უკვე მიუთითებდით, რომ 1 მმ² განივკვეთის მქონე მილში (სვეტში) ვერცხლისწყალი 760 მმ-ის სიმაღლეზე აწონასწორებს ატმოსფეროს წნევას, რომელიც ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად თანდათანობით მცირდება. მას გეომეტრიული პროგრესიის შესაბამისი ცვლილების ხასიათი აქვს. ასე, მაგალითად, 5 კმ-ის სიმაღლეზე ატმოსფეროს წნევა 2-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ზღვის დონეზე. 10 კმ-ის სიმაღლეზე ასვლისას ატმოსფერული წნევა თითქმის 4-ჯერ ნაკლები მნიშვნელობისაა, 15 კმ-ის სიმაღლეზე – 8-ჯერ, ხოლო 20 კმ-ზე – 18-ჯერ ნაკლებია. ატმოსფეროში წნევა არა მარტო სიმაღლის მიხედვით იცვლება, არამედ ერთსა და იმავე ადგილზეც კი დროის მიხედვით მუდმივ ცვლილებას განიცდის. ამ მხრივ, დედამიწის ზედაპირზე მინიმალურ (686 მმ) და მაქსიმალურ (801 მმ) წნევებს შორის დიდი სხვაობაა (115 მმ) დაფიქსირებული.

სიმაღლის მიხედვით ატმოსფერული წნევის ცვლილებას ახასიათებენ ე. წ. ბარომეტრიული საფეხურის მეშვეობით. იგი წნევის 1 მილიბარით (1 მმ) შეცვლას შეესაბამება. ასე, დედამიწის

ზედაპირთან ბარომეტრული საფეხური 8 მ-ს შეადგენს. ამის მიხედვით, შესაძლებელია ადგილის სიმაღლის განსაზღვრა. ციკლოგრაფიაში ფართოდ მიღებული ადგილის აგეგმვის ერთ-ერთი სახე – ბარომეტრული ნივლოზა, სწორედ ბარომეტრული საფეხურის საფუძველს ემყარება.

მეტეოროლოგიურ პრაქტიკაში ფართოდ დანერგილია ნორმალური ატმოსფერული წნევის ცნება. ეს, ჰაერის ისეთი წნევაა, რომელიც 45° -იან პარალელზე, ნული გრადუსის გეოგრაფიკული დროს, 1 სმ^2 -ის ფართობზე 1,033 კგ-ით ახდენს დანაღვს. სწორედ, მას შეესაბამება ნორმალური ატმოსფერული წნევა, რომელიც ვერცხლისწყალს, 1 მმ^2 -ის განივკვეთის სვეტში, 760 მმ -ის სიმაღლეზე აწონასწორებს. იგი, 1013 ჰექტოპასკალის (ჰპ) ტოლია. ჰაერის წნევას აღნიშნული სვეტის მილიმეტრებშიც გამოსახავენ. ამჟამად, ჰაერის წნევის ერთეულად მილიბარებია მიღებული.

ატმოსფერული წნევის ძალად (1 მლნ. დნ/სმ^2) მიღებულია მისი სტანდარტული ერთეული, რომელსაც ვერცხლისწყლის სვეტის 750,1 მმ სიმაღლის წნევა შეესაბამება. მას ბარი ეწოდება, ხოლო მილიბარი ამ სიდიდის მათასედი ნაწილია. ძნელი არ არის იმის გამოთვლა, რომ ვერცხლისწყლის სვეტის 1 მმ -ის შესაბამისი წნევა 1,333 მბ-ის ტოლია, ანუ ნორმალური ატმოსფერული წნევა (760 მმ , 1013 ჰპ) შეესაბამება 1033 მბ-ს.



ნახ. V.9. ჰაერის ცირკულაციის სქემა

თ–თბილი ჰაერი, ც–ცივი ჰაერი.

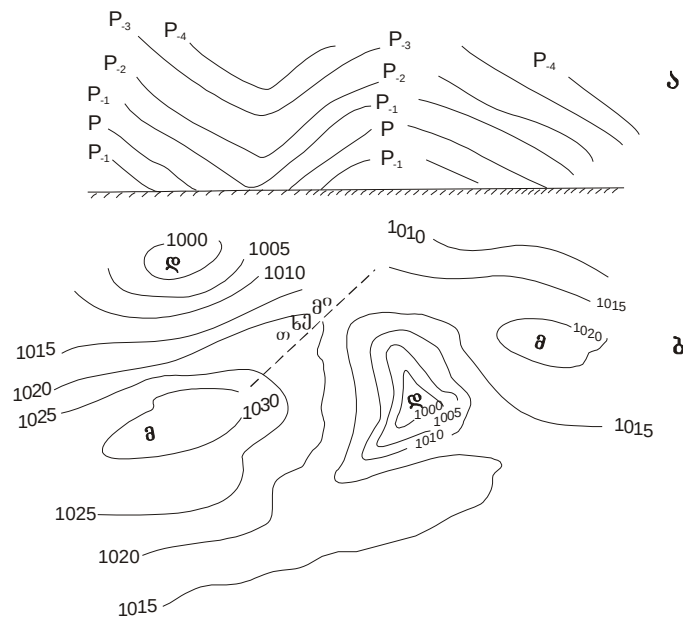
ატმოსფერული წნევის სივრცობრივი (ჰორიზონტალურ-სიმაღლებრივი მიმართულებებით) ცვლილების უმთავრესი მიზეზი დედამიწის ზედაპირის არათანაბარ გათბობა და, ამით გამოწვეული, ჰაერის (ნახ. V. 9) მოძრაობაა. ამ მხრივ, თუ წარმოვიდგენთ რაიმე სიმაღლეზე ერთგვაროვანი გეოგრაფიკული მქონე სივრცეს – ატმოსფერული წნევაც ყველგან თანაბარი იქნება. სიმაღლის ზრდასთან ერთად წნევის შემცირება ტოლ მანძილზე უნდა განხორციელდეს. შესაბამისად, ტოლი წნევების შემადგენელი ხაზები (იზობარული ზედაპირები) – ერთმანეთის პარალელურად განლაგდებიან. მაგრამ, თუ მარცხენა მხარე უფრო მეტად გათბება, ვიდრე მარჯვენა, მაშინ პირველი მათგანი გაფართოების გამო, სიმაღლეში მოიმატებს ანუ მაღლა აიწევს. ამასთან, თუკი ჰაერის ამ უბნებში ატმოსფერული წნევების შედარებისას გამოირკვეა, რომ მარცხენა მხარეს იგი უფრო მეტი აღმოჩნდება, რომელიც სიმაღლის ზრდასთან ერთად კიდევ უფრო შესამჩნევია გახდება. ამიტომ, ჰაერის წნევის განონასწორების მიზნით, იგი ჯერ ქვევიდან ზევით (აღმავალი მოძრაობა) აიწევს, ხოლო შემდეგ მარცხნიდან მარჯვნივ გადაადგილდება. ამდენად, სიმაღლეში ჰაერის წნევის ზრდით მიღწეული არათანაბრობის განონასწორების მიღწევა მისი დაღმავალი მოძრაობითაა გამოწვეული.

დაბლობს – ცივი ჰაერის გავრცელების არეალში, დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, იქმნება რა მაღალი წნევის ფრაგმენტი – ჰაერი მარცხნივ იწეებს გადაადგილებას.

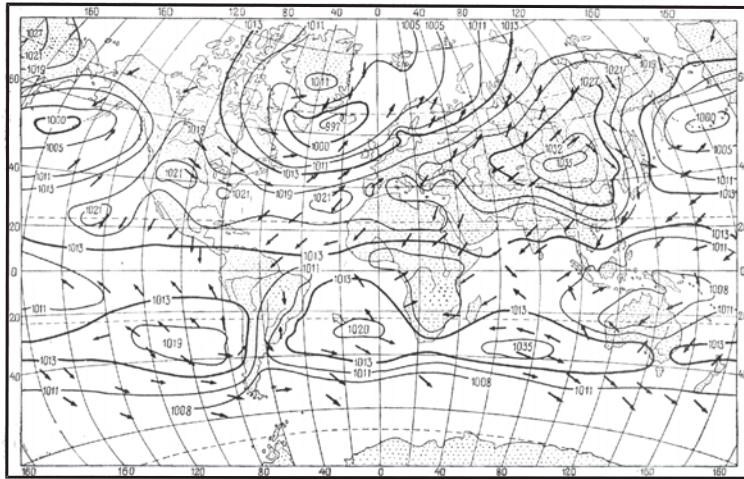
ამგვარად, ცივი და თბილი ჰაერის, ატმოსფერულ ცირკულაციაში, დინების ორი ტიპის არსებობა შეინიშნება: პორიზონტალური (ზედა და ქვედა) და ვერტიკალური (მარცხენა და მარჯვენა). ამავე დროს, ატმოსფერულ წნეგასა და ჰაერის მოძრაობას შორის ორმხრივი კავშირი არსებობს. წნევითა სხვაობის გარეშე არ იქნებოდა ჰაერის მოძრაობა, მაგრამ ჰაერის მოძრაობის გარეშე არც წნევითა სხვაობა წარმოიქმნებოდა.

ჰაერის წნევის ყველაზე მკვეთრი რყევები წელიწადის დროთა სეზონებს შორის შეინიშნება. ასე, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს კონტინენტურ არეალებზე, ზამთარში მაღალი წნევის არეები ყალიბდება, ხოლო ზაფხულში პირიქით – ყველგან დაბალი წნევაა ფორმირებული. ამავე დროს, ხმელეთი და წყლის ვრცელი აკვატორიის არაერთგვაროვანი გათბობა-გაცივების გამო, მათ ზედაპირზე ჰაერის მაღალი და დაბალი წნევის არეების მონაცვლეობას აქვს ადგილი.

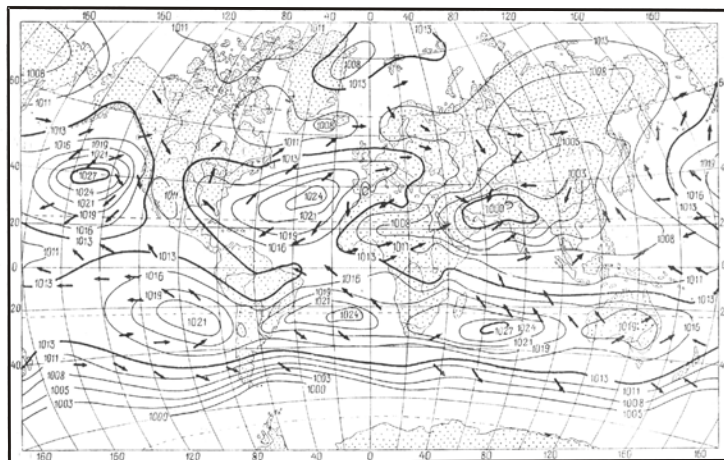
ჰაერის წნევა დღეღამურ ცვლილებებსაც განიცდის, რომელიც ტროპიკულ სარტყელში 3-4 მმ-ს, ხოლო პოლარულ მხარეებში ათეული მილიმეტრებით გამოისახება. ტროპოსფერო – მაღალი და დაბალი ატმოსფერული წნევის არეებისაგან შედგება. ერთგვაროვანი წნევის წერტილების შემაერთებელ ხაზებს იზობარულ ზედაპირებს, ანუ ატმოსფეროს ტოლი წნევების ზედაპირებს უწოდებენ. მაღალი ატმოსფერული წნევის არეში იზობარული ზედაპირები (ნახ. V. 10 ა) ამოხურებულია, ხოლო დაბალი წნევის პირობებში, პირიქით – ჩაზნექილია.



დედამიწის ზედაპირზე იზობარული ზედაპირები თანაბარი წნეგების შემადგენელი ხაზებს – იზობარებს (ნახ. V. 10 ბ) გამოსახავენ. იზობარები შეიძლება იყოს ჩაკეტილი და ღია (პარალელური). პირველ მათგანს ჰაერის წნეგის ყველაზე დაბალი ან მაღალი წერტილები შეესაბამება, ხოლო პარალელური იზობარები მათ შორის განლაგდებიან. ჩაკეტილი იზობარებით გამოსახულ დაბალი წნეგის არეს ბარიული მინიმუმი („ღ“), ხოლო მაღალი წნეგისას – ბარიული მაქსიმუმი („მ“) ჰქვია. იზობარების ჩაუკეცავი სისტემების მიერ შექმნილი განვლილი ხაზები დაბალი (ბარიული ღარგაფი) და მაღალი წნეგების (ბარიული თხემი) არეებს შეესაბამებათ. დედამიწის ზედაპირზე ჰაერის წნეგის განაწილების თავისებურებას იზობარების რუკებით (ნახ. V. 11 და V. 12) გამოსახავენ. იანვრისა და ივლისის იზობარების რუკების შედარების საფუძველზე ჩანს, რომ ჰაერის წნეგის წლიურ განაწილებას ნათლად გამოსახული ზონალური ხასიათი აქვს: თუკი ეკვატორულ ზოლში მუდმივი დაბალი წნეგის არე ფიქსირდება, ერთდროულად სუბტროპიკებში მაღალი წნეგაა ფორმირებული. ზომიერ განედებში მკაფიოდ ჩანს დაბალი წნეგის დიდი ფრაგმენტები, ხოლო პოლუსების ირგვლივ მთელი წლის განმავლობაში ჰაერის მაღალი წნეგაა შენარჩუნებული.

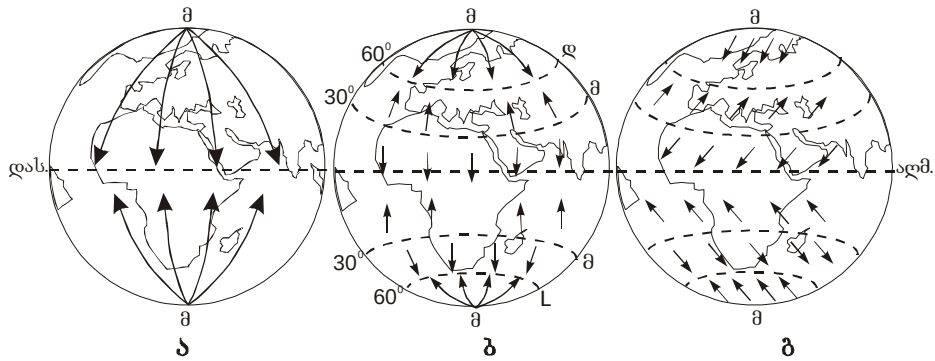


ნახ.V.11. იანვრის იზობარების რუკა (ისრები – გაბატონებულ ქარებს უჩვენებენ).



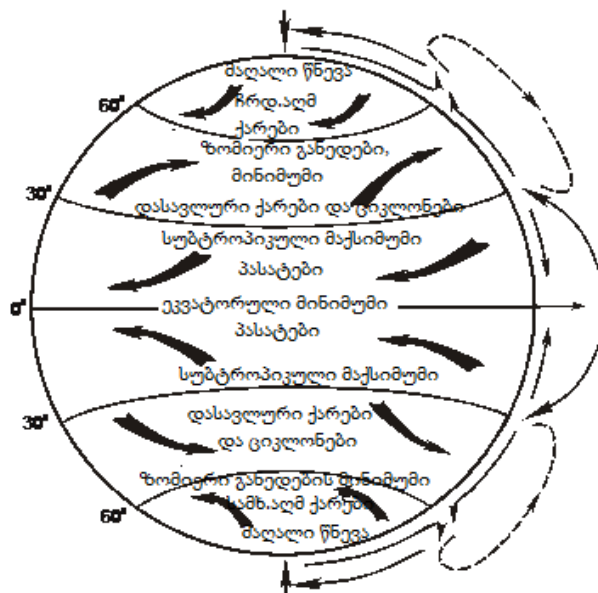
ნახ.V.12. ივლისის იზობარების რუკა (ისრები – გაბატონებულ ქარებს უჩვენებენ).

აღნიშნული სქემა დედამიწაზე ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის სურათის ფორმირებას განაპირობებს. ცხადია, რომ ეს სურათი დედამიწის რიგი გეოგრაფიული ფაქტორების გავლენით – მეტად რთული ხასიათისაა. სახელმძღვანელოს დანიშნულებისა და პროგრამის ხასიათის გათვალისწინებით, ამჟამად ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის მარტივი (ნახ. V. 13) სქემით შემოვიფარგლებით.



ნახ. V.13. ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის სქემა. მაღალი (მ) და დაბალი (L) წნევის არეების განლაგება.
ა - უმარტივესი სქემა; ბ - დედამიწის ბრუნვის გაუთვალისწინებლად; გ - დედამიწის ბრუნვის გათვალისწინებით.

ეკვატორულ ზოლში აღმაფალი ჰაერის ნაკადი სიმაღლეში ორ შტოდ (ნახ. V.13 ა) იყოფა. ერთი ჩრდილოეთ პოლუსისაკენ მიემართება, ხოლო მეორე – სამხრეთით გადაადგილდება. გზაში ჰაერი თანდათან ცივდება და ძირს ეშვება, სადაც მაღალი წნევის არეები ყალიბდება. მათ ჩრდილოეთი და სამხრეთი განედების 30°-იანი პარალელები შეესაბამებათ, სადაც მაღალი წნევის მუდმივი არეებია წარმოდგენილი.



ნახ. V. 13. ა. ატმოსფეროს წნევისა და ქარების განაწილება

პოლუსებიდან (მაღალი წნევის არე) ეკვატორისაკენ მოძრავი ჰაერი გზაში თბება და აღმავალ დენას იწყებს, რაც დაბალი წნევის არეების ჩამოყალიბებას იწვევს. მათ ზომიერი განედები შეესაბამებათ. ამდენად, დედამიწაზე ოთხი მაღალი (პოლუსებზე და ტროპიკებზე) და სამი დაბალი (ეკვატორზე და პოლარულ წრეებზე) წნევის არეები ყალიბდება. შესაბამისად, ჰაერის გადაადგილებას პოლარული განედებისაკენ ორი მხრიდან (პოლუსებიდან და ტროპიკებიდან) აქვს (ნახ. V.13) ადგილი, ხოლო ეკვატორისაკენ ჰაერის შემოსვლა ასევე ორი მხრიდან – ჩრდილოეთი და სამხრეთი ტროპიკებიდან სრულდება. მოგანილი სურათი მეტად მარტივია, რომელიც სინამდვილეში მხოლოდ უძრავი დედამიწისათვისაა შესაძლებელი. მაგრამ, მბრუნავ დედამიწაზე (ნახ. V. 13. ა და გ) მოქმედებს რა გადამხრელი კორიოლისის (თავი III) ძალა – ჰაერის ნაკადი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში გადაიხრება მარჯვნივ, ხოლო მოპირდაპირე მხარეს – სამხრეთისაკენ მიმართულებით.

ატმოსფერული წნევის მუდმივი არეების არსებობა დედამიწის ქვეყნებზე ზედაპირზე ჰაერის გაბატონებულ მოძრაობებს, ანუ მუდმივი ქარების წარმოშობას განაპირობებს. მუდმივ ქარებს მიეკუთვნება პასატები და დასავლური ქარები. პასატები ქრიან ტროპიკებიდან ეკვატორისაკენ. ამავე დროს, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, დედამიწის ბრუნვის გამო, ისინი ჩრდილო-დასავლურ მიმართულებას იკავებენ, ანუ გადაიხრებიან (თავი III) მარჯვნივ. იგივე ქარები, სამხრეთ ნახევარსფეროში პირიქით – სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, ანუ მარცხნივ გადაიხრებიან. დედამიწის ზომიერ განედებში ჰაერის დასავლური მუდმივი გადატანის სურათი ყალიბდება, ხოლო პოლარულ მხარეებში, პირიქით – აღმოსავლური მიმართულების ჰაერის დინებებს აქვს ადგილი.

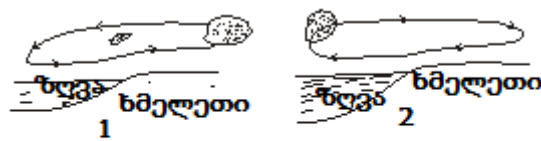
დედამიწის განსაკუთრებულ არეალებში ჰაერის ცირკულაცია განსაზღვრულია რა ხმელეთისა და ზღვის არაერთგვაროვანი გათბობა-გაცივების სივრცე-დროითი რეჟიმით, ადგილი აქვს სეზონური ქარების – მუსონების ჩამოყალიბებას, რომლებიც წლის განმავლობაში ორჯერ იცვლიან მიმართულებას. ზაფხულში ქრიან ოკეანიდან ხმელეთისაკენ, ხოლო ზამთარში – ხმელეთიდან ოკეანისაკენ. ამის მიზეზია, ზაფხულობით ხმელეთის უფრო სწრაფი გათბობა (ოკეანესთან შედარებით) და აქ, დაბალი წნევის არეალის ფორმირება. ზამთარში კი, პირიქით – იგივე ხმელეთი სწრაფად ცივდება და მაღალი წნევის არე ჩნდება. მუსონები კარგადაა გამოხატული აზიის სამხრეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროებზე.

ატმოსფერული ჰაერის ცირკულაციაზე დიდ გავლენას ახდენს ადგილობრივი ფაქტორები – ზღვები და ტბები, მყინვარები და ჭაობები, მთები და ვაკეები. ისინი აყალიბებენ ჰაერის ადგილობრივ ცირკულაციას, რაც ადგილობრივი წარმოშობის ქარების ფორმირებაში გამოიხატება.

სინოპტიკური პროცესების ძირითადი წილი ჰაერის დასავლურ შემოჭრებზე მოდის, თუმცა, იგი რამდენადმე ირღვევა ქვეყნული ზედაპირის მოქმედებით, რაც ქართა სისტემის საკმაოდ რთულ რეჟიმს განაპირობებს. ქვეყნული ზედაპირის არაერთგვაროვნების გამო ადგილი აქვს ჰაერის მოძრაობის მეზომასშტაბური პროცესის ფორმირებას, რომლის ჰორიზონტალური მდგენელი

ათეული მეტრიდან ასეულ კილომეტრამდე დიაპაზონში იცვლება. ამგვარი გზით წარმოქმნილი ცირკულაცია ადგილობრივი ქარების წარმოშობას იწვევს. მათი ორი ტიპია ცნობილი: თერმული (ბრიზი, მთა-ხეობური, მცინვარული) და მექანიკური (ფიონი, ბორა და სხვ) ქარები.

თერმული ქარების წარმოშობა დაკავშირებულია ქვეფენილი ზედაპირის სხვადასხვა უბნების რადიაციული და სითბური თვისებების არაერთგვაროვნებასთან, რომლის შედეგად, მათი ტემპერატურათა სხვადასხვაობა ხელს უწყობს ბარიული გრადიენტის ფორმირებასა და, შესაბამისად, ქართა სისტემის ჩამოყალიბებას. ქარების მეორე ტიპის ფორმირება ადგილობრივ პირობებთანაა (მთები, მალელობები, ქედები, ტყეები) დაკავშირებული.



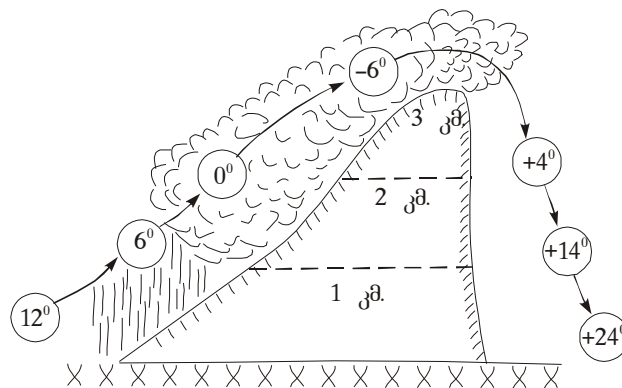
ნახ. V. 14. ბრიზული ცირკულაცია
1. დღე; 2 ღამე

ბრიზები ზღვისა და ოკეანეების სანაპიროებზეა (ნახ. V.14) გავრცელებული. ისინი დღე-ღამის განმავლობაში ორჯერ იცვლიან მიმართულებას, რაც წყლისა და ხმელეთის არათანაბარ გათბობა-გაცივებასთანაა დაკავშირებული. რადგან დღის საათებში ხმელეთი უფრო სწრაფად თბება, ვიდრე ზღვის ან ოკეანის წყალი – ხმელეთზე ატმოსფერული წნევა სწრაფად ეცემა. ზღვის ზედაპირზე კი სანაპირომდე სურათი იქმნება. წყლის ტემპერატურა უცვლელი რჩება და წნევაც შედარებით უფრო მეტ მნიშვნელობას აღწევს. ცხადია, რომ ჰაერის ქვედა ფენებში ბარიული გრადიენტი ზღვიდან ხმელეთისაკენაა მიმართული, ხოლო ზედა ფენაში პირიქით – ხმელეთიდან ზღვისაკენ. ამდენად, მყარდება ჰაერის ჩაკეტილი ცირკულაცია, ანუ ბრიზი. ღამით ხმელეთი ზღვასთან შედარებით უფრო ცივდება. ამიტომ, წნევაც მაგულობს და სანაპირომდე ცირკულაციას აქვს ადგილი: ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ქარი ხმელეთიდან ზღვისაკენაა მიმართული, ზედა ფენებში კი პირიქით – ზღვიდან ხმელეთისაკენ. დღის განმავლობაში ბრიზი ხმელეთზე ღრმად ვრცელდება. გროპიკულ არეალებში, იგი 200-დან 400-მდე კმ-ის სიღრმეში შემოდის; საქართველოს შავი ზღვისპირა (აქ ბრიზების განმეორადობა 70-80 % შეადგენს. კოლხეთის ვრცელ ვაკეზე ის 15-20 კმ-ს აღწევს, თუმცა ზოგჯერ ბრიზი ზესტაფონამდეც ვრცელდება. ბალტიის ზღვის პირას – ტალინის მახლობლად ბრიზი, მხოლოდ 20 კმ-ის სიღრმეში იჭრება. ბრიზის ხმელეთში შემოსვლა ცივი ფრონტის გავლას წააგავს, მისი გავლენით ტემპერატურის დაცემა ხშირად 5-8-ს აღწევს.

მთა-ხეობური ქარი ხეობის ფერდობსა და თავისუფალ ატმოსფეროს ერთსა და იმავე სიმაღლეზე ჰაერის არათანაბარი გათბობა-გაცივების შედეგია. დღისით, მთის ფერდობი და მიმდებარე ჰაერის ფენები უფრო მეტად თბება, ვიდრე ხეობის ზემოთ, იმავე სიმაღლეზე მყოფი თავისუფალი ატმოსფერული ფენები. ამიტომ, ბარიული გრადიენტი, ამ შემთხვევაში მიმართულია ხეობიდან ფერდობისაკენ. მაღლა კი ჰაერი სანაპირომდე მხარეს – ფერდობიდან ხეობისაკენ ქრის. ბრიზების მსგავსად, ეს ქარები დღეღამური პერიოდულობით ხასიათდება. მთა-ხეობური

ქარები საკმაოდ გავრცელებული მოვლენაა. იგი კარგადაა ცნობილი დედამიწის ყველა მთიანეთებში და, მათ შორის, კავკასიაშიც. საქართველოში მთა-ხეობური ქარი ქრის ყველგან, სადაც მთის ხეობები მიმდებარე ვაკეზე, ან ზღვისპირეთზე უეცრად გამოდის.

მთიან ქვეყნებში, მცინვარულ ფარგმენტებზე, ჰაერის წნევის ჰორიზონტალური გრადიენტი დღე-ღამის განმავლობაში მცინვარისავენაა მიმართული. ქარიც, იმავე მიმართულებისა. მას მცინვარულ ქარს უწოდებენ. მექანიკური წარმოშობი-საა (ნახ. V. 15) ქარი – ფიონი. იგი ჰაერის მასების მიერ მაღალი მთებისა და ქედების გადალახვის, ან მთიანეთების ანტიციკლონებიდან დაშვებული და ფერდობზე გაშლილი, დაღმავალი ჰაერის გაშლის შედეგია. ფიონები ხშირია დასავლეთ საქართველოში. ასე, მაგალითად, ქუთაისსა და წყალტუბოში მათი წლიური განმეორადობა 100-120 შემთხვევას შეადგენს. ფიონების სიჩქარე საკმაოდ მაღალია და 20 მ/წმ აღწევს. ფიონი – ჰაერის ტენიანობის შემცირებას, სისუფთავისა და ხილვადობის ზრდას იწვევს. ზოგჯერ, მექანიკური წარმოშობის ქარების გაძლიერებაში დიდ როლს ასრულებს სიმძიმის ძალა. ეს ეხება ადგილობრივ ქარს – ბორას, რომელიც ცივი და შტორმისებური ბუნებისაა. ბორა, უმთავრესად ზამთარში წარმოიქმნება, როდესაც ცივ ხმელეთზე განლაგებულია ანტიციკლონი, ხოლო შედარებით თბილი ოკეანის თავზე – ციკლონი. ტიპური ბორას ხშირი განმეორება კავკასიონის შავი ზღვისპირეთის ერთ-ერთ უბანზე – ნოვოროსიისკის მიდამოებში აქვს ადგილი.



ნახ. V.15. ფიონური ცირკულაცია.

ცივ სეზონში ზღვის აკვატორიაზე დაბალი, ხოლო მიმდებარე ხმელეთზე, რომელსაც ზღვისაგან მაღალი ქედი გამოყოფს, საკმაოდ მაღალი ატმოსფერული წნევა ფიქსირდება. 500-600 მ-ის ქედის თხემიდან -25°C-ის ტემპერატურის მქონე ჰაერი ზღვის მიქცეულ ქედის ფერდობზე ძირს სწრაფად ეშვება და მხოლოდ 5-6°C-ით თბება. ამდენად, ზღვის დონეზე ჰაერის ტემპერატურა -20°C-ის ფარგლებშია. ნოვოროსიისკის ბორას უზარმაზარი სიჩქარე (20-25-დან 40-მდე მ/წმ) ახასიათებს. იგი, როგორც წესი, ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართულებისაა და როგორც ზღვის აკვატორიის, ისე მიმდებარე სანაპირო ზოლის ფართო ფარგმენტს იკავებს. ცივი და ძლიერი ქარი, თავის დამანგრეველ მოქმედებასთან ერთად, იწვევს ზღვის წყლის შხეფებისა და მთელი აკვატორიის გაყინვას. ყინული, ზოგჯერ 2-4 მ-ის სისქესაც კი აღწევს. იგი ამოქოლავს ხოლმე ქუჩების მიწებს,

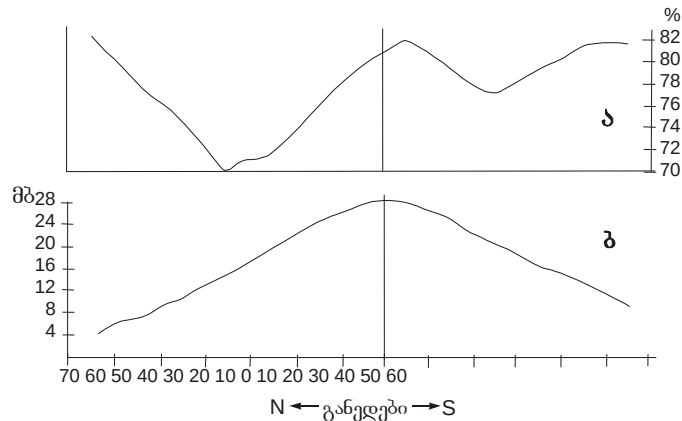
საცხოვრისების კარ-ფანჯრებს, სქელი ყინული ედება გემების კორპუსებს, თავისი სიმძიმით ანგრევს სატელეფონო და ელექტროგადამცემ ბოძებს, ახდენს გადამცემი ხაზების დაზიანებას. ბორა 1-3 დღე-ღამეს გრძელდება.

ატმოსფერული ტენი ერთ-ერთი მთავარი და მუდმივი შემადგენელი კომპონენტია. იგი ატმოსფეროში შემოდის დედამიწის ზედაპირიდან (ოკეანეები, ზღვები, ტბები, ჭაობები, მყინვარები, ნიადაგები, მცენარეულობა) აორთქლების გზით. წყალი ატმოსფეროში სამ – თხევად (წყლის წვეთები), მყარ (ყინულის კრისტალები) და აირად (წყლის ორთქლი) აგრეგატულ მდგომარეობაში იმყოფება. ატმოსფერული ჰაერი წყალს ორთქლის სახით შეიცავს. მისი მთავარი მასა ატმოსფეროს ქვედა ფენაში იმყოფება. ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობა დამოკიდებულია რა მის ტემპერატურაზე, 0,01-დან 4 %-მდე მერყეობს. ატმოსფეროს ტენშემცველობის საშუალო სიდიდე 12900 კმ³ შეადგენს.

ატმოსფეროში ტენის შემცველობა გეოგრაფიული ზონალობის ნიშნების მაგარებელია. ჰაერის ტენიანობის ძირითადი მაჩვენებლებია აბსოლუტური და შეფარდებითი სინოტივე. გავიხსენოთ, რომ აბსოლუტური სინოტივე, ანუ ატმოსფერული ტენის ფაქტობრივი რაოდენობა, რომელიც მოცემულ მომენტში ჰაერში იმყოფება – გამოისახება წყლის ორთქლის წონის (გრამი) შეფარდებით ჰაერის მოცულობით (მ³) ერთეულთან. მას გამოისახავენ წნევის ერთეულებში (ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებში, ან მილიბარებში), რომლებიც მოცემულ წყლის ორთქლის რაოდენობის დრეკადობას აწინასწარებს. რაც შეეხება შეფარდებით სინოტივეს, ანუ ჰაერის წყლის ორთქლით გაჯერების ხარისხს, იგი გამოისახება პროცენტებში და გამოხატავს მოცემულ ტემპერატურაზე ჰაერში ფაქტიურად არსებული ორთქლისა და, იმავე ტემპერატურის დროს, ჰაერის გაჯერებისათვის საჭირო ორთქლის დრეკადობის მაჩვენებლების შეფარდებას.

ჰაერის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, მისი გაჯერებისათვის, უფრო მეტი წყლის ორთქლია საჭირო. ამავე დროს, ინტენსიური აორთქლების გამო, ორთქლის აბსოლუტური შემცველობაც განუხრელად იზრდება. ჰაერის ტემპერატურასა და ორთქლის შეფარდებითი სინოტივეს შორის უკუდამოკიდებულება შეიმჩნევა: ტემპერატურის ზრდით შეფარდებითი სინოტივე კლებულობს, და პირიქით. ამის გარდა, ჰაერის სინოტივის გეოგრაფიულ განაწილებაზე დიდ გავლენას მისი ზედაპირის ხასიათი ახდენს. სწორედ, ქვეფენილი ზედაპირია ტენის გაჩენის წყარო, ის განსაზღვრავს ატმოსფეროს ცირკულაციის ნიშნებს, რომლებიც განაპირობებენ ტენის გადატანისა და ჰაერის გაჯერების ხარისხის ცვლილებებს.

დედამიწაზე ტემპერატურის განაწილების კანონზომიერებაზე დაყრდნობით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ აბსოლუტური სინოტივისა და ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური სიდიდეების მრუდები ერთმანეთის ანალოგიურად უნდა განლაგდნენ. როგორც ჩანს (ნახ. VII. 16. ბ), აბსოლუტური სინოტივის უმაღლესი მნიშვნელობები ცხელ კლიმატურ სარტყელშია გავრცელებული და აქედან, პოლარული მხარეებისაკენ, თანდათანობით კლებულობს.



ნახ. V.16. შეფარდებითი (ა) და აბსოლუტური (ბ) ტენიანობის საშუალო წლიური სიდიდეების განაწილება განედების მიხედვით.

შეფარდებითი სინოტივის გავრცელება რამდენადმე რთული (ნახ. V. 16.ა) ხასიათისაა პოლარულ არეალებში იგი მაღალია, რაც დაბალი ტემპერატურითაა შეპირობებული. ასევე, ეკვატორიულისპირა ზოლში შეფარდებითი სინოტივის მაღალი მნიშვნელობა დიდი აბსოლუტური ტენიანობითაა განსაზღვრული. ყველაზე დაბალი შეფარდებითი სინოტივე სუბტროპიკულ განედებს შეესაბამება, რაც ამ განედებში მაღალი წნევისა და ჰაერის (პასატების) დაღმავალი მოძრაობის გაბატონებას უკავშირდება, რამდენადაც ჰაერის დაღმავალი მოძრაობა მის ადიაბატურ გათბობას იწვევს. ამავე დროს, პასატების გადაადგილებაც უფრო ცივი ადგილებიდან თბილისაკენაა მიმართული. შესაბამისად, ორივე შემთხვევაში თავდაპირველად გაჩერებული ჰაერი კარგავს თავის პირვანდელ მდგომარეობას და შეფარდებითი სინოტივეც ეცემა.

ჰაერის ტენიანობის დროითი რყევა ისეთივე კანონზომიერებას ექვემდებარება, როგორც მისი სივრცობრივი ცვლილება. აბსოლუტური სინოტივის წლიური მაქსიმუმები ყველაზე თბილ სეზონებს მიესადაგება, ხოლო მისი მინიმუმები ზამთრის თვეებშია დაფიქსირებული. რაც შეეხება შეფარდებითი სინოტივის წლიურ მსვლელობას, მას სრულიად სანინააღმდეგო სურათი შეესაბამება: მაქსიმუმი – ცივ სეზონში, ხოლო მინიმუმი – წლის თბილ თვეებშია დამახასიათებელი. ამ გარემოებიდან გამომდინარე, შეიძლება ხაზი გაესვას ატმოსფეროს მდგომარეობის როლს როგორც სითბოს, ისე სინოტივის შიდაწლიური განაწილების საკმეში.

მოღრუბლულობა და მისი როლი. წყლის ორთქლით ჰაერის გაჯერება ბუნებაში მხოლოდ ერთი გზით (ტემპერატურის დანევით) მიმდინარეობს. ჰაერის ტემპერატურის დანევისა და შესაბამისად, წყლის ორთქლის კონდენსაციას (ან სუბლიმაციას) შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მაშინ, როცა ჰაერი ცივ ზედაპირს შეეხება, ან გაცივდება გამოსხივების გამო, ან ერთმანეთში აირევა არათანაბარი ტემპერატურის ჰაერი, ან კიდევ ჰაერი გაფართოვდება (ადიაბატური პროცესი) მისი აღმავალი მოძრაობის მსვლელობაში. ამ უკანასკნელის დიდი ეფექტურობა გამოვლინდება ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის (კრისტალიზაციის) დროს ან, რაც იგივეა, ატმოსფერული ნალექების წარმოშობის მიმდინარეობაში. ცხადია, რომ ჰაერის აღმავალ

მოძრაობას თან ახლავს ადიაბატური გაცივება, რასაც მიჰყავს გაცივების, ხოლო შემდეგ გადამტენობის მდგომარეობამდე.

წყლის ორთქლის კონდენსაციის ან კრისტალიზაციის შედეგად ატმოსფეროში ადგილი აქვს წილის ან ღრუბლების ფორმირებას. ისინი შეიძლება გაჩნდეს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში. მათი შემადგენელი წყლის წვეთების დიამეტრი თავიდანვე 0,005-0,05 მმ-ის ტოლია, ხოლო ძლიერი განვითარების მომენტში 0,5-5,0 მმ-საც კი შეიძლება მიაღწიოს. ღრუბლიანობა ხასიათდება ღრუბელთა რაოდენობით, ფორმით, სიმაღლით დედამიწის ზედაპირიდან, მოძრაობის მიმართულებითა და სიჩქარით. ღრუბლიანობის შეფასება 10-ბალიანი სკალით ხდება, რომელსაც ცის თაღის დაფარულობის ხარისხის მიხედვით საზღვრავს: უღრუბლო ცის ნული ბალი შეესაბამება, ხოლო სრულ მოღრუბლულობას 10-ანით აღნიშნავენ.

ყველაზე ღრუბლიანია ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს ატლანტისა და წყნარი ოკეანეების ჩრდილოეთი ნაწილები, სადაც საშუალო წლიური ღრუბლიანობა 8 ბალს აღემატება. საქართველოში საშუალო ღრუბლიანობა 6 ბალია. წლის თბილ სეზონში ვერტიკალური ღრუბლებია დამახასიათებელი, ხოლო ცივი პერიოდი – ფენა ღრუბლების გავრცელების დროა. თბილისში მოღრუბლულობის მაქსიმუმი (6-7 ბალი) მარტის თვეში, ხოლო მინიმუმი (4,4 ბალი) აგვისტოშია დაფიქსირებული.

ღრუბლები – თავისი ფორმის, გავრცელების, სიჩქარისა და სიმაღლის მიხედვით საკმაოდ მრავალფეროვანია. მაგრამ, მათ ორი უმთავრესი ნიშნის (ცხრილი V. 3) მიხედვით (სიმაღლე და ფორმა) აჯგუფებენ. სიმაღლის მიხედვით სამ იარუსს გამოყოფენ: ზედა იარუსის ღრუბლები 6 კმ-ზე უფრო მაღლაა გავრცელებული; საშუალო იარუსის - 2-6 კმ-ის სიმაღლის დიაპაზონში გვხვდება; ქვედა იარუსის ღრუბლები დედამიწის ზედაპირიდან 2 კმ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება. ცალკე გამოყოფენ ვერტიკალური განვითარების ღრუბლებს, რომლებიც დიდი სიმაღლით (სისქით) ხასიათდება. მათი ძირი (ფუძე) მოქცეულია ქვედა იარუსში, ხოლო მწვერვალი – ზედა იარუსის ფარგლებში ვრცელდება. ფორმის მიხედვით ღრუბელთა განაწილება იარუსების შესაბამისადაა წარმოდგენილი.

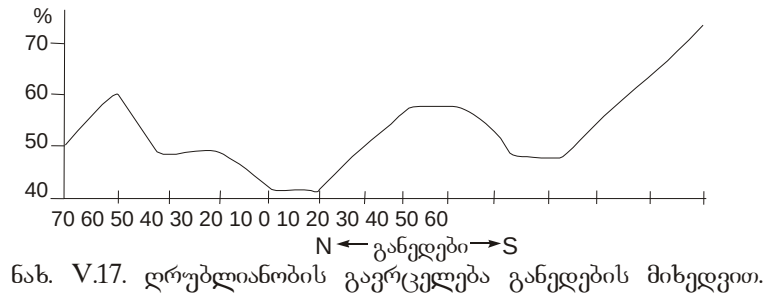
ცხრილი V. 3.

ღრუბელთა საერთაშორისო კლასიფიკაცია

იარუსები	ზედა	საშუალო	ქვედა	ვერტიკალური
ფორმები	1. ფრთა 2. ფრთა-გროვა 3. ფრთა-ფენა	1. მაღალი-გროვა 2. მაღალი-ფენა	1. ფენა-გროვა 2. ფენა 3. ფენა-წვიმის	1. გროვა 2. გროვა-წვიმის

ღრუბელთა იარუსიანობა მათ შემადგენლობაში წყლის ორთქლის სხვადასხვა ფაზურ მდგომარეობას განაპირობებს. ზედა იარუსის ღრუბლები უფრო მეტად ყინულის კრისტალებს შეიცავს. შუა იარუსის ღრუბლები კი წყლის გადამტენივებულ წვეთებისა და ყინულის

კრისტალებისაგან შედგება. ქვედა იარუსში ღრუბლები წყლის წვეთებსა და ორთქლს შეიცავს. რაც შეეხება ვერტიკალური განვითარების ღრუბლებს – მათი შემადგენლობა ამა თუ იმ იარუსის თავისებურებითაა განპირობებული.



მოღრუბლულობა მკვეთრად გამოხატული ზონალურობით ხასიათდება. როგორც ჩანს (ნახ. V. 17), ღრუბლიანობის მინიმუმი ჰაერის დაბალი დინებების (გროპიკები), ან ცივიდან თბილი ადგილებისაკენ მეროლავი ქარების (პასატები) გავრცელების არეალებს შეესაბამება. ღრუბლიანობის მაღალი სიდიდეები კი ჰაერის ადგილობრივი მოძრაობისა (ეკვატორი) და თბილიდან ცივი ადგილებისაკენ მოძრავი ჰაერის მასების გავრცელების ფრაგმენტებს მოიცავს. ამდენად, დედამიწაზე შესაძლებელია ღრუბლიანობის „სარტყლების“ გამოყოფა.

1. ეკვატორული ღრუბლიანი (55-60 %) სარტყელი;
- 2-3. დაბალი განედების (20-30°) საშუალო ღრუბლიანობის (40-45 %) ორი სარტყელი;
- 4-3. ზომიერი და ცივი განედების მაღალი ღრუბლიანობის (65-70 %) ორი სარტყელი.

რაც შეეხება ღრუბელთა ფორმების გეოგრაფიულ განაწილებას – იგი შემდეგი უმარტივესი სქემის მიხედვით შეიძლება წარმოვიდგინოთ: ეკვატორულ ზოლში მძლავრი კონვექციის (ადგილობრივი ჰაერი) შედეგად ვერტიკალური განვითარების ღრუბლებია წარმოდგენილი; ზომიერ განედებში ზაფხულობით კონვექციური, ხოლო ცივ სეზონში – ფენა ღრუბლების ნაირსახეობების გავრცელებას აქვს ადგილი; მაღალ განედებში მხოლოდ ფენა ღრუბლების ფორმირება შეიმჩნევა.

მოგანილი ფაქტებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოღრუბლულობის გეოგრაფიული განაწილება, ექვემდებარება რა ტემპერატურის გავრცელების გეოგრაფიულ (ზონალურ) კანონზომიერებას – ფიზიკური პროცესების (აორთქლება, კონდენსაცია, ჰაერის მასების გადაადგილება) კონტროლის ქვეშაა მოქცეული. ამავე დროს, თავის მხრივ, მოღრუბლულობა გავლენას ახდენს ადგილის ტემპერატურულ რეჟიმზე, ცვლის გეოგრაფიული გარსის საკუთარ იერსახეს. ასე, საჰარის საშუალო წლიური ტემპერატურა რამდენადმე მაღალია ეკვატორთან შედარებით, რადგან უდაბნოს თავზე მოღრუბლულობის მაჩვენებელი მხოლოდ 24 %-ს, ხოლო ეკვატორზე – 55 %-ს აღწევს.

ღრუბლიანობა განაპირობებს დედამიწის ზედაპირზე მზის რადიაციის შემოსვლის ინტენსივობას. თუმცა, ამავე დროს, ღრუბელი ხელს უშლის სითბოს გასვლასაც. დედამიწის მოღრუბლულობის საშუალო სიდიდე 54 %-ია, რაც მის საშუალო ტემპერატურასთან (+150) არის განონასწორებული. თუკი დედამიწის საშუალო მოღრუბლულობა 40 %-ით იქნებოდა განსაზღვრული, მაშინ ჰაერის ტემპერატურა 9⁰-ით უფრო მეტ მნიშვნელობას მიიღებდა. ღრუბლიანობის 60 %-მდე გაზრდის შემთხვევაში, ჰაერის ტემპერატურა 8⁰-ით დაიკლებდა და მხოლოდ 6⁰ გახდებოდა. ამავე დროს, ჰაერის ტემპერატურას განაპირობებს არა მარტო მოღრუბლულობის საშუალო სიდიდე, არამედ მისი სტრუქტურული ასპექტები. კერძოდ, ღრუბელთა სივრცობრივი განაწილება, მათი განედური კონცენტრაცია, ვერტიკალური არათანაბრობა და სხვ. აღმოჩნდა, რომ მაღალ განედებზე ღრუბელთა მეტი კონცენტრაცია დიდი სითბური ენერგიის მოზღვავენ განაპირობებს. ეს უბრალოდ აიხსნება. აკი, ატმოსფეროს ზედა ფენებში, ეკვატორის თავზე, მზის რადიაცია ორჯერ მეტი შემოდის, ვიდრე პოლარულ მხარეში. შესაბამისად, დაბალი განედების ღრუბლები, ამავე სიდიდით, მეტ სითბოს არეკვლავენ ზომიერ განედებთან შედარებით.

აქედან გამომდინარე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმის ჩამოყალიბებაზე, სხვა ბუნებრივ ფაქტორებთან ერთად, დიდ გავლენას ღრუბელთა სეზონური განაწილებაც ახდენს. ასე, მაგალითად, ზამთრის ღრუბლიანობის უფრო დიდი მაჩვენებლის არეალში, საშუალო წლიური ტემპერატურა შედარებით მაღალი სიდიდეებით ხასიათდება, ვიდრე იმ განედის ფრაგმენტებზე, სადაც სეზონური მოღრუბლულობის რეჟიმი სანინალმდეგო ხასიათისაა.

ატმოსფერული ნალექები. ატმოსფერული ტენის კონდენსაციისა ან სუბლიმაციის შედეგად დედამიწის ზედაპირზე მოსული ტენი – წვიმის, თოვლის, სეცვის, ნამის, თრთვილის, ჭირხლისა და სხვ. სახით ატმოსფერული ნალექების სახელწოდებითაა ცნობილი. ჰაერში წყლის ორთქლის კონდენსაციისა ან სუბლიმაციისათვის საკმარისი არ არის მისი მხოლოდ ორთქლით გაჯერება, რაც იგივეა – ტემპერატურის დაცემა, არამედ აუცილებელ პირობას კონდენსაციის ბირთვების ანუ აეროზოლის არსებობა წარმოადგენს. ამავე დროს, ნალექების მოსვლის ძირითადი მიზეზი ღრუბლის ნაწილაკების ზრდაა, რომელსაც ადგილი აქვს კონდენსაციის (სუბლიმაციის) პროცესებისა და ღრუბლის ნაწილაკების ურთიერთშერწყმის დროს. მსხვილი წყლის ან ყინულის მძიმე ნაწილაკები, გრავიტაციის გავლენით, გადალახავენ რა ჰაერის ხახუნის ძალასა და აღმაგალი დენების წინააღმდეგობას – დედამიწის ზედაპირზე ატმოსფერული ნალექების სახით გვევლინებიან.

ატმოსფერული ნალექების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს მათი გარეგნული სახე (მორფოლოგია), წარმოშობის ფიზიკური პირობები და მოსვლის ხასიათი. მორფოლოგიური თვალსაზრისით ნალექების სახეებია: *წვიმა* – თხევადი ნალექი, რომლის წვეთის დიამეტრი 0,25-4,0 მმ-ის დიაპაზონში მერყეობს; *თოვლი* – რთული აგებულების კრისტალია, რომელთა რადიუსი 4-5 მმ-ს აღწევს; *ჟინჯილი* – თხევადი ნალექი, რომლის წვეთების დიამეტრი 0,5 მმ-ზე ნაკლებია; *ხორხოშელა* – მყარი და თეთრი, გაუმჭვირვალე ყინულის ბურთულა, რომლის დიამეტრი 2-5 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს; *სეცვა* – ყინულოვანი აგებულებისა და სფეროსებური ფორმის მყარი

ბურთულეობა, რომელთა დიამეტრი 10-50 მმ-ის, ზოგჯერ 70 მმ-ის სიდიდეს აღწევს. წარმოშობის მიხედვით ატმოსფერულ ნალექებს სამ გიზად ყოფენ: *ორგანოგენი* ნალექების წარმოშობა დაკავშირებულია მთის ფერდობებზე ჰაერის აღმავალ მოძრაობასთან; *კონვექციური* ნალექების ფორმირება, დედამიწის ზედაპირისა და წყალსატევების გათბობის გამო, ჰაერის ინტენსიური აღმავალი ღინების არსებობითაა შეპირობებული; *ფრონტალური* ნალექები წარმოიქმნება მაშინ, როცა თბილი ჰაერი დამრეცი კუთხით ცივი ჰაერის ზედაპირზე თანდათანობით აღმავალ მოძრაობას განიცდის.

ატმოსფერულ ნალექებს მოსვლის ხასიათის მიხედვით ყოფენ: *გაბჭული* ნალექები ხანგრძლივი და ერთნაირი ინტენსივობისაა და, როგორც წესი, ძალიან დიდ არეალს მოიცავს; *თავესხმა* ნალექების ინტენსივობა საკმაოდ დიდია, მოსვლის ხანგრძლივობა კი – მცირე; *ქინჟღელა* – ნალექების წვეთები მინიმალურად მცირეა. ნალექების უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელი სიდიდე – რაოდენობაა, რომელიც წარმოადგენს წყლის ფენის სისქეს (მმ-ში), მიღებულს წვიმისა და სხვა ნალექების შედეგად ჰორიზონტალურ ზედაპირზე აორთქლების, ჩაჟონვისა და გადინების გარეშე.

ჰაერის ტემპერატურისა და ტენის შემცველობის, მოლრუბულობისა და სხვა ფაქტორების არაერთგვაროვანი განაწილების ასპექტზე დაყრდნობით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ატმოსფერული ნალექები კანონზომიერი (ზონალური) გავრცელებისაა. ამ მხრივ, შევეცადოთ კავშირების დამყარებას ატმოსფერულ ნალექებსა და გეოგრაფიული გარსის ელემენტებს შორის. ჰაერის ტემპერატურის როლის გათვალისწინებისას ცხადი ხდება, რომ მისი პოლუსებისაკენ შემცირება, იწვევს რა აორთქლების ინტენსივობის დაკლებას, ჰაერის ტენგევალობაც საკმაოდ მოკრძალებულია. ცივ ჰაერში ტენის რაოდენობა მაღალი ვერ იქნება და, შესაბამისად, მისგან გამოყოფილი ნალექი მცირე რაოდენობით განისაზღვრება. თბილ არეალებში კი ძლიერი აორთქლება და მაღალი ტენგევალობა, კონდენსაციის შემთხვევაში, უხვი ატმოსფერული ნალექების წარმოშობის საწინდარია.

ამგვარად, დედამიწაზე გარდაუვალია იმ კანონზომიერების გამოვლენა, რომლის მიხედვით თბილ სარტყელში ნალექების სიუხვე, ხოლო ცივ განედებში მათი სიმცირე შეიმჩნევა. ამ კანონზომიერებას ნამდვილად აქვს ადგილი, თუმცა, როგორც ბუნების ყველა სხვა მოვლენა, ნალექების განაწილების სურათი გართულებულია ან ნაშლილია ისეთი ზემოქმედებებით, როგორიცაა ატმოსფეროს ცირკულაცია, ხმელეთისა და ზღვების არათანაბარი განაწილება, რელიეფი, ადგილის ჰიქსომეტრიული გავრცელება და ოკეანური ღინებები.

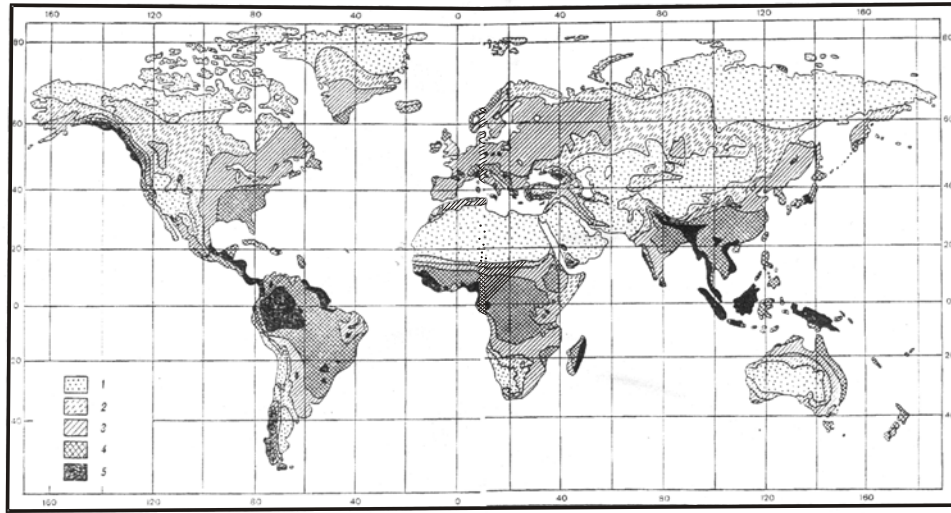
ატმოსფერული ცირკულაციის ნამდვილი სურათის მიხედვით შეიძლება ვივარაუდოთ ატმოსფერული ნალექების სივრცობრივი განაწილება. ამ უკანასკნელთან კი დაკავშირებულია ნალექების სივრცობრივი განაწილება, თუმცა მათი გამომწვევი ტემპერატურული რეჟიმი მკვეთრი არაერთგვაროვნებითაა გამოსახული.

ხმელეთზე უხვი ატმოსფერული ნალექების გავრცელებას, როგორც წესი, ზღვის ვრცელი აკვატორიის სიახლოვესთან აკავშირებენ. სინამდვილეში, ხშირია სანინალმდეგო მოვლენის დამამტკიცებელი ფაქტები: არცთუ იშვიათად, ზღვისპირეთებზე გვაქვს მშრალი არეალები, ხოლო ხმელეთის სიღრმეში – ნოტიო ფრაგმენტებია გავრცელებული. ასე, მაგალითად, ანდების აღმოსავლურ ფერდობზე, მდ. ამაზონის ზემო დინებაში, უხვი ნალექების მოსვლა შეინიშნება. სამხრეთ-დასავლური მუსონების მიერ ნოტიო ჰაერი თარის უდაბნოს (ინდოეთი) გაივლის, თუმცა ვაკე რელიეფი არათუ მას დაუბრკოლებლად ატარებს, არამედ ცხელი უდაბნო ამრობს კიდევაც და ნალექებიც. შეიძლება ითქვას – არც მოდის. მაგრამ, იმავე მუსონი – დასავლეთი გატების ქარპირა და ჰიმალაების სამხრულ ფერდობებზე, ტენის დიდ რაოდენობას გოვებს.

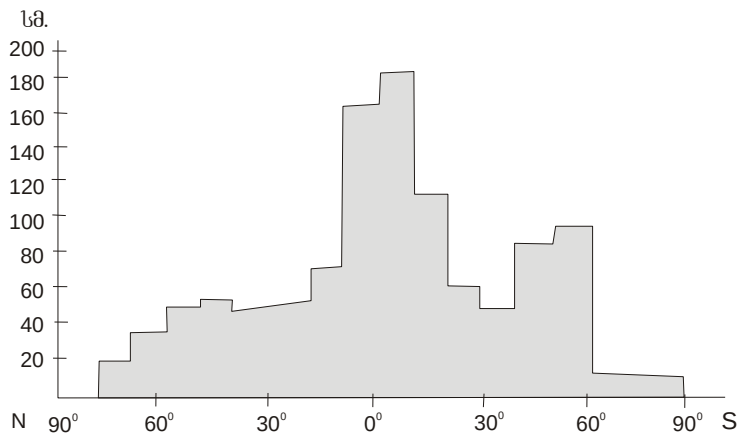
მაღალ განედებში, თბილი და ნოტიო ოკეანური დინების შემოჭრა, დაბალი ტენიანობის რაიონებში, უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლას მოასწავებს. ამის მიზეზია, თბილი დინებებისათვის დამახასიათებელი ციკლონური ცირკულაციის არსებობა. ამდენად, ატმოსფერული ნალექების განაწილების ნათელი სურათის ფორმირებაში გეოგრაფიული გარსის მცირე დეტალებიც კი მონაწილეობენ, თუმცა ამ პირობებიდან უმთავრესი მაინც ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია და რელიეფის თავისებურებაა.

ატმოსფერული ნალექების განაწილების (ნახ. V. 18 და V. 19) სქემები გვიჩვენებენ, რომ ნათლად გამოიყოფა ნოტიო ტროპიკული ზონა, რომელიც მდებარეობს ეკვატორიდან ორივე მხარეს 20⁰-ის დაშორებით. საკმარისად ბევრია (2000 მმ-ზე მეტი) ნალექები ცენტრალურ ამერიკაში, მდ. ამაზონის ზემო აუზში, ლიბერიისა და მაღაის არქიპელაგის კუნძულებზე. განსაკუთრებით უხვი ნალექები რელიეფის ხელსაყრელი მდგომარეობითა და ნოტიო ჰაერის მოძრაობითაა განპირობებული. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ნიკარაგუას (სან-ხუან-დე-ლოს-მოროსი 6588 მმ), კოლუმბიის (ანორი, 7139 მმ), აფრიკის (კამერუნის მთების დასავლური ფერდობი, 10470 მმ), ჰავაის კუნძულების (კუნძ. კაუაი, 12090 მმ), ჩერაპუნჯის⁶ (ასამი, 12665 მმ) წლიური ატმოსფერული ნალექების ჯამური სიდიდეები.

⁶ 1861 წელს აქ 20447 მმ ნალექი მოვიდა, ხოლო 1856 წელს 22987 მმ დაფიქსირდა. ამავე პუნქტში მითითებენ ნალექების რეკორდულ (26000 მმ) რაოდენობას.



ნახ. V.18. ნალექების წლიური განაწილების ზონები. მშრალი: 1. პ 25 სმ; ზომიერი: 2. 25-50 სმ; 3. 50-100 სმ; ნოტიო: 4. 100-200 სმ; 5. >200 სმ.



ნახ. V.19. ატმოსფერული ნალექების განაწილება განედების მიხედვით.

დედამიწის ჩრდილოეთი და სამხრეთი ნახევარსფეროების დაბალ განედებში ($20-40^{\circ}$) ორი მშრალი ზონაა გავრცელებული. მათი არსებობა ჰაერის დაღმავალი მოძრაობითაა შეპირობებული. ამ მხრივ, განსაკუთრებით ღარიბია კონტინენტების დასავლური სანაპიროები, რომლებსაც ცივი დინებები ეკვრის. მშრალი ზონის უდაბნოების ნაწილი (საჰარა, არაბეთის, მესოპოტამიის, კალაჰარის, ატაკამის უდაბნოები, სამხრეთი კალიფორნიისა და კოლორადოს არეალები) პასატების გავლენითაა ფორმირებული. თურქმენეთის, დასავლეთ ჩინეთის, ცენტრალური აზიის, ირანის, პატაგონიის, შიდა ავსტრალიის უდაბნოების წარმოშობას კი რელიეფის ბარიერულ მოქმედებას უნდა ვუმაღლოდეთ.

ორივე ნახევარსფეროს ზომიერ განედებში ($40-60^{\circ}$) ნოტიო ზონები გამოიყოფა, რომელთა ფარგლებში ნალექების წლიური რაოდენობა 500 მმ-ს აჭარბებს. მათი არსებობა ციკლონების

მოქმედებით, ჰაერის დასაფლური (ჩრდილოეთი ნახევარსფერო) და აღმოსავლური (სამხრეთი ნახევარსფერო) გადატანითა და რელიეფის ბარიერული მოქმედებით აიხსნება. განსაკუთრებით ბევრია ნალექი ჩილეს (5000 მმ/წწ), კანადისა და ალასკის წყნაროკეანურ სანაპიროზე, ადრიატიკის ზღვისპირეთსა (4620 მმ/წწ) და ახალი ზელანდიის დასავლურ ოკეანისპირა ზოლში, შავი ზღვისპირა (მ. მტირალა, 4500 მმ-მდე) უბანზე და ა.შ.

დედამიწის პოლარული სექტორები ნალექების ორი მინიმალური სიდიდით გამოირჩევა, სადაც მათი წლიური ჯამი 250 მმ-ს არ აღემატება. ღარიბი ნალექიანობა დაბალი ტემპერატურითაა განპირობებული. პოლარული მხარეების მხოლოდ ციკლონების მოძრაობის გზაზე და მის მიმდებარე ფრაგმენტებზე (ისლანდია, სამხრეთი გრენლანდია) მოდის შედარებით მეტი ნალექები.

ჰაერის მასები და ატმოსფერული ფრონტები. გეოგრაფიული თვალსაზრისით, მეტად საინტერესოა ატმოსფეროს ქვედა ფენის – ტროპოსფეროს ჰორიზონტული სტრუქტურა. ამ მხრივ, ტროპოსფერო შედგება დიდი მოცულობისა და ერთგვაროვანი ფიზიკური (ტემპერატურა, სინოტივე) ბუნების ჰაერის მასებისაგან. ტროპოსფერო ერთდროულად რამდენიმე ათეულ ჰაერის მასას შეიცავს, რომლებიც მუდმივად გადაადგილდებიან, ცვლიან თავიანთ ფიზიკურ მახასიათებლებს, განიცდიან ტრანსფორმაციას და მოაქვთ მათთვის დამახასიათებელი (ცხელი, ცივი, მშრალი, წვიმიანი, თოვლიანი, ქარიანი) ამინდი.

ჰაერის მეზობელი მასების შეხების კონტაქტის ხაზები ატმოსფერულ ფრონტებს ქმნიან. ეს უკანასკნელნი, ამავე დროს, ამ ჰაერის მასებს ერთმანეთისაგან გამოყოფენ. მოსაზღვრე ზოლის სიგანე რამდენიმე ათეულ კილომეტრს აღწევს. ატმოსფერული ფრონტების ფარგლებში, ერთმანეთს ეჯახებიან რა განსხვავებული ფიზიკური თვისებების ჰაერის მასები, მიმდინარეობს ჰაერის ინტენსიური მოძრაობა. აქვე, იქმნება ჰაერის კორიანტელისებრი (ციკლონები და ანტიციკლონები) ცირკულაცია. ფრონტალურ ზოლში ადგილი აქვს უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლასა და ამინდის მკვეთრ ცვლილებას. ამდენად, ატმოსფერული ფრონტები – ტროპოსფეროს ყველაზე დინამიური ნაწილებია.

ჰაერის მასები საკმაოდ მრავალფეროვანია, თუმცა შესაძლებელია მათი გეოგრაფიულ ტიპებად დაყოფა, რომელთაც როგორც კონტინენტური, ისე ზღვიური სახესხვაობები გააჩნიათ. ამ მხრივ, გამოიყოფა: ეკვატორული, ტროპიკული, ზომიერი სარტყლებისა და არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის მასები. ეკვატორული ჰაერის მასა წარმოიქმნება ეკვატორულ ზონაში და ამიგომ, მაღალი ტემპერატურითა და სინოტივით გამოირჩევა. ამ თვისებებით, ეკვატორული ჰაერის მასა უცვლელად ხასიათდება როგორც კონტინენტის, ისე ოკეანის ზედაპირზე. ამიგომ, მას ზღვიურ და კონტინენტურ ჰაერის მასებად არ ყოფენ. ბათუბულობით, ეკვატორული ჰაერი ადგილად გადადის სუბტროპიკულ სარტყელში და უხვი ატმოსფერული ნალექები მოაქვს.

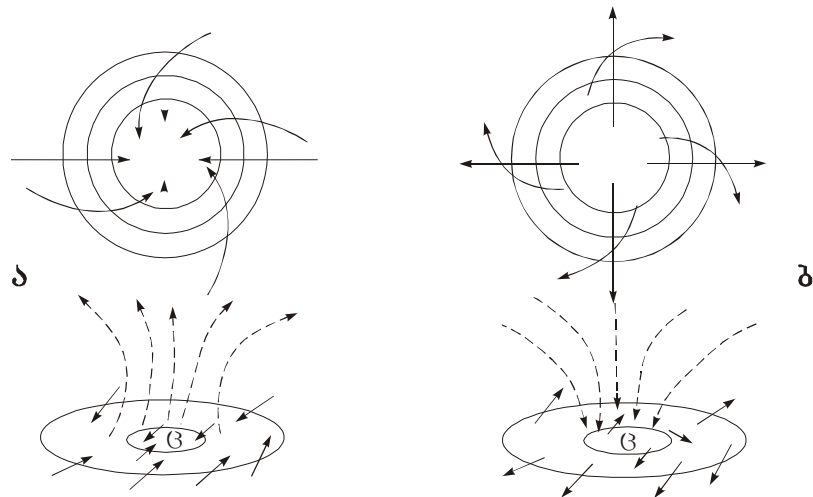
ტროპიკული ჰაერის მასების წარმოშობას ადგილი აქვს ტროპიკული და სუბტროპიკული სარტყლების როგორც ოკეანურ, ისე კონტინენტურ (საჰარის, არაბეთის ნახევარკუნძული, მექსიკა,

ავსტრალიის უდაბნოები) ზედაპირულ არეალში. ზაფხულობით კი კონტინენტური ხასიათის გროპიკული ჰაერის მასების წარმოშობას ადგილი აქვს ზომიერი სარტყლების არიდულ (შუა აზია, მონღოლეთი, ჩინეთისა და ამერიკის ჩრდილოეთი ნაწილები) რაიონებში. იგი მაღალი ტემპერატურითა და დაბალი სინოტივით ხასიათდება. ზღვიური გროპიკული ჰაერი შედარებით გრილი და ნოტიოა. თუმცა, მაღალი ტემპერატურის გამო, ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე უმნიშვნელოდ დაბალია და ნალექებიც მცირე მოდის. სამაგიეროდ, იმავე პირობების გამო, გროპიკული სარტყლის ოკეანის ზედაპირიდან ძლიერ აორთქლებას აქვს ადგილი – ჰაერიც წყლის ორთქლითაა გაჟღერებული.

საშუალო განედების ჰაერის ფორმირება ზომიერ სარტყელში ხდება და მნიშვნელოვანი სხვადასხვაობით ხასიათდება. კონტინენტური ჰაერის მასა მკვეთრად ცვალებადია სეზონების მიხედვით. ზაფხულობით ჰაერი ძლიერ ხურდება და ნოტიო ხდება, რითაც კონტინენტური ხასიათის გროპიკულ ჰაერის თვისებებს უახლოვდება. ზამთარში კი ძლიერ ცივდება და, შედარებით მცირე აორთქლების გამო, მშრალი ხდება. ზღვიური ჰაერი კი მაღალი სინოტივითა და ზომიერი ტემპერატურით ხასიათდება. ზამთარში მას დროებითი დათბობა და ნალექები მოაქვს, ზაფხულში კი გრილი, ღრუბლიანი და ნალექიანი ამინდები შეესაბამება. ზაფხულობით ზომიერი სარტყლის ჰაერის მიერ დაკავებული სივრცე ფართოვდება და ნაწილობრივ სუბარქტიკულ (სუბანტარქტიკულ) სარტყელს იკავებს.

არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის მასის ფორმირებას თოვლისა და მყინვარების საფარებზე აქვს ადგილი. ძლიერი გადამტყვევების გამო, იგი დაბალი ტემპერატურითა და მცირე სინოტივით ხასიათდება. კონტინენტური არქტიკული ჰაერის ფორმირება ხდება გრენლანდიის, ანტარქტიდის, არქტიკული კუნძულებისა და ოკეანის ყინულოვანი (ზამთარში) ზედაპირებიდან. იგი ძალზე ცივი და საკმაოდ მშრალია. ზღვიური არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის ფორმირება მიმდინარეობს ჩრდილოეთ ყინულოვანი და სამხრეთი ოკეანის გაუყინავი აკვატორიიდან. ის ნოტიო და თბილია. არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის მასების ზომიერ განედებში შემოჭრას ყოველთვის თან სდევს ზაფხულის აგრილება და ზამთრის სუსხი.

ციკლონები და ანტიციკლონები. ჰაერის მასების მოძრაობის სისტემაში ერთ-ერთი საყურადღებო მოვლენაა. ისინი წარმოადგენენ ატმოსფერულ კორიანტელებს, რომლებსაც ჰაერის უზარმაზარი მასების აყოლება ძალუძთ. მათი წარმოშობის მიზეზი დედამიწის ზედაპირის, მზის სხივებით, არათანაბარი გათბობაა. ციკლონებისათვის დამახასიათებელია მინისპირა ზედაპირზე, ჰაერის პერიფერიიდან ცენტრისაკენ (ნახ. VII. 20.ა) გადაადგილება. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ციკლონური ქარების მიმართულება საათის ისრის საწინააღმდეგო გაგრძელებისაა. ციკლონების ცენტრში დაბალი წნევის არეა მოქცეული. ანტიციკლონი – იზობარების შეკრული სისტემაა, რომლის ცენტრში მაღალი წნევის არეა ფორმირებული, ხოლო შედარებით სუსტი ქარები საათის ისრის მიმართულებით – ცენტრიდან (ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში) პერიფერიებისაკენ (ნახ. VII. 20.ბ) ვრცელდება.



ნახ. V.20. იზობარებისა და ჰაერის ნაკადების ციკლონური (ა) და ანტიციკლონური (ბ) სისტემები ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში.

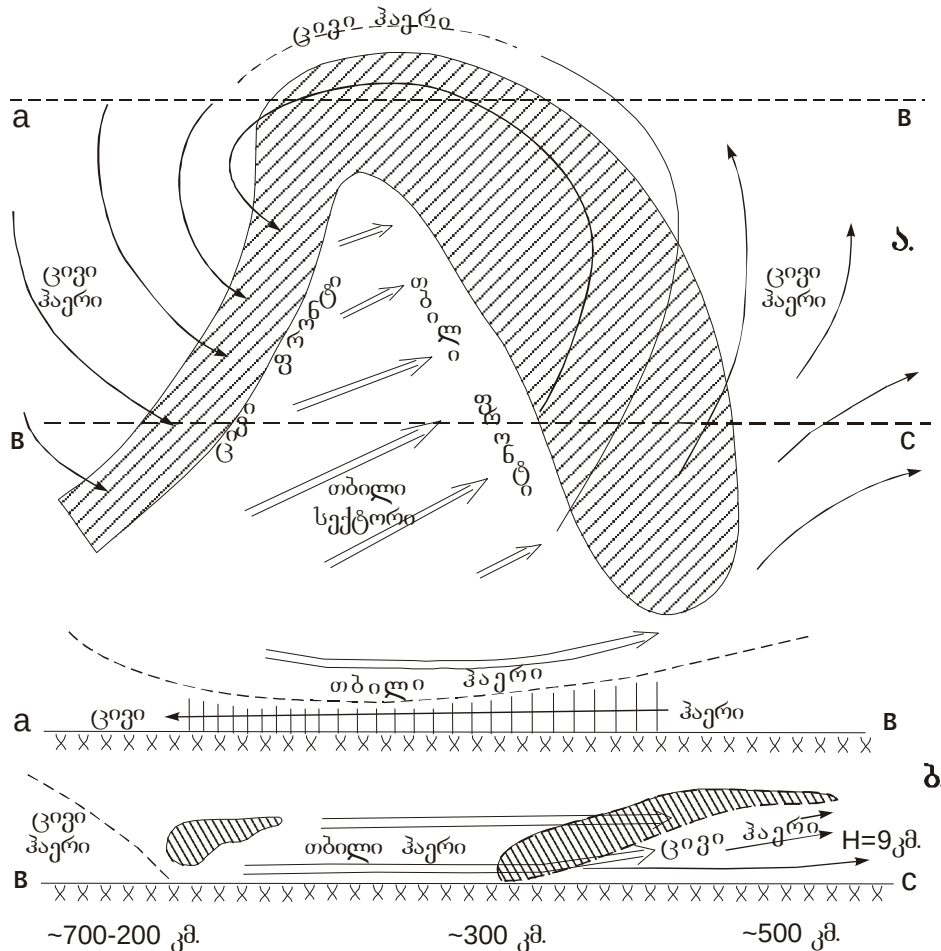
ციკლონების ფორმირების მარტივი მექანიზმი შემდეგნაირია: დედამიწის ზედაპირის გადახედვების შედეგად რაიმე უბანზე დაბალი წნევის არე წარმოიქმნება, რაც პერიფერიიდან ჰაერის შემოდინებას შეუწყობს ხელს; ერთდროულად, ამ ქარებზე კორიოლისის ძალა იწყებს გავლენას, რაც ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, მათი თავდაპირველი მიმართულებიდან, მარჯვნივ გადახრას გამოიწვევს; ამასთან, ამავე ჰაერის მასაზე მოქმედებს იწყებს ცენტრიდანული ძალა, რომელიც პერიფერიისაკენ უბიძგებს; მოძრავ ჰაერზე მოქმედებს ხახუნის ძალა, რომელიც რამდენადმე ანელებს ქარის სიჩქარეს. როცა ყველა ეს ძალა განიხილავთ, ჰაერი სპირალისებური მოძრაობის ხასიათს ღებულობს და იზობარების მართობების მიმართ გადაიხრება.

დედამიწის ზედაპირის რაიმე ფრაგმენტის მოკლე ან ხანგრძლივი გადახედვების შედეგად, პირიქით – ანტიციკლონური იზობარების სისტემის ფორმირებას აქვს ადგილი. ანტიციკლონების ფორმირებას ხელს უწყობს ხმელეთის გადახედვების შედეგად წარმოქმნილი მაღალი წნევის არე, რაც ჰაერის ცენტრიდან პერიფერიისაკენ გადაადგილებას მოახსენებს. დედამიწის ბრუნვის გამო, ქარების გადახრა – ჰაერის კორიანტელისებური მოძრაობის საინდარია. ცხადია, რომ ისინი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მარჯვნივ, ხოლო მოპირდაპირე მხარეს – მარცხნივ გადაიხრებიან. ამავე დროს, ანტიციკლონის ცენტრში მაღალი წნევა ჰაერის მასების შემკვრივებას (ჩამონოლას) განაპირობებს და იგი უფრო მშრალი ხდება. ზაფხულობით ანტიციკლონს ცხელი, ხოლო ზამთრობით ყინვიანი ამინდი შეესაბამება. ამასთან, ზამთრის მშრალი და უღრუბლო ამინდის ფორმირება ჰაერის დაღმავალ დენებთანაა დაკავშირებული, რომელიც სითბოს ინტენსიური გამოსხივებითა და ყინვიანი ამინდებით ხასიათდება. ცხადია, რომ ზაფხულში ანტიციკლონური რეჟიმი იწვევს რა დედამიწის ზედაპირის გადახედვებას – ცხელი და მშრალი ამინდი ღებება.

ციკლონებსა და ანტიციკლონებს დასაუვლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ გადაადგილების უნარი გააჩნიათ. ამავე დროს, ციკლონები გადაიხრებიან პოლუსებისაკენ, ხოლო ანტიციკლონები პირიქით

– ეკვატორისაკენ. ამდენად, ციკლონები ზომიერ განედებში (დაახლოებით 65⁰-იან პარალელის გასწვრივ), ჰაერის მაღალი წნევის არეალის გავლენით შეჩერდებიან ხოლმე და ხელს უწყობენ დაბალი წნევის ზონის ფორმირებას. ეკვატორის მიმართულებით მოძრავი ანტიციკლონები კი დაბალ განედებში (25-30⁰) გროვდებიან და მაღალი წნევის თითქმის უწყვეტი ზონის ფორმირებას ახდენენ. ასეთი ზონა განსაკუთრებით კარგად ჩანს ოკეანეთა ზედაპირზე, რასაც წნევის სუბტროპიკულ მაქსიმუმს უწოდებენ.

ციკლონები – ჰაერის განსაკუთრებით მოძრავი სისტემებია. ისინი, განიცდიან რა მუდმივ გადაადგილებას, ამინდის მკვეთრ ცვლილებას განაპირობებენ. ყოველ ციკლონს თბილი და ცივი ფრონტები შეესაბამება. ციკლონის წინა ნაწილი (თბილი ჰაერი მოძრაობს თბილი ჰაერის ზედაპირზე) თბილი ფრონტის ხასიათისაა, ხოლო მის უკანა ნაწილში (თბილი ჰაერი ჩამოედინება ცივი ჰაერის ზედაპირიდან) ცივი ფრონტების ფორმირებას (ნახ. V. 21) აქვს ადგილი. ციკლონის მოახლოება მაღალი ღრუბლების გამოჩენით შეიმჩნევა. ამავე დროს, იზრდება ჰაერის ტემპერატურა და მკვეთრად ეცემა ატმოსფერული წნევა. თბილი ფრონტის გავლის შემდეგ ხანმოკლე, მაგრამ საკმაოდ თბილი და მონმენდილი ამინდი დგება. იგი ციკლონის ცენტრის გავლას შეესაბამება. ცივი ფრონტის მოახლოებისას – ჰაერის ტემპერატურა ეცემა, ხოლო ატმოსფერული წნევა – მაგულობს. ცივი ფრონტის გავლას ყოველთვის მოაქვს უხვი ატმოსფერული ნალექები, ხოლო ძლიერი ქარები ხშირად იცვლიან მიმართულებებს.



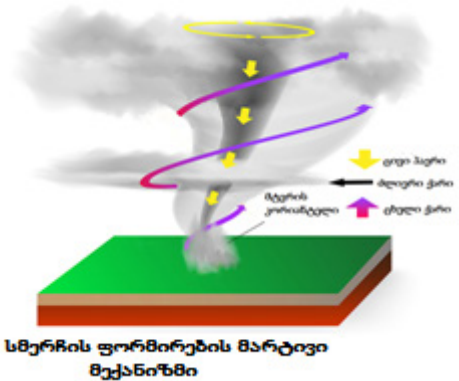
ნახ. V.21. ციკლონის ჰაერის ნაკადები. გეგმა (ა) და ჭრილები (ბ).

ციკლონის დამამთავრებელ სტადიაში (ოკლუზია) ცივი ჰაერის მიერ ხდება თბილი ჰაერის გამოდევნა და სისტემა ერთგვაროვან ფორმას (ნახ. V. 21.ბ) უბრუნდება. ზომიერი განედების ციკლონები 2-3 ათას კილომეტრზე ვრცელდებიან და 30-45 კმ/სთ სიჩქარით გადაადგილდებიან. დაბალ განედებზე ($\varphi=5-20^\circ$) აღვილი აქვს ტროპიკული ციკლონების, ანუ ცაიფუნების (აზიაში), ტორნადოს (ჩრდილოეთ ამერიკაში) ფორმირებას. ტროპიკული ციკლონებისათვის გრიგალისებური ქარებია დამახასიათებელი, რომელთა სიჩქარე 100-120 მ/წმ აღემატება. განსაკუთრებით საშიშია კოლოსალური ენერგიის მქონე – ტორნადო, რომელსაც ყოველწლიურად აურაცხელი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი მოაქვს. მისი გენეზისის მარტივი მექანიზმი ჩანს ნახაზზე (ნახ. V. 22 (მარჯვენა მხარე)).

ტროპიკული ციკლონის გავლას ბანგლადეშში (1970 წ., 12-13 ნოემბერი) 200 ათასი ადამიანის მსხვერპლი მოჰყვა, ხოლო ცაიფუნმა „აგნესამ“ 1972 წელს აშშ-ში 3,1 მლრდ. ამერიკული დოლარის ზარალი მოუტანა ქვეყანას. ტროპიკული ციკლონები ხშირად იწვევენ ოკეანური დიდი ზომის ტალღებს – ცუნამს, რომელთა დამანგრეველი მოქმედება ხშირად თავს ატყდება სანაპიროზე განლაგებულ კომუნიკაციებსა და მოსახლეობას.



ნახ. V. 22. აშშ, არკანზასი, "სმერჩი" 2 წლიანი მოქმედების შედეგი. 28 აპრილი, 2014 წ.

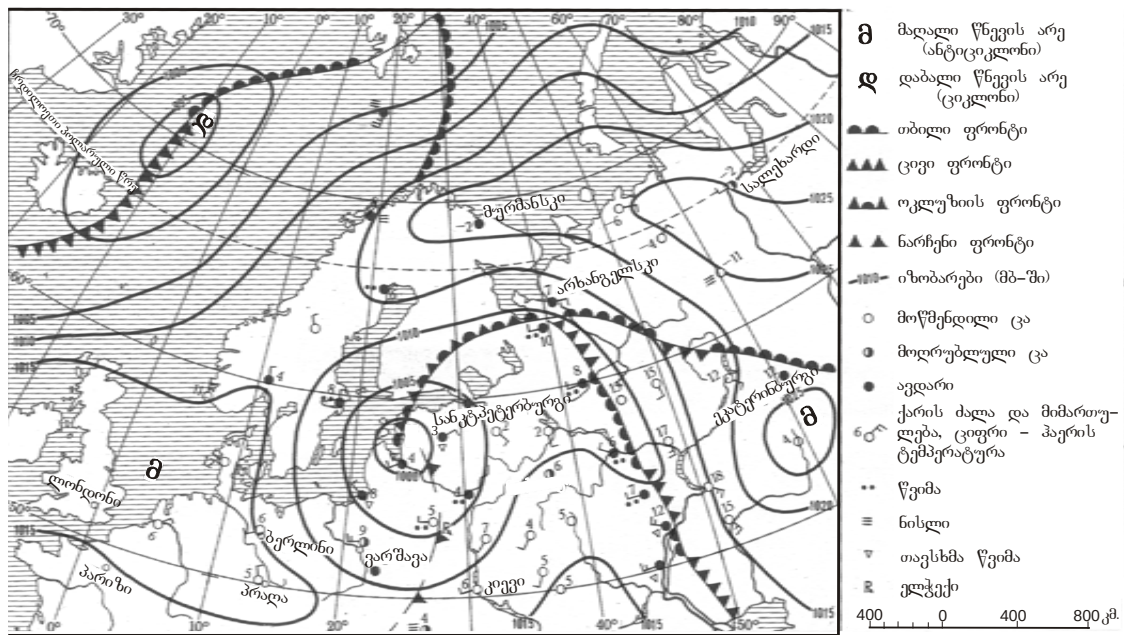


ზომიერი განვითარების ციკლონებს შედარებით ნაკლები განზომილებები და ენერგია აქვთ. ისინი ოკეანეთა ზედაპირზე წარმოიქმნებიან და ენერგიას ორთქლის წარმოშობის ფარული სითბოდან ღებულობენ. ამ ენერგიის წყალობით ადგილი აქვს აღმავალი ღებების ზრდასა და ატმოსფერული წნევის ძლიერ დაცემას. საკმაოდ ხშირია გორნადოს გავრცელება აშშ-ში. არკანზასის შტატში სმერჩის (გორნადოს) ორნუთიანმა „მოქმედებამ“ დასახლებული პუნქტის ერთი ნაწილი (ნახ. V. 22) დიდი ნგრევა გამოიწვია და მინასთან გაასწორა. ამ ქვეყნის მეტეოროლოგების გათვალისწინებით თვალყურის დევნებით, არცთუ იშვიათად, მოსახლეობა წინასწარ შეგუბინებას ღებულობს და მსხვერპლიც შედარებით ნაკლებია.

ზომიერ განვითარებისათვის გორნადო (ზენთან: სმერჩი, ქარბორბალა) შედარებით იშვიათი მოვლენაა, თუმცა მისი გამოვლინებები ზოგჯერ ფიქსირდება კიდეგაც. ქარბორბალის ჩასახვის ერთ-ერთი რაიონი – კავკასიის შავი (ქ. სოჭის მიდამოები) ზღვისპირეთიცაა. ამავე დროს, ქარბორბალა დაფიქსირებულია საქართველოს შიდა (კახეთი, ქართლი, იმერეთი და ა.შ.) რეგიონებშიც. მკვეთრად გამოხატული სმერჩი დაფიქსირდა ქ. სოჭის მიმდებარე ზღვის აკვატორიაში. 1975 წლის 11 სექტემბერს გროვა-წვიმის ღრუბელმა უეცრად გრძელი „ხორთუმი“ ჩამოუშვა, რის შემდეგით წელის ნაკადი სწრაფად მალლა ამოძრავდა. შავი ზღვისპირა (სოხუმის ყურეს აკვატორიაში, გალისა და ზუგდიდის რაიონებში) ზოლში ავტორს (მ. ალფენიძე) რამდენიმე სუსტი სმერჩი – ქარბორბალა დაუფიქსირებია.

ამინდი და ჰავა. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობა (ელემენტები), დროის კონკრეტულ მომენტში, ამინდის სახელწოდებითაა ცნობილი. ამინდის ელემენტებს მიეკუთვნება ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფეროს წნევა, სინოტივე, ღრუბლიანობა, ნალექები, ქარის მახასიათებლები (მიმართულება, სიჩქარე), ელქექი, სეცევა, ნისლი, გრიგალი და სხვა ატმოსფერული მოვლენები. ამინდზე დაკვირვება წარმოებს მეტეოროლოგიურ სადგურებსა და ობსერვატორიებში საერთაშორისო პროგრამის მიხედვით და ერთიანი პროგრამით. დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით დამუშავებული მასალის საფუძველზე წარმოებს ამინდის რუკების შედგენა. მათ სინოტიკურ რუკებს (ნახ. V. 23) უწოდებენ, რომლებზეც დატანილია ამინდის შესახებ ინფორმაცია: ატმოსფერული წნევა, ტემპერატურა, სინოტივე, მოღრუბულობა, ქარი და ა.შ. სინოტიკური რუკის ანალიზის საფუძველზე მეტეოროლოგიური სამსახური აქვეყნებს ინფორმაციას მოსალოდნელი

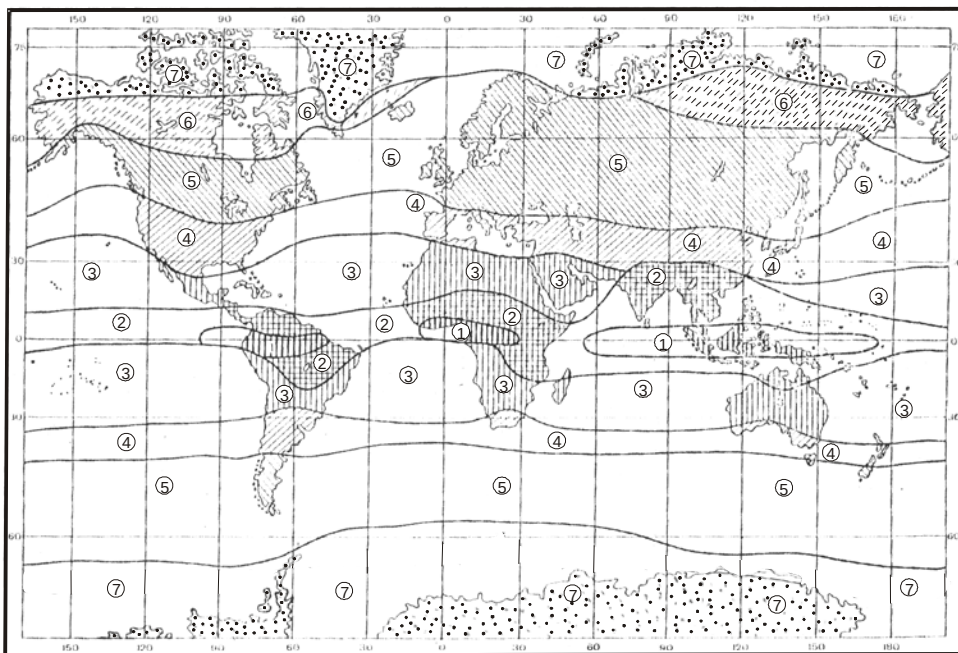
ამინდის (პროგნოზი) შესახებ. ამჟამად, მონაცემებს ამინდის ელემენტების შესახებ არა მარტო მეტეოსადგურებიდან, არამედ კოსმოსური აპარატებიდანაც ღებულობენ. კოსმოსური მეტეოროლოგიის თანამედროვე საშუალებებით შესაძლებელია ამინდის უეცარი ცვლის ოპერატიული სიჩქარითა და ზუსტი, უტყუარი დასაბუთებულობით მიღება, რაც მოსალოდნელი სტიქიური უბედურების შესახებ მოსახლეობის, საფრენი და სანაოსნო ხომალდების გაფრთხილების, სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების მართვის აუცილებელი მომენტი.



ნახ. V.23. სინოპტიკური რუკა.

ღებამიწის კონკრეტულ ადგილზე ამინდი მუდმივ ცვალებადობას განიცდის. მაგრამ, მისთვის დამახასიათებელია ამინდის მხოლოდ გარკვეული, წლიდან წლამდე ჩამოყალიბებული ტიპი. ამინდის მრავალწლიური რეჟიმი, ანუ ატმოსფეროს მდგომარეობა, რომელიც ტიპურია მოცემული ადგილისათვის და ხასიათდება ამინდის მრავალწლიური რეჟიმით – კლიმატის (ჰავის) სახელწოდებითაა ცნობილი. ჰავის ჩამოყალიბებაში ადგილის განედთან ერთად ძირითადად მონაწილეობენ მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ცირკულაცია, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი და ოკეანის სიახლოვე. ზღვებისა და ოკეანის არსებობა განსაზღვრავს ჰავის ძირითადი ელემენტის – სინოტივის შემცველობას. ამ მხრივ, გამოყოფენ ნოტიო (ოკეანურ) და მშრალ (კონტინენტურ) კლიმატს. ზღვიური ჰავა ხასიათდება ჰაერის ტემპერატურის უმნიშვნელო დღეღამური და წლიური რყევებით. ჰაერის სინოტივე და ღრუბლიანობა უფრო მაღალია, ვიდრე მშრალი კლიმატის პირობებში. კონტინენტური ჰავისათვის დამახასიათებელია ტემპერატურის მკვეთრი რყევადობა და ატმოსფერული ნალექების შედარებით ნაკლები გამოვლინება. კონტინენტური ჰავა ცხელი ზაფხულითა და ცივი მკაცრი ზამთრით, ასევე მცირე ნალექიანობით ხასიათდება.

კლიმატნარმოქმნელი ფაქტორების დიდი მრავალგვაროვნების გამო, დედამიწაზე ჰავის საკმაოდ მრავალფეროვნებაა. კლიმატის კლასიფიკაციებიდან მიუთითებთ ბ. ალისოვის მიერ შემოთავაზებულ ჰავის სარტყლებს (ნახ. V. 24), რომლის საფუძვლად მიღებულია ჰაერის მასების დაჯგუფება, მათი წარმოშობის გეოგრაფიული პირობების შესაბამისად. ამ სქემის მიხედვით გამოყოფილია ძირითადი და გარდამავალი კლიმატური სარტყლები. პირველ მათგანს მიეკუთვნება ერთი ეკვატორული, ორი ტროპიკული, ორი ზომიერი, არქტიკული და ანტარქტიკული სარტყლები; გარდამავალი კლიმატური სარტყლებია: ორი სუბეკვატორული, ორი სუბტროპიკული და ერთი სუბარქტიკული სარტყელი. ამავე დროს, ყოველ სარტყელში, ხმელეთისა და ზღვის გადანაწილებასთან დამოკიდებულებით, გამოიყოფა კონტინენტური და ზღვიური ჰავის ქვეტიპები.



ნახ. V.24. დედამიწის ჰავის სარტყლები (ბ. ალისოვის მიხედვით).
სარტყლები: 1-ეკვატორული; 2-ეკვატორული მუსონების; 3-ტროპიკული ჰაერის; 4-სუბტროპიკული; 5-ზომიერი განედების; 6-სუბარქტიკული; 7-არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის.

ეკვატორული სარტყელი მაღალი საშუალო წლიური ტემპერატურით (25-250) ხასიათდება. მას დიდი სინოტივე და თავსება ნალექების მოსვლა შეესაბამება. ტროპიკული სარტყელი უმთავრესად უდაბნოებსა და მშრალი სტეპების არეალებს მოიცავს. აქ, განასხვავებენ ჰავის კონტინენტურ (მშრალ) და ზღვიურ (ნოტიო) ქვეტიპებს.

ზომიერი განედების სარტყელი არქტიკული (ანტარქტიკული) და ტროპიკული ჰაერის მასების ხშირი შემოტევებით ხასიათდება. ჰავის კონტინენტური ქვეტიპისათვის დამახასიათებელია მკვეთრი სეზონური ტემპერატურული განსხვავებანი, რაც მის მაღალ (50-60°) ამპლიტუდას განაპირობებს. ნალექები უმთავრესად წლის თბილი პერიოდს შეესაბამება. ზღვიური ჰავა კი მაღალი

ღრუბლიანობითა და სინოტივით, აგრეთვე ტემპერატურის უმნიშვნელო სეზონური რყევებით ხასიათდება. ნალექები წლის განმავლობაში თანაბრად განაწილებული.

არქტიკული და ანტარქტიკული სარტყლები დაბალი ტემპერატურითა (უბილესი თვის საშუალო ტემპერატურა 0⁰-ზე ნაკლებია) და უმნიშვნელო სინოტივით ხასიათდება. არქტიკული ჰავა – ზღვიური (გრენლანდიის გარდა) ტიპისაა, ხოლო ანტარქტიკისა – კონტინენტური.

ეკვატორული მუსონების სარტყელი ჰაერის მასების სეზონური მონაცვლეობით ხასიათდება. ზაფხულში, ნოტიო მუსონი ეკვატორული ზონისათვის დამახასიათებელი ამინდის რეჟიმის ფორმირებას უწყობს ხელს. ზამთარში კი მშრალი მუსონის მიერ გროპიკული (კონტინენტური) ჰაერის მშრალი ამინდის პირობებია განსაზღვრული.

სუბტროპიკულ სარტყელში ზამთარი გრილი, ხოლო ზაფხული ცხელია. ზამთრის ამინდები ზომიერი სარტყლის ჰაერის ცივი მასების შემოჭრითაა განსაზღვრული, ხოლო ზაფხულში ამინდს გროპიკული ცხელი ჰაერის მასები განაპირობებენ.

სუბარქტიკული ჰავა საკმაოდ მკაცრია. ზაფხული ხანმოკლე, მაგრამ თბილია. ზამთარი – ხანგრძლივი და მკაცრია. ამ სარტყელშიც გამოყოფენ ჰავის კონტინენტურ და ზღვიურ ქვეტიპებს; პირველი მათგანი უფრო მკაცრი კლიმატური პირობებით ხასიათდება. ნალექების რაოდენობა სარტყელში უმნიშვნელოდ მცირეა.

მოგანილი სქემა განედური ზონალურობის პრინციპითაა განსაზღვრული. ამავე დროს, გროპოსფეროში სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ჰაერის ტემპერატურის შემცირების კანონზომიერებაზე დაყრდნობით, ჰავის სარტყლების ვერტიკალური სტრატეფიკაციის არსებობა შეიძლება ვივარაუდოთ. მართლაც, აღნიშნული მოვლენის გამო, მთებში ვერტიკალური კლიმატური სარტყლების ჩამოყალიბებას აქვს ადგილი. მათი მონაცვლეობა სიმაღლის მატებასთან ერთად წაგავს კლიმატური ზონების გავრცელების ცვლილებას განედური მიმართულებით. განსხვავება კი მხოლოდ იმაშია, რომ განედური მიმართულებით ზონები ათასეული კილომეტრის მანძილზე იცვლება, მაშინ როცა მთებში იგივე ცვლილებები მხოლოდ რამდენიმე ასეული მეტრით განისაზღვრება.

ატმოსფეროს გაბინძურება და დაცვა. ადამიანთა საზოგადოების არაგონივრული სამეურნეო საქმიანობა სშირად გარემოს გაბინძურებისაკენაა მიმართული. ამ მხრივ, ატმოსფერო გამონაკლისი როლია. ცნობილია მრავალი ანთროპოგენური წარმოშობის წყაროები, რომელთა მოქმედებით გამოყოფილი მავნე ნივთიერებები აბინძურებენ ატმოსფეროს და უარყოფითად მოქმედებენ ყოველ ცოცხალ ორგანიზმზე, მათ შორის ადამიანებზეც. ასე, მაგალითად, ნახშირბადის ოქსიდის (CO) მაღალი კონცენტრაცია ადამიანის ორგანიზმში ნეგატიურ ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს იწვევს. ისინი, ადვილად უერთდებიან ჰემოგლობინს და კარბოქსიჰემოგლობინის წარმოქმნას უწყობენ ხელს, რაც მხედველობის დაქვეითებას, გულისა და ფილტვების მოქმედებათა ნეგატიურ ცვლილებებს, სპაზმებსა და სხვა არასასურველ დაავადებებს იწვევს. ასევე, მავნე გავლენისაა

ატმოსფეროში ხელოვნურად შემოტანილი გოგირდის დიოქსიდი (CO_2) ანჰიდრიდი (SO_3) და რადიოაქტიური ნივთიერებები.

გაბინძურებული ატმოსფეროს ცოცხალ ორგანიზმზე ზემოქმედების თვალსაზრისით გამოყოფენ: ფიზიკურ (რადიოაქტიური ნაერთები, სითბური გაბინძურება, ხმაური, ვიბრაციები) და ქიმიურ (ნახშირბადისა და სხვათა ოქსიდები, სარეცხი საშუალებები, პლასტიკური მასები, სინთეტიკური ნივთიერებები, სამრეწველო აზოტი და გოგირდი, მძიმე ლითონები, ფტორის ნაერთები, მყარი მინარევები, ორგანული ნივთიერებები) გამაბინძურებელ ინგრედიენტებს. ისინი შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი (ვულკანური, გამოფიგვის, მეტეორიტების, ხანძრების), ისე ანთროპოგენური (სათბობის წვის, ბირთვული აფეთქების ან ავარიული წარმოშობის, გამონახოლქვი აირების) წარმოშობის პროდუქტები.

ბოლო ხანს, აგროგრანსპორტისა და ავიაციის განვითარებამ არსებითად გაზარდა მაგნი გამონახოლქვი აირების წილი. შეფასებებით, საშუალო ქალაქების აგროგრანსპორტის წილზე მაგნი აირების ნახევარი მოდის. მთავარ გამაბინძურებლად ბენზინზე მომუშავე ავტომობილები ითვლება. მათი ხვედრითი წილი აშშ-ში 75 %-ს შეადგენს. დიზელის ძრავები შედარებით ეკონომიურია და, შესაბამისად, გამონახოლქვი ნაკლები აქვს, თუმცა სახეზეა არასრული წვის შედეგი – ნახშირბადისა და მისი ოქსიდების გამოყოფა, რაც აბინძურებს ატმოსფეროს.

განსაკუთრებით საშიშია ატმოსფეროს გაბინძურების ახალი სახე – სმოგი (ინგლ. smoke – კვამლი, fog – ნისლი), რომელიც უმთავრესად დიდი ქალაქებისა და სამრეწველო ცენტრების მიდამოებშია გავრცელებული. იგი – ბოლისა და ჭვარცხლის ნარევი და უფრო მეტად ჰაერის სუსტი ტურბულენტობის, სიმაღლეში ტემპერატურის მდგრადი განაწილების, სუსტი ქარისა ან შტილის დროს წარმოიქმნება. სმოგის გავრცელებას ხელს უწყობს აგრეთვე არახელსაყრელი (ქვებული, ხეობა) რელიეფი. სმოგის გამო მცირდება ატმოსფეროს გამჭვირვალობა და ხილვადობა, ლითონების კოროზია და ნაგებობათა (კულტურისა და არქიტექტურის ძეგლები) ნგრევა. იგი უარყოფითად ზემოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

მძლავრი ანთროპოგენური ცვლილებები გავლენას ახდენენ ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობაზეც. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ატმოსფეროში ჟანგბადის რაოდენობის შემცირება, რომელიც ფლორისა და ფიგოპლაქტონის ცვლილებაზეა დამოკიდებული. ცნობილია, რომ ამ ბოლო 50 წლის განმავლობაში ადამიანის მიერ დედამიწის გყის საფარის ორი მესამედი უკვე გაიჩეხა, ხოლო 100 წლის მანძილზე მისი 40 % გაიკაფა. ამჟამად, გყის მასივებს ხმელეთის მხოლოდ 20 % უკავია. გყის გაჩეხვა უმონყალოდ გრძელდება - ყოველ წუთში 30 ჰა გყის საფარი ნადგურდება. გროპიკული ტყეების ამ ტემპით გაკაფვის შედეგად XXI ს-ის 40-იან წლებში უკვე მის მთლიან გაქრობას ექნება ადგილი.

ჟანგბადის მნიშვნელოვანი ხარჯვა მიმდინარეობს სათბობის წვის, ლითონების დნობის გამო, ავტომობილისა და სხვა სატრანსპორტო საშუალებების მუშაობის პროცესში. ასე, მაგალითად, 1 კვ

ქვანახშირის ან 1 მ³ ბუნებრივი გაზის წვისას 11 მ³ ჰაერის დახარჯვას აქვს ადგილი; თანამედროვე რეაქტიული თვითმფრინავის მიერ ევროპიდან ამერიკაში გადატრენა 70 ტონა ჟანგბადის ხარჯვას იწვევს, რომლის გენერაციისათვის აუცილებელია 10 ათასი ჰა ტყის საფარის ფიგოქიმიური განუწყვეტელი მუშაობა 24 სთ-ის განმავლობაში.

საყურადღებოა ოზონის ეკრანის დინამიკაც. საჰაერო ტრანსპორტის მიერ ოზონი ნადგურდება იქ, სადაც იგი ფრიად აუცილებელია. ოზონის ეკრანის დეგრადაციას განსაკუთრებით ადგილი აქვს ანტარქტიდის თავზე. ასეთი ოზონის ხვრელები უკვე 5 მლნ. მ² ფართობზეა გავრცელებული და სცილდება ამ კონტინენტის საზღვრებს. ოზონის ფენაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ ფრენები. მათი წარმოქმნა აეროზოლური პრეპარატების აორთქლებასთანაა დაკავშირებული, რომლებსაც ამჟამად წარმატებით კოსმეტიკაში (თმის შეღებვა) იყენებენ.

გეოგრაფიული გარსის ნეგატიური გარდაქმნის მნიშვნელოვანი ფაქტორია ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდა ატმოსფეროში. ასეთი გზით, ბოლო 150 წლის განმავლობაში ატმოსფეროში შემოსულია 230×10^{15} გრამი CO₂. ამჟამად, ატმოსფეროში ყოველწლიურად შემოსული CO₂-ის რაოდენობა 18×10^{15} გრამით განისაზღვრება. მეცნიერთა შეფასებით დადასტურებულია, რომ თუ CO₂-ის კონცენტრაცია დღევანდელთან შედარებით ორჯერ გაიზრდება, ის გამოიწვევს დედამიწის ჰაერის ტემპერატურის 3⁰-ით მომატებას.

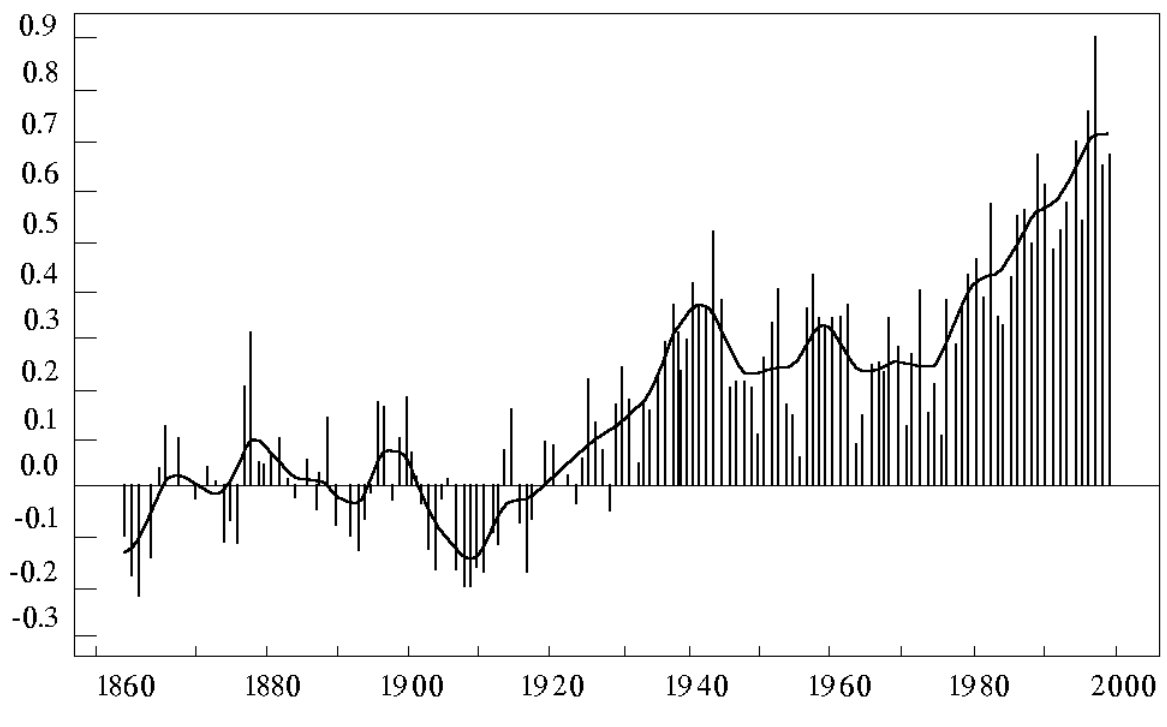
სამრეწველო სიმძლავრეთა ზრდასთანაა დაკავშირებული ატმოსფეროში აეროზოლის კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი მაგება. ბოლო ათწლეულის განმავლობაში ატმოსფერო ყოველწლიურად 400 მლნ. ტონამდე აეროზოლს ღებულობს, რაც მისი რაოდენობის 20 %-ს შეადგენს. აეროზოლი, როგორც წესი, დიდ სამრეწველო ქალაქებში წარმოიქმნება, მაგრამ საკმაოდ შორს მანძილზე ვრცელდება.

ამგვარად, ატმოსფეროს განვითარების თანამედროვე ეტაპი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების ერთობლივი გამოვლინების პირობებში მიმდინარეობს. ამიტომ, ატმოსფეროს შემდგომი განვითარება სწორედ ამ ორი – ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების ჭიდილითაა განსაზღვრული.

კლიმატის ცვლილებები. დედამიწის კლიმატის პალეოგეოგრაფიული ნიშნები მის მუდმივ ცვლილებაზე მიუთითებენ. გეოგრაფიული წარსული გამყონვარებებისა და დათბობის არაერთი მორიგეობითაა ცნობილი. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ფინეთისა და კანადის (არქაული ერა), გრენლანდიისა და ჩრდილოეთ ევროპის (პროტეროზოული ერა), აფრიკის, ავსტრალიის, სამხრეთი ამერიკის, ინდოეთის (კარბონული პერიოდი), ევროპისა და ჩრდილოეთი ამერიკის (მეოთხეული) გამყინვარებები. ამავე დროს, ცნობილია, რომ კემბრიულ პერიოდში შპიცბერგენსა და შუა ციმბირის ზეგანზე ცხელი ჰაერის გავრცელებას ჰქონდა ადგილი, ხმელთაშუა ზღვის ტიპის ჰავა გრენლანდიაში ვრცელდებოდა, საჰარაში კი ნოტიო ჰავა (მესამეული პერიოდი) იყო წარმოდგენილი. ამ მხრივ,

არც მთიანი ქვეყნები (გაგასია, საქართველო) იყო გამონაკლისი. მეოთხეული გამყინვარების ეპოქამდე ნეოგენურ ხანაში აქ ნოტიო ტროპიკული ჰავა იყო გავრცელებული.

დედამიწის ჰაერის ცვლილებას ისტორიულ დროში ჰქონდა ადგილი. 2500 წლის წინათ ევროპის ჰავას კონტინენტური (მცირეწლიანი) ხასიათი ჰქონდა. XIX ს-ის მორე ნახევარში დაიწყო არქტიკის დათბობა, რომელიც უფრო მის დასავლეთ ნაწილს (ტემპერატურამ 9⁰-ით იმატა) შეეხო. XX საუკუნის 40-იან წლებში აცივდა გრენლანდიასა და ცენტრალურ არქტიკაში, კანადის არქტიკულ არქიპელაგსა და, ნაწილობრივ, აღმოსავლეთ ციმბირში. აცივება განსაკუთრებით დაეცო კარის ზღვის აკვატორიას. აქ, ჰაერი 20 წლის განმავლობაში 3⁰-ით უფრო გაცივდა. XX ს-ის 60-იან წლებიდან ჰაერის კვლავ დათბობა (ნახ. VII. 25) შეიმჩნევა.



ნახ. V.25. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური გლობალური ცვლილება

დედამიწის აღწერილი კლიმატური ცვლილებები ბუნებრივი მოვლენებითაა შეპირობებული. თეორიულმა გამოთვლებმა (ა. მონინი) აჩვენა, რომ დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრილობა მისი ორბიტის სიბრტყისადმი 1 მლრდ. წლის განმავლობაში 5⁰-ით იცვლება, ხოლო ბრუნვის სიჩქარე იმავე პერიოდში 20%-ით კლებულობს. აქედან გამომდინარე ცხადია, რომ დღე-ღამის ხანგრძლივობა ათასწლეულში 0,017 წმ-ით იზრდება. ამდენად, დედამიწა თურმე ადრე უფრო სწრაფად ბრუნავდა თავისი ღერძის გარშემო, ხოლო ღერძის დახრილობა შედარებით ნაკლები იყო, რაც მეტეოროლოგიური ელემენტების წლიური და დღეღამური ამპლიტუდების სიმცირეს განაპირობებს. ამავე დროს, ჰაერის ტემპერატურა ეკვატორსა და პოლუსებს შორის ხანგრძლივად იზრდებოდა და ატმოსფეროს ცირკულაციაც ინტენსიური ხდებოდა. ცხადია, რომ ეს მოვლენები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენდა დედამიწის ჰავაზე.

დედამიწის კლიმატის ცვლილება შეიძლება დაუკავშირდეს პოლუსებისა და კონტინენტების მდებარეობათა ცვლილებებს. ამ გადაადგილებებს კლიმატის მკვეთრი ცვლილებები მოსდევდა, რომელიც თავის ანარეკლს ჰავის ზონების სივრცობრივ გადაადგილებაში პოვებდა. კერძოდ, პოლარული განედების კონტინენტებზე გამყინვარების განვითარებას დათბობის ეპოქების მონაცვლეობა მოსდევდა. ბოლო ათეული მილიონი წლების განმავლობაში დედამიწის კლიმატური ცვლილება (გამყინვარება) დაკავშირებულია (აკად. მ. ბუდიკო) ნახშირორჟანგის რაოდენობის შემცირებასთან. XX საუკუნეში მიმდინარე ჰავის ცვლილებები კი (აკად. თ. დავითაია) აეროზოლის რაოდენობის ზრდას უკავშირდება.

ადამიანი თავისი საქმიანობით უარყოფით გავლენას ახდენს კლიმატურ პირობებზე. მართალია, ჯერ კიდევ ეს გავლენა გლობალურ მასშტაბებს ვერ აღწევს. ასე, მაგალითად, დიდი ქალაქების ფარგლებში გარეუბნებთან შედარებით ჰაერის ტემპერატურა ზამთრობით მხოლოდ 2-4⁰-ითაა მეტი. თუმცა, მომავალში მოსალოდნელია ჰავის გლობალური ცვლილებები, რომელიც დედამიწის სითბური ბალანსის დარღვევასთანაა დაკავშირებული. მეცნიერთა შეფასებით, დედამიწის ხელოვნური „გახურება“ უკვე მიმდინარეობს და მზიდან მიღებული ენერგიის 1 %-ს შეადგენს. რა შეიძლება გამოიწვიოს ამ მოვლენამ? ერთ-ერთი ჰიპოთეზით საუკუნის დასაწყისში უკვე ტემპერატურის ზრდას შეუძლია პოლარული მყინვარების გადნობა და ჰავის სრული შეცვლის გამოწვევა. მეორე ჰიპოთეზა მოღრუბლულობის ერთიორად გაზრდასა და მზის რადიაციის დედამიწაზე შემოსვლის მკვეთრ შემცირებას გულისხმობს, რაც ახალი მყინვარული ეპოქის დასაწყისს მოასწავებს.

ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ზრდის თანამედროვე ტენდენციის შენარჩუნებით, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის (საქართველოს განედებში) 0,5⁰-ით აწევა. თერმული რეჟიმის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი (2-2,5⁰-ით) ზრდა არქტიკაშია მოსალოდნელი. ჰავის პროგნოსტიკული მოდელის ეს სცენარი ფაქტობრივად განხორციელდა კიდევაც. მეცნიერთა ვარაუდით XXI -ის დასაწყისში ჰაერის ტემპერატურა კიდევ უფრო საგრძნობლად მოიმატებს, რაც დედამიწის მყინვარული საფარების დნობასა და მსოფლიო ოკეანის დონის 3-5 მ-ით აწევას განაპირობებს.

განსხვავებული ცვლილებებია მოსალოდნელი ზომიერი განედების მყინვარებზე. კავკასიისა და შუა აზიის მყინვარებს უახლესი 50 წლის განმავლობაში ნალექების რაოდენობის გაზრდის გამო, შემცირების ტენდენცია სრულებით არ ექნებათ.

გლობალური დათბობის საერთო ფონზე დედამიწის ცაკლესური რეგიონების კლიმატის ცვლილებას მობაიკური ხასიათი გააჩნია. ნათქვამი დასტურდება საქართველოს კლიმატური პირობების ცვლილების გამოკვლევებითაც. კერძოდ, აღმოსავლეთ საქართველოში, რომელიც ხასიათდება ძირითადად სემიარიდული ტიპის ლანდშაფტებით, ძირითადად დათბობა აღინიშნება. დასავლეთ საქართველოში კი, სადაც ჭარბობს ჰუმიდური ლანდშაფტები, ტემპერატურის კლება

მიმდინარეობს. ასეთ, მცირე ტერიტორიაზე კლიმატური ცვლილებების არსებითი განსხვავებები გამოწვეულია ლანდშაფტური პირობების სხვადასხვაობით. არაერთგვაროვანი ბუნებრივი ლანდშაფტები განსხვავებული არეკვლადობის თვისებებით, ანუ განსხვავებული ალბედოთი ხასიათდებიან. ალბედო მნიშვნელოვნად მცირდება ჰუმიდური ტიპის ლანდშაფტებში. არიდულობის გაძლიერებით კი ალბედო იზრდება. ამიტომ, არიდული ლანდშაფტების რეაქცია გლობალური დათბობის მიმართ უფრო მაღალია ვიდრე ჰუმიდური ლანდშაფტების შემთხვევაში.

ერთგვაროვანი ბუნებრივი ლანდშაფტების კლიმატის ცვლილების მასშტაბები რეგიონულ ნიშნებს ატარებენ, მაგრამ ამ ცვლილებების მიზეზები გლობალური ხასიათისაა. ამიტომ, ბუნებრივ ლანდშაფტებში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების შეფასება მისი გლობალური განვითარების კანონზომიერებას ემყარება. მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მიერ შემუშავებული კლიმატის გლობალური ცვლილების სცენარებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ XXI ს-ში ჰუმიდური ლანდშაფტების გავრცელების არეალში დათბობის პროცესი შედარებით ნელი, ხოლო არიდული რეგიონებში სწრაფად უნდა წარიმართოს.

გლობალურ დათბობას უკავშირდება კაცობრიობის უმნიშვნელოვანესი პრობლემა – გაუდაბნობა, რომელიც სახნავე-სათესი მიწების დეგრადაციისაკენაა მიმართული და გამოწვეულია კლიმატური და ანთროპოგენური ფაქტორებით. გაუდაბნობა – მსოფლიოს ერთ-ერთი სოციალურ-ეკონომიკური და გარემოდაცვითი პრობლემაა. ამის დასტურია, გაეროს (1977 წ.) მიერ მიღებული გაუდაბნობის საწინააღმდეგო სამოქმედო გეგმა. მოგვიანებით (1992 წელი), გაეროსადმი მიმართვის (რიო-დე-ჟანეირო) პასუხად, პარიზში (1994 წ. 17 ივნისი) გენერალური ასამბლეას მიერ მიღებული იქნა გაუდაბნობასთან ბრძოლის კონვენცია.

ამჟამად, გაუდაბნობას განიცდის პლანეტის სარწყავი მიწების 80 %-ზე მეტი. ასეთივე საშიშროება ემუქრება ურწყავი მიწების საგრძნობ (170 მლნ. ჰა) ფართობს. გაუდაბნობის საშიშროების წინაშე მსოფლიოს 110 ქვეყნის 860 მლნ. კაცი, ანუ მთელი მოსახლეობის თითქმის 15 % იმყოფება. გაუდაბნობის ძირითადი წარმომქმნელი ფაქტორი გვალვებია, რაც მოსავლიანობის საგრძნობ დაცემას იწვევს. იგი, პერიოდულად გამოვლინდება ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში, შუა აზიაში, ახლო აღმოსავლეთში, დასავლეთ აფრიკაში, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში. შედარებით ნაკლებია გვალვები ხმელთაშუა ზღვის აუზში, დასავლეთ ევროპაში, აფრიკის აღმოსავლეთ ნაწილში.

სასოფლო-სამეურნეო მიწების დეგრადაციის ძირითადი მიზეზი ადამიანის არაგონივრული სამეურნეო მოქმედებაა, რაც არარაციონალურ მიწათსარგებლობასა და მცენარეული საფარის განადგურებაში გამოიხატება. მას ხელს უწყობს ანთროპოგენური ქარისძიერი ეროზია (დეფლაცია), სარწყავი მიწების დამლაშება და ტექნოგენური გაუდაბნობა. ამ მხრივ, საქართველოს მიწის საფარგულებიც არ არის გამონაკლისი. ქვეყნის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში 3000 კმ² ფართობი მუდმივი გვალვის ქვეშაა მოქცეული. ინტენსიურია გაუდაბნობა კახეთისა და ქვემო ქართლის

რეგიონებშიც. გვალვის საწინააღმდეგოდ მეცნიერთა მიერ შეზღუდვა ნაღებების ხელისაწყოვით გამოყენების მეთოდი.

ამგვარად, დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი მთავარი კომპონენტი – ატმოსფერო, წარმოადგენს რა მეტეოროლოგიური და კლიმატური პროცესების კერასა და მათი განვითარების არენას – ნივთიერებათა ურთიერთშეღწევისა და ურთიერთმოქმედების საუკეთესო მაგალითად გამოდგება. ამავე დროს, ატმოსფერო ასრულებს რა გეოგრაფიულ ფუნქციებს – წარმოადგენს ქიმიური რეაქციების, ორგანიზმების ცხოველმყოფელობის, სითბური რეჟიმის შენარჩუნების, ფოტოქიმიური მოქმედების, ბუნების ელემენტების წრებრუნების, ატმოსფერული მოვლენებისა და სინოპტიკური მდგომარეობის, სიცოცხლის წარმოშობისა და შენარჩუნების აუცილებელ და უნიკალურ ბუნებრივ ლაბორატორიას, რომლის თანამედროვე განვითარების ტენდენცია მთლიანად განსაზღვრავს გეოგრაფიული გარსის, როგორც სისტემის მდგრადობას.

დასკვნები

1. დედამიწის ჰაერის გარსი – ატმოსფერო, გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანესი აიროვანი გარსი, თავისი აგებულებისა და შედგენილობის მრავალფეროვნების გამო წარმოადგენს რა მეტეოროლოგიური და კლიმატური პროცესების გავრცელების არეალს, დედამიწის ჰაერის ელემენტების ზონალური გავრცელების სფერო;

2. ატმოსფეროს წარმოშობის ხანგრძლივი პროცესი მოიცავს პირველადი წყალბად-ჰელიუმიანი შემადგენლობის, რთული ევოლუციის გზით, ამოღ-ჟანგბადიანი ჰაერის გარსად გარდაქმნას, რომლის ბოლო ეტაპზე, ფოტოსინთეზის მექანიზმის ხელშეწყობით პირობების გავლენით, სიცოცხლის რთული ფორმების გაჩენა გახდა შესაძლებელი;

3. მზის სხივები ატმოსფეროში განიცდიან რა რთულ გრანსფორმაციას, შთანთქმული და გაბნეული რადიაციის, აგრეთვე საკუთარი გამოსხივების წყალობით მიღწეულია სათბურის (ორანჟერული) ეფექტი, რაც დედამიწის ზედაპირის დამატებითი გათბობის წყაროს წარმოადგენს, რომლის განუხრელი ზრდა ატმოსფეროში, წყლის ორთქლისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მატების კვალდაკვალ – როგორც ჰაერის გარსის პალეოგეოგრაფიული სურათის აღდგენის, ისე პროგნოსტიკული მოდელის შემუშავების საფუძველს წარმოადგენს;

4. ატმოსფეროში შემოსული მზის ენერგიის ბალანსურ-ბიოქეტიური ანალიზი ნათლად უჩვენებს, არა მარტო გლობოსფეროს რადიაციულ და სითბურ პარამეტრებს, არამედ სახეზეა დედამიწის

არაერთგვაროვანი (წყლის, თოვლის, მცენარეული საფარის, ნიადაგების) ზედაპირის შესაბამისი მაჩვენებლების ფიზიკური განზომილებები, რომლის სივრცითი და დროითი ცვლილებები დედამიწის პლანეტარულ ნიშნებითაა შეპირობებული, და განედური ზონალობისა, თუმცა, ოკეანური დინებებისა და ატმოსფერული ცირკულაციის მუდმივი პროცესი სითბოს (ტენის) განუწყვეტელი გადანაწილებისა და ტემპერატურული კონტრასტების შემსუბუქებისკენაა მიმართული;

5. ატმოსფეროს დინამიკური ნიშნებიდან გამომდინარე სახეზეა ჰაერის ტემპერატურის განაწილების, ბარიული რელიეფის ზოგადი სურათისა და ქართა სისტემის ჩამოყალიბების – ამ სამი ურთიერთდამოკიდებული მოვლენის ზონალური განაწილება, რომლის ერთიანი ჯაჭვის რგოლები ლოკალური თანმიმდევრულობითაა დალაგებული: დედამიწის მრგვალი ფორმა – მზის რადიაციის არათანაბარი განაწილება; რადიაციის განაწილების სურათი – ჰაერის ტემპერატურის ზონალური გავრცელება; ტემპერატურის განაწილების ხასიათი დედამიწის ბრუნვასთან ერთად – ბარიული რელიეფის არაერთგვაროვნება; წნევის არათანაბარი გადანაწილება – ჰაერის ცირკულაციის ზონალური სურათის ფორმირება;

6. ატმოსფერული წნევების მუდმივი არეალების ფორმირებასთან დაკავშირებულია პასაგებისა და დასავლური ქარების გაბატონება, რომლებიც დედამიწის ბრუნვის გამო ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში გადაიხრებიან მარჯვნივ, ხოლო სამხრისპირა მხარეს – მარცხნივ, წნევის ცვალებად არეალებს კი მუსონური ცირკულაცია მოსდევს, რომელსაც სეზონური ხასიათი აქვს ჩამოყალიბებული. ადგილობრივი ფაქტორები, (ზღვები, ტბები, მყინვარები, ჭაობები, მთები, ვაკეები) ჰაერის ლოკალური ცირკულაციის მეშვეობით, ადგილობრივი ქარების – ბრიზების ფიონების, მთა-ხეობური ქარების, ბორასა და სხვათა წარმოშობას განაპირობებენ;

7. ატმოსფერული სინოციკლის, მოღრუბულობისა და ნალექების ზონალური გავრცელებიდან გამომდინარე სახეზეა არა მარტო ამ სიდიდეების ურთიერთკავშირები, არამედ გამომჟღავნებულია მათ შორის მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულებები და სამივე მათგანის შეხამება ტემპერატურის ზონალურ განაწილებასა და ატმოსფეროს ცირკულაციასთან;

8. დატენიანების კოეფიციენტის მიხედვით (ატმოსფერული ნალექებისა და აორთქლების სიდიდეების შეფარდება) დედამიწის ზედაპირზე გამოყოფილი სინოციკლის ბალანსის დადებითი და უარყოფითი არეალები შეესაბამება რა ნოტიო და მშრალ რაიონებს, ასევე ზონალობის ნიშნებს ატარებს;

9. ატმოსფეროს დინამიკური ნიშნებით შეპირობებული ამინდისა და კლიმატის სივრცე-დროითი რეჟიმი ატარებს რა ზონალურ ხასიათს, დამოკიდებულია გეოგრაფიულ ფაქტორებზე, ჰაერის სარტყლები და მათი შესაბამისი ზონები განედური გავრცელების კანონზომიერებას ამჟღავნებენ, თუმცა მთიან ქვეყნებში აშკარაა ვერტიკალური კლიმატური სარტყლობრიობის გამოვლინება;

10. ატმოსფეროს გაბინძურების მთავარი წყარო – ადამიანთა საზოგადოების სამეურნეო საქმიანობა დღითი დღე უფრო სახიფათო ხდება, რომელთა გამოვლინება უმთავრესად ოზონის ფენის განადგურებისა და გაუდაბნოების ტენდენციისაა, რომლის უგულვებელყოფა საშიში დაყოვნებაა, ხოლო არაგონიერი ჩარევა – სახიფათო ქმედებაა.

უფრო მაღალი სიმკვრივე წყალს $+4^{\circ}$ -ის დროს აქვს, ხოლო ტემპერატურის შემცირებისას – სიმკვრივე თანდათანობით 10-11 %-ით მაგულობს.

ბუნებრივი წყლები ქიმიურად სუფთა არასდროს რჩება, რადგან იგი გამხსნელი უნარით ხასიათდება. ამიტომ, დედამიწაზე უფრო მღაშე ოკეანური წყალია გაბატონებული. წყალში გახსნილია თიოქმის ყველა ქიმიური ელემენტი. თუმცა, უფრო მეტად 45 ელემენტი გვხვდება. წყალში გახსნილი ნივთიერებათა კონცენტრაციას მარილიანობას უწოდებენ, რომელიც პრომილეში (5 ‰) იზომება და მთელის მეათასედ, ანუ პროცენტის მეათედ ნაწილს შეადგენს. მარილიანობის მიხედვით იცვლება ბუნებრივი წყლების ფიზიკური (ტემპერატურა, სიმკვრივე) თვისებები. ამჟამად, უკვე დანამდვილებით ცნობილია, რომ ბუნებრივი წყლების წარმოშობა დაკავშირებულია დედამიწის ნივთიერი შემადგენლობის გარდაქმნისას, წყლის ორთქლის თანდათანობით გამოყოფასთან. შესაძლებელია, რომ ეს პროცესი ამჟამადაც კი მიმდინარეობს.

ჰიდროსფეროს მთლიანი მოცულობა 1386,0 მლნ. კმ³-ს აღწევს. ბუნებრივი წყლების დიდი უმეტესობა (96,5 %) მსოფლიო ოკეანეშია მოქცეული. წყლის ობიექტებიდან ალსანიშნავია მინისქვეშა წყლებისა და თოვლმყინვარული (2,5 %-მდე) საფარის არსებობა ხმელეთზე. სწორედ, ამ ობიექტებშია მოქცეული მტკნარი წყლის მსოფლიო მარაგის ძირითადი მასა, რომელიც კაცობრიობის წყლის რესურსების სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს.

ჰიდროსფეროს – დედამიწის წყლის გარსს, რამდენიმე ნაწილად აჯგუფებენ. მათ შორისაა მსოფლიო ოკეანე და ზღვების წყლები. ხმელეთის წყლები მოიცავს მდინარეებს, ტბებს, ჭაობებს, მყინვარებსა და მინისქვეშა წყლებს. ბუნებრივ წყლებში გაერთიანებულია, აგრეთვე ატმოსფერული ორთქლი, თოვლის საფარი და მზრალი გრუნტის ყინულებში დაცული წყლები.

მსოფლიო ოკეანე – ჰიდროსფეროს უმთავრესი ნაწილია. მას უკავია პლანეტის ზედაპირის დიდი (70,8 %) ნაწილი და პრაქტიკულად ბუნებრივი წყლების უწყვეტ გარსს ქმნის. გეოგრაფიული პარადოქსია, მაგრამ ფაქტია, რომ დედამიწაზე, ანუ პლანეტაზე რომელსაც მინა ჰქვია, წყალი უფრო მეტია, ვიდრე საკუთრივ ხმელეთი (მინა). ადამიანმა თავის საცხოვრისს დედამიწა ალბათ იმიტომ შეარქვა, რომ თვითონ ცხოვრობს მინაზე (ხმელეთზე), აქვე არსებობს, საქმიანობს და ფაქტობრივად მისი შვილობილია. წყალი კი, ხატოვნად რომ ვთქვათ – „ზეციური ნაბოძებია“ ადამიანისადმი. ხმელეთზე (მინაზე) კაცობრიობის არსებობა კი მთლიანად ოკეანეზეა (წყალზეა) დამოკიდებული.

ოკეანე – ტენზონის უმთავრესი კვანძია იმ სისტემაში, რომელიც ოკეანე-ატმოსფერო-კონტინენტების ურთიერთმოქმედებათა კავშირებს მოიცავს. იგი უდიდეს გავლენას ახდენს იმ ფაქტორებზე, რომლებიც დედამიწის ზედაპირის სითბური რეჟიმის ჩამოყალიბებას იწვევენ. აღნიშნული ბუნებრივი სისტემა პლანეტარული გამათბობელისა და თერმორეგულიატორის ფუნქციებს ასრულებს. ამავე დროს, ოკეანე – ბიოლოგიური და მინერალური რესურსების

საგანძურია, საკონცენტრაციის კავშირების საშუალებაა, ხვალისდელი დღის – კაცობრიობის მომავლის განმსაზღვრელი ფაქტორია.

ერთიანი მსოფლიო ოკეანე გეოგრაფიულ გარსში სითბოს მარაგის შენახვის როლს ასრულებს. მისი ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა $17,4^{\circ}$ -ია, ანუ პლანეტის ჰაერის საშუალო ტემპერატურაზე 3° -ით მეტია. ოკეანეში სითბოს დიდი მარაგი აიხსნება მისი წყლის მაღალი სითბოტევადობით. ამ მხრივ, ყველაზე თბილი ($19,1^{\circ}$) – წყნარი ოკეანეა, ინდოეთის ოკეანის წყლის სითბოს საშუალო მაჩვენებელი 17° -ია, ხოლო ატლანტის ოკეანისა კი ოდნავ ($16,9^{\circ}$) დაბალია. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ოკეანური წყლის ტემპერატურა რამდენადმე მეტია, მის მოპირდაპირე აკვატორიასთან შედარებით. ეს მოვლენა, წყლის სითბოტევადობის გავლენასთან ერთად, გამოწვეულია სხეულის არათანაბარი განაწილებით, სამხრეთ ნახევარსფეროში მძლავრი მდინარის არსებობითა და მოპირდაპირე პოლარულ მხარეში ზღვების მეტ-ნაკლები იზოლირებით.

მსოფლიო ოკეანის ზედაპირის ტემპერატურის ცვლილება შეუდარებლად ნაკლებია, ვიდრე კონცენტრაციის ჰაერის წლიური ტემპერატურის რყევა. ოკეანის უმცირესი ტემპერატურა -2° -ს შეადგენს, ხოლო უდიდესი $+38^{\circ}$ -ს აღწევს, ტემპერატურის დღე-ღამური რყევას კი 1° -ზე მეტი არ არის. კონცენტრაციის ჰაერის ტემპერატურის სეზონური ცვლის აბსოლუტური მაჩვენებელი ოკეანურ ანალოგს 2,5-ჯერ აღემატება.

რაც შეეხება მსოფლიო ოკეანის ქიმიურ რეჟიმს, აღსანიშნავია, რომ მასში გახსნილია მყარი მინერალური ნივთიერებები, გაზები და ორგანული მატერიის დიდი ნაწილი. წყლის საერთო ქიმიურ კონცენტრაციაზე გავლენას ახდენენ მტკნარი წყლების შემოღობვა, ზედაპირიდან აორთქლება, ატმოსფერული ნალექების მოსვლა, ყინულების წარმოშობა და ღნობა. ამ მხრივ, დიდი როლის შესრულება უწევს, აგრეთვე ცოცხალ ორგანიზმებს. ფსკერული ნალექების წარმოშობა და დაშლა განაპირობებს ხსნარების მყარი ნივთიერებების შემადგენლობის ცვლას. ორგანიზმების სუნთქვა, ფოტოსინთეზი და ბაქტერიების მოქმედება განაპირობებს ზღვის წყლებში გახსნილი გაზების რაოდენობის ცვლას. აღნიშნული ცვლილებების მიუხედავად, ოკეანის წყლის მარილიანობა საკმაოდ მდგრადი თანაფარდობითა და მისი სიდიდის მუდმივობით გამოირჩევა. ოკეანის წყლის მარილიანობაში განუზომლად ჭარბობს ნატრიუმისა (NaCl) და მაგნიუმის (MgCl) ქლორიდები (88,7 %), რაც წყლის 31%-იან მარილიანობაში გამოვლინდება. რაც შეეხება სულფატებისა (MgSO_4 , CaSO_4 , K_2SO_4) და კარბონატების (CaCO_3) უმნიშვნელო რაოდენობას – მათი წილი 11,3 %-მდე აღწევს, რაც მხოლოდ 4 % შეადგენს. ამდენად, ოკეანის წყალში უმთავრესად ქლორიდები განსაზღვრავენ მარილების როგორც საერთო კონცენტრაციას, ისე წყლის მწარე – მარილიან მლაშე გემოს.

ოკეანის ცოცხალი სამყარო. მსოფლიო ოკეანე – ცოცხალი ორგანიზმების გავრცელების სფეროა. ოკეანის წყლის მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობების გამო, აურაცხელი და მრავალგვარია მისი მცხოვრები ორგანიზმები. წყლის ცხოველებს აქვთ უნარი ისუნთქონ წყალში

გახსნილი ჟანგბადით. მრავალი ორგანიზმი ჩონჩხის გარეშე არსებობს, ზოგი ფსკერზეა განთავსებული, ნაწილი კი მთელი სიცოცხლე მხოლოდ მცურავ მდგომარეობაში იმყოფება.

ოკეანის ცოცხალი სამყარო მჭიდრო კავშირშია წყალში სინათლის არსებობასთან. ჯერ ერთი, სინათლე აუცილებელია მწვანე მცენარეულობის კვლავნარმოების (ფოტოსინთეზის) მიზნით, მეორეც – ამ მცენარეულობის მომხმარებლები, ანუ კონსუმენტები, თუმცა არა უშუალოდ სინათლის წყალობით არსებობენ. ამავე დროს, ოკეანის სიღრმეში დღეთა ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ღამისას, ვიდრე ამას ადგილი აქვს ხმელეთზე. ეს მოვლენა განპირობებულია ოკეანის წყალში სინათლის არეკვლის მაღალი მაჩვენებლით. ასე, მაგალითად, კუნძულ მაღეირასთან წყლის 20 მ-ის სიღრმეზე, დღის ხანგრძლივობა 4 სთ-ით უფრო მოკლე აღმოჩნდა, ვიდრე თვით კუნძულზე, ხოლო 40 მ-ის სიღრმეზე დღემ მხოლოდ 15 წთ შეადგინა. უფრო ღრმად – ღამის წვედიაღია გამეფებული. ამდენად, ოკეანის მხოლოდ ზედაპირული (100 მ-მდე სიღრმის) ფენაა წყალმცენარეების გაფორმების სფერო. უფრო ღრმად, სიბნელეში, წვედიაღის გამძლე ფლორა ჭარბობს. სრულ სიბნელეში კი მხოლოდ ცხოველები ბინადრობენ. სინათლის რეჟიმთანაა დაკავშირებული წყალში მცხოვრები ორგანიზმების ფერი, რომელიც ხშირად – გარემომცველი ბუნების დარად არის „შეფერადებული“.

წყლის ფლორა და ფაუნა გარემოს სიბნელე რეჟიმთანაც მჭიდროდაა დაკავშირებული. ოკეანის ბინადართა არსებობას, სწორედ, მისი გემპერატურის თანაბრობიერება განსაზღვრავს: ცხოველთა ნაწილი დაბალი გემპერატურისაგან თავს იცავს და სხეულს ცხიმების სქელი ფენით იფარავს; ზომიერ სარტყელში წყლის ბინადართა გამრავლებისათვის ხელსაყრელი პირობები წყლის მხოლოდ თბილ სეზონშია; სეზონების მიხედვით იცვლება აგრეთვე პლანქტონის შემადგენლობა და მისი რაოდენობა (პროდუქტიულობა).

ოკეანის წყლის მარილიანობა განსაზღვრავს მის გარემოში ბინადართა სახეობრივ შემადგენლობას. თუკი წყლის ბინადართა ერთი ნაწილი მხოლოდ მტკნარ საცეცხეში ცხოვრობენ, მეორე ჯგუფი მაღალ მარილიანობასაა შეგუებული. ოკეანის ან ზღვის მარილიანობის შეცვლის შედეგად ფაუნისა და ფლორის გადაშენების ფაქტები მრავლად გვაქვს დედამიწის გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში. ამ მოვლენას ხშირად იყენებენ პალეოგეოგრაფიული სურათის აღსადგენად. ამ მხრივ, საინტერესოა *Cardium edule*-ს მორფოლოგიური სხვადასხვაობა ზღვის მარილიანობის ცვლილებასთან დაკავშირებით. ასევე დადგენილია, რომ წყლის ორგანიზმების სიცოცხლის რეგულირება დაკავშირებულია არა მარტო მარილების კონცენტრაციასთან, არამედ თვით მათი ქიმიურ შემადგენლობასთან.

წყლის ორგანიზმების შინაგანი და გარემოს წნევითა ურთიერთობანი განსაზღვრავს მათი ბინადრობის ადგილსა და სივრცეს ოკეანის სიღრმეში. ამავე დროს, ორგანიზმებს უჩნდებათ წყლის გარემოში გადაადგილების (ცურვის) სხვადასხვაგვარი უნარი. ამ უნარსა და ორგანიზმების საკუთარი ხვედრითი წონის ურთიერთშეთარღვით, ცხოველებს თავისი მორფოლოგიური

(სფეროსებური, დისკოსებური, ჩხირისებური, ბაბთისებური, ძაფისებური) ნიშნები და განსაკუთრებული ფორმები (მხვლეგავები, საცეცები, გამონაზარდები, სხივები) უჩნდებათ. მჭიდრო კავშირია შემჩნეული ცხოველთა მორფოლოგიურ თავისებურებებსა და მათი გადაადგილების ფორმებს, აგრეთვე მოძრაობის სიჩქარეებს შორის. ოკეანის ბინადართა ნაწილს სანიჩბავი ბერკეტები (კუ, პინგვინი, ლომვეშაპი, სელაპი) აქვთ განვითარებული, ხოლო მეღუმეები რეაქტიული პრინციპით (წყლის ჭავლისებური გამოვლება) მოძრაობენ.

ამგვარად, მსოფლიო ოკეანის წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თავისებურებათა მრავალფეროვნების გამო, მიზეზ-შედეგობრივი გამოვლინება საკმაოდ რთულია, თუმცა კანონზომიერებასაა დამორჩილებული ოკეანის ბინადართა მორფოლოგიური თავისებურებანი და ქცევის (მოძრაობა, ბინადრობის წესი, სიჩქარე, გავრცელების სიღრმე და სხვ) ნორმები.

ისტორიულად, მიღებულია ერთიანი მსოფლიო ოკეანის ცალკეულ ნაწილებად დაყოფა. ამ მხრივ, გამოყოფენ: ოკეანეებს, ზღვებს, ყურეებს, უბეებს, სრუტეებს, ლიმანებს და ა.შ. ოკეანეთა მორფოლოგიური მაჩვენებლების (ცხრილი VI. 2) მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ მათი გრანდიოზულობისა და სიღრმითი დანაწევრების სირთულეებზე. არსებობს არცთუ საღ ამრს მოკლებული შეხედულება წყნარი, ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების სამხრეთი პერიფერიის – ანტარქტიკული აკვატორიის ცალკე, სამხრეთ ოკეანედ გამოყოფის მიზანშეწონილობის შესახებ. იგი განსაკუთრებული ღინამიკური და თერმული რეჟიმებითა გამოირჩევა. ამის მოუხედავად, ეს საკითხი, მიუღებელი შეხედულება, ჯერ კიდევ, განხილვის საგანი მხოლოდ ერთხელ იყო გამხდარი.

ცხრილი VI.2.

ოკეანეების მორფომეტრიული მაჩვენებლები

ოკეანეთა დასახელება	სარკის ფართობი, მლნ. კმ ²	სიღრმეები მ-ში	
		საშუალო	უდიდესი
წყნარი	179,68	3984	11022
ატლანტის	93,36	3926	8742
ინდოეთის	74,92	3897	7130
ჩრდილოეთი ყინულოვანი	13,10	1205	5449

ოკეანეებისა და კონტინენტების არათანაბარი განაწილება განედებისა და ნახევარსფეროების მიხედვით, სპეციალური – არა მხოლოდ გეოგრაფიული გამოკვლევის ობიექტია. ამავე დროს, ბუნებრივი პროცესების ფორმირების გათვალისწინებით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ობიექტების მასებს. ამ მხრივ, დიდი მნიშვნელობისაა საკუთრივ ჰიდროსფეროს მასისა (ცხრილი VI. 3) და გეოგრაფიული გარსის გეოსფეროების შესაბამისი სიდიდეების ურთიერთშედარება.

ცხრილი VI.3.

გეოგრაფიის, დედამიწისა და გეოგრაფიული გარსის მასები (კგ-ში)
(კ. მარკოვის მიხედვით, 1978)

დედამიწა	ლითოსფერო	გამოფიგვის ქერქი	ჰიდროსფერო	ატმოსფერო	ცოცხალი ნივთიერება	გეოგრაფიული გარსი
5975×10^{24}	3×10^{22}	$1,8 \times 10^{21}$	$1,4 \times 10^{21}$	$5,15 \times 10^{18}$	$6,4 \times 10^{15}$	$3,2 \times 10^{21}$

როგორც ჩანს, გეოგრაფიული გარსის მნიშვნელოვანი ნაწილი (43 %) ჰიდროსფეროს უკავია, ხოლო ატმოსფეროსა და ბიოსფეროს ხვედრითი წილი შეუდარებლად უმნიშვნელოა. ცხადია, რომ ძირითადი მასა (56 %) ლითოსფეროშია მოქცეული. ასევე მნიშვნელოვანია გამოფიგვის ქერქის მასის სიდიდეც. აქვე მივუთითებთ, რომ გეოგრაფიული გარსის მასა, მისი ზუსტი საზღვრების გაურკვეველობის გამო, მიახლოებითაა გამოთვლილი. აღსანიშნავია, რომ გეოგრაფიული თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია მსოფლიო ოკეანის არა მარტო საერთო მასის მაჩვენებელი ($1,4 \times 10^{21}$), არამედ მისი ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თავისებურებანი, რომლის მიხედვით ერთიანი ბუნებრივ-აკვალური კომპლექსი იქმნება. მას, ოკეანური წყლის მასას უწოდებენ. მსოფლიო ოკეანის წყლის მასებს ხმელეთზე თავიანთი ბუნებრივ-გეოგრაფიული კომპლექსები შეესაბამება. ამავე დროს, ოკეანეებში წყლების მასებს შორის საზღვრები, ხმელეთის კომპლექსებთან შედარებით, ნაკლები სიმკვეთრითაა გამოსახული. ასევე, განსხვავებულია ოკეანის წყლის მასებისა და ხმელეთის კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურა. ამ მხრივ, ხმელეთისაგან განსხვავებით, ოკეანეების სიღრმეში ოთხი ძირითადი წყლის მასა ანუ სტრუქტურული (ზედაპირული, გარდამავალი, სიღრმითი და ფსკერული) ზონები გამოიყოფა.

ზედაპირული სტრუქტურული ზონა დაახლოებით 300 მ-ის სიღრმემდე ვრცელდება. ამ ზონის წყლები აქტიურად ურთიერთქმედებენ ატმოსფეროსთან. მას, ზოგჯერ ოკეანურ ტროპოსფეროსაც კი უწოდებენ. წყლის ურთიერთქმედების გამო, ზედაპირული ფენა მდიდარია ჟანგბადითა და ნახშირბადის დიოქსიდით, რაც განსაზღვრავს მის საკმაოდ მრავალფეროვან ორგანულ სამყაროს. ამავე დროს, წყლის ზედაპირული მასა ფიზიკური თავისებურებებისა და მარილიანობის მკვეთრ ცვლილებებსაც განიცდის, რომლის მთავარი მიზეზი ატმოსფეროსთან ურთიერთობის მაღალი მაჩვენებელია. ზედაპირული წყლები განიცდიან დინების გავლენასაც, რომლებიც ინვერსი სპეციფიკური წრებრუნვის არსებობას.

გარდამავალი სტრუქტურული ზონა 300-დან 2000-მდე მეტრის სიღრმის დიაპაზონშია გავრცელებული. ამ ზონის პოლარული აკვაცორია შედარებით მაღალი გემპერატურით ხასიათდება. ეს გეოგრაფიული პარადოქსი წყლის ზედაპირზე სქელი (100 მ) სისქის ყინულის ფენით გადაფარვასთანაა დაკავშირებული, რომელსაც დაბალი გემპერატურა და მარილიანობა ახასიათებს. ქვემოთ - წყლის ფენა „დაცულია“ გაცივებისაგან.

სიღრმითი წყლის მასები ოკეანის უდიდეს მოცულობით ნაწილს იკავებენ. მათთვის დამახასიათებელი გემპერატურა 2-3⁰-ის ფარგლებში მერყეობს. ოკეანის ღრმა წყლის გემპერატურასა და მარილიანობას სეზონური ცვლილებები არ ახასიათებს. ასევე მუდმივია ჟანგბადისა და სხვა ქიმიური ელემენტების შემადგენლობა, რომელთა შესაძენევი ცვლილება უფრო ზედაპირული ფენისთვისაა დამახასიათებელი.

ფსკერული წყლის მასები ოკეანეების უმეტესად ყველაზე ღრმა ნაწილს მოიცავს. მათი ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობა ზედაპირული პოლარული წყლის ცივი ფენების დაძირვასთანაა დაკავშირებული. ამიტომ, ამ ფენის წყლის გემპერატურა შედარებით დაბალია. თუმცა, ოკეანის ფსკერული წყლების მეორე - ქვედა ფენაში წყლის გემპერატურის ოდნავი ზრდა შეინიშნება, რასაც მიწის წიაღის სითბოს ოკეანეში შემოსვლას უკავშირებენ.

დასახელებული წყლის მასები ერთმანეთისაგან მკვეთრი საზღვრებით კი არ არიან გამოყოფილი, არამედ მათ შორის საკმაოდ სქელი (გრცელი) გარდამავალი და საკონტაქტო ფენები, ანუ ოკეანური ფრონტებია ფორმირებული. წყლის სხვადასხვა მასებს შორის წარმოდგენილი კონტაქტის ზოლი კორიანტელისებური მოძრაობით ხასიათდება. ამ მხრივ, განასხვავებენ წყლის ციკლონურ და ანტიციკლონურ კორიანტელებს. ოკეანური ფრონტები მაღალ დინამიურობასა და არამდგრადობას იჩენენ. აქვე, შეინიშნება სიცოცხლის მეტი აქტიურობა და ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნება.

განხილული წყლის მასებიდან, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, ყველაზე უფრო დიდი მნიშვნელობის ზედაპირული სტრუქტურული ზონაა. ატმოსფეროსთან უშუალო კონტაქტისა და იოლი ურთიერთმოქმედების მიმდინარეობა, მის ზედაპირზე, წყლის განედური მასების რთული სტრუქტურის ჩამოყალიბებას განსაზღვრავს. ამ მხრივ აღსანიშნავია:

1. *ეკვატორული წყლის მასა* გემპერატურისა (26-28⁰) და მარილიანობის (33-35 ‰) მაღალ მაჩვენებელთან ერთად, ჟანგბადის შედარებით დაბალი კონცენტრაციითა (3-4 გრ/მ³) და, შესაბამისად, ცოცხალი ორგანიზმების ფორმების მცირე გაჯერებულობით ხასიათდება;

2. *ტროპიკული წყლის მასა* ორ (ჩრდილოეთი და სამხრეთი ტროპიკული) ნაწილად იყოფა. ორივე მათგანის ზედაპირული წყლის გემპერატურა 18-დან 27⁰-მდე მერყეობს, მარილიანობა ეკვატორულთან შედარებით ოდნავ მეტია (34,5-35,5 ‰), ხოლო ჟანგბადის შემცველობა თითქმის (2-4 გრ/მ³) უცვლელია.

3. *სუბტროპიკული წყლის მასები* (ჩრდილოეთი და სამხრეთი ნახევარსფეროები) გემპერატურა 15-დან 28⁰-მდე განიცდის ცვლილებას, ხოლო მარილიანობა (35-37 ‰) და ჟანგბადის შემცველობა, დაბალი განედების შესაბამის მაჩვენებელთან შედარებით, კიდევ უფრო (4-5 გრ/მ³) მაღალია.

4. *სუბარქტიკული და სუბანტარქტიკული სუბპოლარული წყლის მასების გემპერატურა* შედარებით დაბალია ($5-20^{\circ}$), ხოლო ჟანგბადის კონცენტრაცია, დაბალი განედების წყლის მასებთან შედარებით, პირიქით – კიდევ უფრო ($4-6$ გრ/მ³) იზრდება, თუმცა მარილიანობის მაჩვენებელი ($34-35$ ‰) – კლებულობს. აღნიშნული ბუნებრივი პირობების თანათარდება განსაზღვრავს ცოცხალი ფორმების საკმაოდ მთავარ როლს სიმდიდრეს. აქ წარმოდგენილია თევზების, ჭუჭუნოვანების (ვეშაპი, სელაპი და სხვ.), ფრინველებისა და სხვ. დიდი მრავალფეროვნება. სწორედ, წყლების ამ მასებზე მდებარეობს ძირითადი სარეწაო რაიონები;

5. *არქტიკული და ანტარქტიკული პოლარული წყლის მასები* დაბალი ($+5$ -დან -2° -მდე) გემპერატურით ხასიათდება. ასევე, დაწეულია ($32-34$ ‰) წყლის მარილიანობა, თუმცა ჟანგბადის კონცენტრაცია ($5-7$ გრ/მ³) საკმაოდ მაღალია. ამავე დროს, თითქმის მთელი წლის განმავლობაში აკვავებულია ყინულითაა დაფარული. თუმცა, ამის მიუხედავად, მაღალი განედების წყლის მასები ცოცხალი ორგანიზმების სიმდიდრითაა გამორჩეული. ცოცხალი ფორმების მრავალფეროვნება განსაკუთრებით კონტაქტურ (კლდოვანი ნაპირები, ყინულის პირი და სხვ.) ზონებში შეიმჩნევა.

აღსანიშნავია, რომ განედური მიმართულებით ოკეანური წყლის მასების სივრცობრივი სტრუქტურის ზემოაღნიშნული სურათი უცვლელი სრულებითაც არაა. იგი, მუდმივ ცვლას განიცდის როგორც სივრცობრივი მიმართულებით, ისე დროითი (სეზონური) ხასიათის მიხედვით. ამ ცვლილებების მთავარი განმაპირობებელი ფაქტორებია ატმოსფეროს ცირკულაციისა და ჰაერის გემპერატურის, აგრეთვე ოკეანური დინებებისა და ვერტიკალური შერევის სივრცე-დროითი ცვლილებათა გამოვლინებები. ამდენად, წყლის მასების განაწილების მოგანილი სქემა საშუალო, ზოგადი ხასიათის მაგარებელია და ყოველ კონკრეტულ ფაქტორს ადვილად შეუძლია შესაბამისი ცვლილების შეტანა.

მსოფლიო ოკეანის წყლის ბალანსი. გეოგრაფიული თვალსაზრისით, დიდი ინტერესით განიხილავენ მსოფლიო ოკეანის წყლის ბალანსის მსვლელობის ზოგად თავისებურებებს. ნაწილობრივ, მას ფიზიკური გეოგრაფიის ტეორიული საფუძვლების სახელმძღვანელოს შესაბამის ნაწილში შევხებით. ამჯერად, წარმოვადგენთ წყლის ბალანსის ელემენტების რაოდენობრივ (ცხრილი VI. 4) მაჩვენებლებს, რომლის ზოგადი ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის (505×10^{12} მ³) მოცულობის დიდი ნაწილი (91 %) ატმოსფერული ნალექების სახით ისევ ოკეანეს უბრუნდება, ხოლო დანარჩენი 97×10^{12} წყლის (9 %) მოცულობის კომპენსაციას ხმელეთის ზედაპირული ჩამონადენი ახდენს. ხმელეთზე მოსული ატმოსფერული ნალექების 60 % აორთქლებას განიცდის, ხოლო დარჩენილი ორი მეხუთედი – მდინარეული ჩამონადენის სახით ისევ ოკეანეს უბრუნდება.

ცხრილი VI.4.

წყლის ბალანსი

მდებარეობა, რეგიონი	ფართობი, კმ ²	ნალექები		აორთქლება		ჩამონადენი ოკეანეში	
		მმ	მ ³	მმ	მ ³	მმ	მ ³
მთლიანი დედამიწა	510x10 ⁶	1130	577x10 ¹²	1130	577 X10 ¹²	–	–
მსოფლიო ოკეანე	361x10 ⁶	1270	458 X10 ¹²	1400	505 X10 ¹²	130	47x10 ¹²
ხმელეთი	149 X10 ⁶	800	119 X10 ¹²	485	72 X10 ¹²	315	47x10 ¹²
მათ შორის:							
გარე ჩამონადენის არეალი	119 X10 ⁶	924	110x10 ¹²	529	63 X10 ¹²	395	47x10 ¹²
შიდა ჩამონადენის არეალი	30 X10 ⁶	9	9 X10 ¹²	300	300 X10 ¹²	–	–

როგორც ჩანს, დედამიწაზე წლის განმავლობაში 45-ჯერ უფრო მეტი ატმოსფერული ნალექი მოდის, ვიდრე იგი წყლის აორთქლების სახით ჰაერში ერთდროულად იმყოფება. ცხადია, რომ იმავე დროის განმავლობაში ატმოსფერული წყლის განახლებას 45-ჯერ, ანუ დაახლოებით ყოველ 8 დღე-ღამის განმავლობაში უნდა ჰქონდეს ადგილი. საგრძნობი გეოგრაფიული მნიშვნელობისაა მსოფლიო ოკეანის წყლის ბალანსის განედური (ცხრილი VI. 5) სტრუქტურა, რომლის ელემენტები - აორთქლებისა და ატმოსფერული ნალექების თანაშეფარდება, კონტინენტური ჩამონადენის სიდიდითაა კომპენსირებული. ოკეანის წყლის ბალანსის შემადგენელი სიდიდეების თანაფარდობა განსაზღვრავს წყლის მარილიანობის განედურ სხვადასხვაობას. კონტინენტური ჩამონადენის 10 % ოკეანის კონტინენტურისპირა რაიონებშია დამახასიათებელი, მაშინ როცა ღია ოკეანეში მას ნალექებისა და აორთქლების თანაფარდობა განსაზღვრავს. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში აორთქლება 119,9 სმ/წწ, ხოლო ნალექები 116,7 სმ/წწ გოლია; სამხრეთ ნახევარსფეროში ეს სიდიდეები შესაბამისად 113,0 სმ/წწ და 91,6 სმ/წწ უდრის. ზომიერი და პოლარული განედების წყლის ბალანსში მნიშვნელოვანია მტკნარი წყლის შემოსავლისა და გასავლის სიდიდეები, რომელსაც ადგილი აქვს ყინულების დნობისა და გაჩენის (ფორმირების) დროს.

ცხრილი VI. 5.

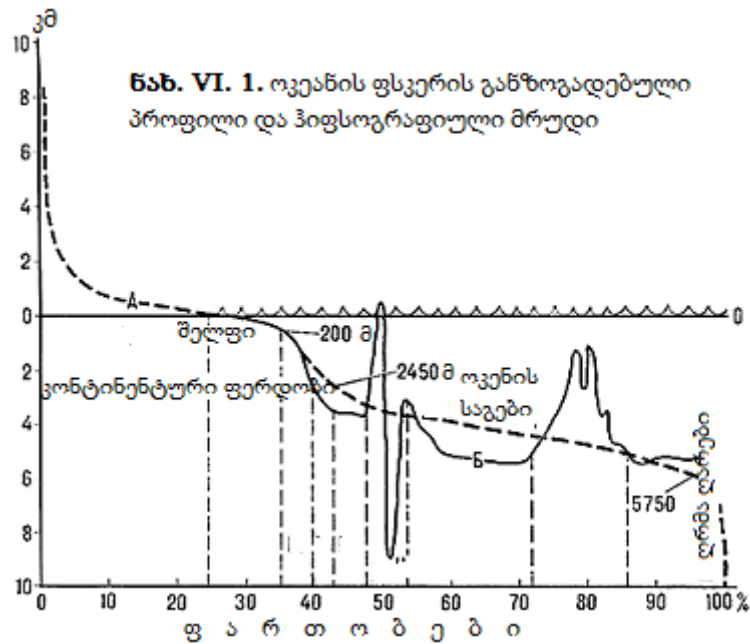
მსოფლიო ოკეანის წყლის ბალანსი განელების მიხედვით
(გეოგრაფიული ენციკლოპედია, 1962 წ.)

განედი	აორთქლება	ნალექები	ჩამონადენი	განედი	აორთქლება	ნალექები	ჩამონადენი
ჩრდ. ნახ. სფერო				სამხრ.ნახ. სფერო			
60-50	105	57,4	27,7	60-50	91,5	62,2	29,3
50-40	114	86,3	25,0	50-40	105,6	95,1	10,5
40-30	96,2	121,2	59,6	40-30	87,5	128,8	40,9
30-20	81,5	141,1	24,1	30-20	83,5	144,2	60,7
20-10	124,7	127,0	66,0	20-10	98,6	162,1	63,5
10-0	193,0	134,0		10-0	119,3	134,0	14,9
ჩრდ. ნახ. სფერო 60°							
სამხ. ნახ. სფერო 60°	112,7	102,4	10,3		112,7	102,4	10,3

მსოფლიო ოკეანის ფსკერი. ხმელეთის რელიეფის შესწავლასთან ერთად, კაცობრიობის ყურადღება ოდითგანვე ოკეანის ფსკერისკენაც იყო მიპყრობილი. უხსოვარი დროიდან, მეზღვაურები ოკეანეებისა და ზღვების სიღრმეებს პრიმიტიული ლოკით ზომავდნენ. ცხადია, რომ ამ ხერხით განსაზღვრული სიღრმეები მიახლოებით სიზუსტესაც კი იყვნენ მოკლებულნი. მოგვიანებით, წყალში ბგერის გავრცელების პრინციპის მიხედვით, ექოლოგის გამოყენებამ საკმაოდ გაათავსოვა წარმოდგენა ოკეანის ფსკერის რელიეფის (ტოპოგრაფიის) შესახებ. გამოირკვა, რომ ოკეანის ფსკერის რელიეფი არა თუ ჩამორჩება ხმელეთის ზედაპირის უსწორმასწორობას, არამედ ვერტიკალური დანაწევრების რთული მოზაიკით, ამ უკანასკნელს, რამდენადმე აჭარბებს კიდევაც. ბათიგრაფიული მრუდის (ნახ. VI. 1) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ თუკი ხმელეთის უმაღლესი მწვერვალების სიმაღლეები მხოლოდ ცხრა კილომეტრამდეა აზიდული, ხოლო მათი უმეტესობათა პიკები 6-7 კმ-ის ნიშნულამდე ვრცელდება - ოკეანის ფსკერის ათეულობით ღრმაწყლიანი, რეალისტური და გრძელი (ათასეული კილომეტრებით) ღარები 8-9 კმ-ის სიღრმემდე ეშვებიან, ხოლო ზოგი მათგანი (იპონიის, ფილიპინების, მარიანის) 10-11 კმ-ზე უფრო ღრმა ნიშნულებს აღწევენ.

ოკეანის ფსკერის რელიეფისა და ხმელეთის ზედაპირის შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ არაერთგვაროვანი იერ-სახე აქვთ ჩამოყალიბებული. ამ განსხვავების გამოძნევი მიზეზები იმაში მდგომარეობს, რომ მიწის ზედაპირზე არა მხოლოდ ტექტონიკური ძალები, არამედ მზის ენერგიით გამოწვეული ფაქტორები (ქარი, წყლები, ყინული) მოქმედებენ. ამ ფაქტორებიდან, არც ერთი მათგანი ოკეანის ფსკერზე გავრცელებული არ არის. მიწის ზედაპირულ გრავიტაციულ პროცესებს

ოკეანის ფსკერზე ტექტონიკურ-ვულკანური ძალებით შეპირობებული წყალქვეშა მეწყრული მოვლენები თუ შეედრება. მინერალური და ორგანული ნივთიერების დალექვა პირიქით – არსებული უსწორმასწორობის მონიველიერებასა და მობრტყელება-მოვლუვებას იწვევს. ამის მიუხედავად, მსოფლიო ოკეანის მორფოლოგიური იერსახე ერთგვაროვანი სრულებით არ არის. მთელი რიგი ნიშნების მიხედვით ოკეანის ფსკერის ტოპოგრაფიაში უმსხვილესი გეომორფოლოგიური ელემენტები გამოიყოფა: წყალქვეშა კონტინენტური კიდე, ოკეანური საგები, წყალქვეშა ოკეანური ქედები, ღრმანწყლიანი ღარები.



წყალქვეშა კონტინენტური კიდე, კონტინენტიდან ოკეანეში გარდამავალ ზონას განეკუთვნება და ორ ტიპად (ატლანტური და წყნაროკეანური) იყოფა. პირველ მათგანს მიეკუთვნება ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანე, ატლანტიკის ჩრდილოეთი და სამხრეთი ნაწილები, ინდოეთის ოკეანე, წყნარი ოკეანის ანტარქტიკული განაპირა ზოლი. ამ ტიპის წყალქვეშა კიდეების მორფოლოგიური თავისებურება მის შედარებით სუსტ დანაწევრებაში მდგომარეობს. იგი, რელიეფის შედარებით მარტივი ელემენტებისაგან (სანაპირო ზონა, შელფი, კონტინენტური კალთა, კონტინენტური ძირი) შედგება.

სანაპირო ზონა – საზღვარია ოკეანესა და ხმელეთს შორის. ამ ზონაში მიმდინარეობს ოკეანის გალღური მოქმედება და მათ მიერ შესაბამისი რელიეფის ფორმირება. თუმცა, რუკებზე ეს ზონა კლაკნილი სანაპირო ხაზითაა გამოსახული, იგი მაინც უფრო მეტ-ნაკლებად ფართო ზოლია, რომლის ფარგლებში ხმელეთი და ზღვა მჭიდრო ურთიერთმოქმედებაში იმყოფება. ამავე დროს, სანაპირო ზონის ფორმირებაში მონაწილეობას ლეზულობს მოქცევა-მიქცევის მოვლენა, ზოგიერთი ორგანიზმების მოქმედება, მდინარეთა შესართავეები და მინის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობები, გეოლოგიური აღნაგობა და პირველადი რელიეფის აგებულება.

შეღები – ოკეანის ყველაზე უფრო მარჩხი ზოლია. იგი ოკეანის მიმდებარე კონტინენტის განაპირა ვაკის დაძირულ ნაწილს წარმოადგენს. ამიტომ, მისი ზედაპირი სუბაერალური წარმოშობის კონტინენტური რელიეფის ფორმების გავრცელებით ხასიათდება. მათ მიეკუთვნება დაძირული ზღვიური ტერასები და სანაპირო ხაზები, მყინვარული ბორცვები, აბრაზიული ვაკეები, დაძირული ხეობები. შეღების ოკეანისაკენ მდებარე გარე კიდე მკვეთრი გადაღუნვით (შეღების წარბი) კონტინენტურ ფერდობში გადადის. გადაღუნვის ხაზი უმთავრესად 200 მ-ის სიღრმეზე მდებარეობს, ხშირად კი 100-130 მ-დან 300-500 მ-ის სიღრმეზეა წარმოდგენილი, ზოგჯერ 800-1000 მ-ის სიღრმემდეც კი (ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანე) ვრცელდება.

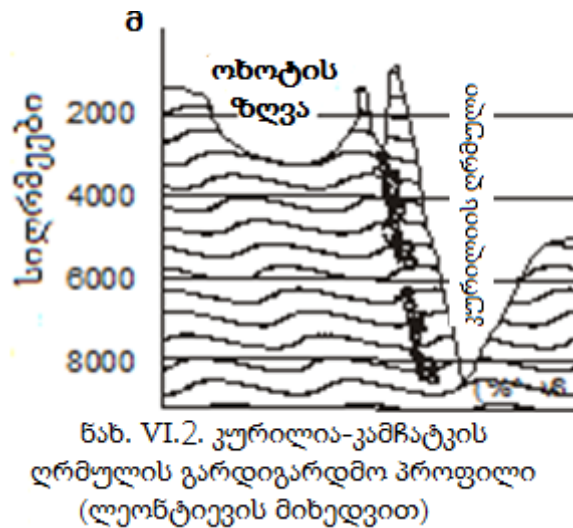
კონტინენტური კალთა ოკეანის ფსკერის შედარებით ვიწრო ზოლია, რომელიც შეღების წარბის საზიდან 2000-2500 მ-ის სიღრმემდე (ზოგან 3000 მ-მდე) ვრცელდება. შეღების კიდედან ბექობისაკენ გადასვლა მკვეთრია, ხოლო დახრილობის მაჩვენებელი (ზოგან 12-15°) საკმაოდ მაღალი. ფერდობის ზედაპირი წყალქვეშა კანიონებითაა დასერილი, რომელთა მიერ ფორმირებული ციცაბო ფერდობიანი ღრმა (1000 მ და უფრო მეტი) ხეობები ბრტყელი და ვიწრო კალაპოტით ხასიათდება. წყალქვეშა კანიონები, არცთუ იშვიათად, შეღებისა და კონტინენტური ძირის ზედაპირსაც სერავენ.

კონტინენტური ძირი – დამრეცად დახრილი ან სუსტად ტალღობრივი ვაკეა, რომელიც მოქცეულია კონტინენტურ ფერდობსა და ოკეანის საგებს შორის. მისი სიგანე რამდენიმე ათეულ და ასეულ კილომეტრს აღწევს, ხოლო სიღრმე 2000-2500 მ-დან 3000-3500 მ-ის სიღრმეთა ღიაპაზონშია მოქცეული. ზედაპირი გადაფარებულია 5-5,5 კმ-ის სიმაღლის ნალექებით, რომელთა არსებობა დაკავშირებულია ნგრეული მასალის ტრანსპორტირებით სუსპენზიური ნაკადებისა და წყალქვეშა მწყერების მიერ.

*წყალქვეშა ოკეანური კიდე*ს მეორე – წყნაროკეანური ტიპი გამოირჩევა თავისი რელიეფის ტექტონიკური აქტივობითა და რელიეფის მკვეთრი დანაწევრებით, რაც გამოხატულია ინტენსიური ვულკანიზმით, მიწისძვრებითა და როგორც ამგებელი სუბსტრატის, ისე ზედაპირის მძლავრი დეფორმაციებით. ოკეანის ფსკერისაკენ გადასვლა აქ, უფრო რთულია. განაპირა ზღვების ღრმულების გავლით კუნძულებრივი რკალები შემოსაზღვრულია ღრმა წყლის ღარებით. პირველი მათგანი ოვალური ფორმის დებრესიას წარმოადგენს და 3-5 კმ-ის სიღრმეზე ვრცელდება.

კუნძულთა რკალები – წყლის ზედაპირზე ამოზიდული მთიანეთების მწვერვალები და თხემებია, რომლებიც ძირითადად წყნარ ოკეანეშია (ალეუტის, კურილიის, იაპონიის, მარიანის) გავრცელებული. მათ გვერდით, როგორც წესი, ღრმა და ვიწრო წყალქვეშა ღარებია (ნახ. VI. 2) ფორმირებული, რომელთა გარდигარდმო პროფილში ყოველთვის შეინიშნება ასიმეტრიული ფორმა. თანაც, კუნძულთა რკალისაკენ მიმართული ფერდობი უფრო ციცაბოა (10-15°), ხოლო საწინააღმდეგო მხარეზე შედარებით დამრეცი (2-3°) კალთაა ფორმირებული.

ოკეანის საგები – გიგანტური წარმონაქმნი. მას მსოფლიო ოკეანის ზედაპირის ნახევარზე მეტი (200 მლნ. კმ²) ფართობი უკავია და 3,5-4,0-დან 6,0-მდე კილომეტრის სიღრმის დიაპაზონშია გავრცელებული. მის ფარგლებში ოკეანური ტიპის მინის ქერქია წარმოდგენილი და ვაკე ზედაპირის ფონზე გამოირჩევა დიდი მაღლობები (დარვინის მაღლობი, წყნარი ოკეანის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში), იზოლირებული მთები და გორაკ-ბორცვიანი რელიეფი, რომლებსაც ვულკანურ წარმონაქმნებად თვლიან. ოკეანურ საგებს კვეთავენ ვულკანური და ლოდა ქედები.



ატლანტის ოკეანეში, წყალქვეშა საგები შუა ოკეანური ქედის ორივე მხარეზე, ერთმანეთის პარალელურად ვრცელდება. თვით ქედები კი ფართო ღრმულებითაა დასერილი. მათ გვერდით მთიანეთები და ვაკეებია გავრცელებული. რელიეფური თვალსაზრისით, გამოყოფენ ბრტყელ და ბორცვიან აბსალურ ვაკეებს. თუკი პირველი მათგანი გლევი ტოპოგრაფიით ხასიათდება, ბორცვებს ვულკანური გენეზისი და უსწორმასწორო ზედაპირი შეესაბამება. მათი ნაწილი კუნძულთა სახითაა (ჰავაის, აზორის, გრისტან-და-კუნიას) გამოვლენილი. აქვე ვხვდებით ბრტყელმწვერვალებიან წყალქვეშა მთებს – ჰაიოტებს, ვულკანური გენეზისის სხეულებს, რომელთა მწვერვალები ოკეანური აბრაზითაა გადაჭრილი.

წყალქვეშა ქედები – ოკეანეთა ფსკერზე ერთიან პლანეტარულ სისტემას ქმნის, რომლის ჯამური სიგრძე 60 ათას კილომეტრს აღემატება. მათი „თხემები“ ოკეანის საგებიდან (კალაპოგიდან) 5-6 კმ-ითაა ამოწეული, ხოლო სიგანე 1000-2000 კმ-ით განისაზღვრება. ამ ქედების თხემური ნაწილის – რიფტების რღვევითი გენეზისის შესახებ უკვე ვისაუბრეთ.

ზღვები. ოკეანეთა ვრცელი აკვატორიის განაპირა ნაწილი ზღვების, უბეებისა და ყურეების სახელწოდებითაა ცნობილი. ზღვა, თავის მხრივ, ოკეანის ნაწილია, რომელიც ხმელეთში მეტ-ნაკლებადაა შეჭრილი. სშირად იგი, ოკეანისაგან წყალქვეშა ფსკერის ზღურბლითაა გამოყოფილი და საკუთარი ჰიდროლოგიური რეჟიმი გააჩნია. ზღვების მდებარეობისა და ჰიდროლოგიური რეჟიმის მიხედვით გამოყოფენ შიდა, ნახევრად ჩაკეტილ და ჩაკეტილ ზღვებს. სშირად, მხოლოდ მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ შიდა და განაპირა ზღვებს. ცხადია, რომ შიდა ზღვები

ხმელეთში ღრმად შეჭრილია, ხოლო განაპირა ზღვები – კონტინენტების გასწვრივ მდებარეობენ და ღია ოკეანესთან უშუალო კავშირით ხასიათდებიან. შიდა ზღვების ჯგუფს მიეკუთვნება ხმელთაშუა, შავი, აზოვის, წითელი, ბალტიის ზღვები. კონტინენტში ღრმად შეჭრილი ზღვები ოკეანეებთან გაძნელებული (ვინრო სრუტეები) კავშირითა და, ამიტომ, საკუთარი ჰიდროლოგიური რეჟიმით (მარილიანობა, თერმობა, ღელვა, დინებები) ხასიათდებიან. განაპირა ზღვები აზიის აღმოსავლეთ სანაპიროზე (ბერინგის, ოხოტის, იაპონიის) გავრცელებული.

თავის მხრივ, შიდა ზღვები იყოფა კონტინენტთაშორის მოქცეულ და კონტინენტში შეჭრილ ზღვებად. პირველ მათგანში შემავალი ზღვები ხმელეთის უზარმაზარ ნაწილებს გამოყოფენ ერთმანეთისაგან. ასე, მაგალითად, ევროპისა და აფრიკის გამომყოფ აკვატორიას ხმელთაშუა ზღვა წარმოადგენს. წითელი ზღვა კი აზიისა და აფრიკის კონტინენტებს შორისაა მოქცეული. რაც შეეხება ხმელეთში ღრმად შეჭრილ (შავი, ბალტიის) ზღვებს, მათი თავისებურებები ოკეანეებთან შედარებით საკმაოდ განსხვავებულია. ასე, შავი ზღვის მარილიანობა ოკეანესთან შედარებით თითქმის ორჯერ ნაკლებია, ხოლო ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის აუზის ზღვების შესაბამისი მაჩვენებელი კიდევ უფრო მცირეა.

კუნძულთაშორის მოქცეული ზღვების, დიდი ნაწილი (სულუ, სულავესი, ბანდა, იაგანის, საფუ, სერამ) ღია ოკეანისაგან კუნძულთა ჯაჭვითაა შემოსაზღვრული. ამ ზღვებს, საკუთარ ჰიდროლოგიურ რეჟიმთან ერთად, უფრო ოკეანური ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები აქვთ შენარჩუნებული.

ზღვის ფსკერზე ადგილი აქვს დანალექი წარმონაქმნების დაგროვებას. მათი სახეებია: გერგენული მასალა – ქანების ნგრევის პროდუქტებისაგან მიღებული ნაყარი; ბიოგენური – ზღვიური ორგანიზმების ჩონჩხის ნარჩენები; ქეძოგენური მასალა, რომლის მიღება მიმდინარეობს ზღვის წყლისა და ფსკერის ქიმიური პროცესების შედეგად.

ზღვები ორგანული სამყაროს საცხოვრისიცაა. მათი ცხოვრების არელების მიხედვით გამოიყოფა: *ბენტონი* – ფსკერული ცხოველები; *პლანქტონი* – პასიურად მცურავნი; *ნექტონი* – აქტიურად მოძრაობნი და *ბატერები* – წყლის სფეროს განუსაზღვრელ არეალში მოძინადრენი.

სანაპიროები და პლაჟის ბოლოები. ოკეანეებისა და ზღვების, ასევე ტბებისა და დიდი წყალსატევების სანაპიროები – ხმელეთისა და აკვატორიის გამომყოფი ხაზითაა წარმოდგენილი. ეს უკანასკნელი წყლის კიდე (რომელიმე დონის) საშუალო მრავალწლიურ მდგომარეობას გვიჩვენებს, სანაპიროს განვითარების ამა თუ იმ ტიპითაა განსაზღვრული და განვითარების რომელიმე სტადიას ასახავს. სანაპირო ხაზის გასწვრივ ფორმირებული შედარებითი ვინრო ბოლი, სანაპირო ზონის სახელწოდებითაა ცნობილი. იგი სამი გეომორფოლოგიური ელემენტისაგან (ნაპირი, სანაპირო წყალქვეშა ფერდობი და პლაჟი) შედგება.

ნაპირი – ხმელეთის ბოლია, რომელზედაც ფორმირებული რელიეფის ფორმები და დაგროვილი ნაყარი მასალა შექმნილია ზღვის მიერ მისი თანამედროვე საშუალო მრავალწლიური დონის შესაბამისად. აბრაზიულ ნაპირებზე ნაპირისა და, შესაბამისად, სანაპირო ზონის ზედა (გარე)

საზღვარი კლიფის (სანაპირო ფლატე) პირზე გადის. აკუმულაციურ ნაპირებზე კი აღნიშნული საზღვარი თანამედროვე წყალზედა ზღვიური ტერასის კიდეც მიუყვება.

წყალქვეშა სანაპირო ფერდობი – ნაპირზე დაბლა, ზღვის მარჩხ ფსკერზე მდებარეობს, თანამედროვე დონის პირობებში ფორმირებული ნაყარი მასალითაა აგებული და მეზორელიეფის ფორმების გავრცელების არცთუ ვიწრო ზოლს წარმოადგენს. ნაპირსა და წყალქვეშა სანაპირო ფერდობს შორის, ზღვიური შტორმების დროს, ზვირთცემის ნაკადის წარმოქმნას აქვს ადგილი. ზვირთცემის მთავარი შედეგი – ნაყარის ნაპირის გასწვრივი გადაადგილებაა.

თუკი, ზვირთცემის ზოლში შემოსული მასალის რაოდენობა უფრო მეტია ვიდრე მისი გასვლა ამ მონაკვეთიდან, მაშინ საკმაოდ ცვალებადი რელიეფის აკუმულაციური წარმონაქმნის – პლაჟის ფორმირებას ექნება ადგილი. მისი ამგებელი მასალა ძირითადად ხმელეთიდან მდინარეთა ეროზიული მოქმედების შედეგად ზღვისპირეთებამდეა ტრანსპორტირებული. ამავე დროს, პლაჟის მასალის გენეზისი ზღვისპირა ფლატეებისა (კლიფი) და წყალქვეშა სანაპირო ფერდობების მკვერივი შრეების (კლიფი) აბრაზიულ მოქმედებებს, ან კიდევ, ბიოლოგიურ პროცესებს უკავშირდება.

ამჟამად, ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროები საკმაოდ ათვისებულია: მსოფლიო მოსახლეობის ერთი მესამედი განსახლებულია ზღვისპირეთების 50 კმ-იან ზოლში. სანაპიროები ე.წ. „ინდუსტრიული ძვრების“ არენაცაა, რომლის წყალობით აქ გაჩაღებულია სანავსადგურო-სამრეწველო კომპლექსების, რეკრეაციული ინფრასტრუქტურის, სატრანსპორტო კომუნიკაციების გაცხოველებული ათვისება, ზრდა და განვითარება. სანაპირო ზონის მეტად მობილურ და მუდმივ ცვლად სისტემის უთავბოლო და არაგონივრული ათვისების პრაქტიკამ მისი ნეგატიური განვითარება გამოიწვია: შემცირდა პლაჟის ზოლები, ზღვა ინტენსიურად შემოესია ხმელეთს, საფრთხის წინაშე აღმოჩნდა სანაპირო ნაგებობანი. ნაპირგამაგრების მიზნით, ხშირად, არამიმანძიმართული ღონისძიებების რეალიზაციამ კიდევ უფრო გააძაფრა მათი მდგომარეობა. სანაპიროების აბრაზიული და მენყრული ნეგატიური მოვლენების 80 %-ზე მეტი ადამიანის არაგონივრული მეურნეობრიობის (შენეხლობის, ნაპირდაცვის არასწორი ათვისების) შედეგია.

პლაჟის ზოლის დეგრადაცია არც საქართველოს შავი ზღვისპირეთისთვისაა (სიგრძე 320 კმ) გამონაკლისი. სანაპიროს დაცვის „ბეგონურმა“ პრაქტიკამ (კედლები, ტალღმკვეთები, ტეტრაპოდები, დიპოდები, ფასონური ბლოკები) ვერც ჩვენ ქვეყანაში გაამართლა. XX ს-ის 80-იან წლებში საქართველოში შემუშავებული „ბუნებრივი“ მეთოდის (პლაჟის დეფიციტის ხელოვნური შევსება) დანერგვამ, სანაპირო პროცესების გონივრული რეგულირება-მართვის პრინციპის დანერგვას დაუდო საფუძველი, რომელმაც მსოფლიო აღიარება მოიპოვა.

ჰიდროსფეროს დაბინძურება. უკანასკნელ ათწლეულებში ზღვის ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ზემოქმედების გაძლიერება გამოიკვეთა. ოკეანეში გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერების გავრცელებამ არა მარტო ლოკალური, არამედ რეგიონალური და გლობალური მასშტაბებიც კი მიიღო. ამიტომ, ოკეანეებისა და ზღვების, აგრეთვე, მათი ბიოტის გაჭუჭყიანება მნიშვნელოვან

საერთაშორისო პრობლემად იქცა. მსოფლიო ოკეანის ძირითად გამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ ნავთობი და ნავთობპროდუქტები, პესტიციდები, სინთეტიკური ნივთიერებანი, ნახშირბადის ნაერთები, მძიმე ლითონები (ვერცხლი, ტყვია, კადმიუმი, თუთია, სპილენძი და სხვ.), ტექნოგენური წარმოშობის რადიოაქტიური ნივთიერებანი.

ნავთობი და ნავთობპროდუქტები მსოფლიო ოკეანის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებებია. ისინი ბუნებრივ წყლებში ძირითადად ტრანსპორტირების დროს ხვდებიან და ზედაპირულ თხელ აპკს წარმოქმნიან.

ნავთობის გაჭუჭყიანების რაიონები ძირითადად ნავთობის ინტენსიური გადამამუშავების რეგიონებსა და შელფურ წყლებს შეესაბამება. ამ მხრივ, განსაკუთრებით აღსანიშნავია საზღვაო ტრასები ახლო აღმოსავლეთიდან იაპონიის მიმართულებით. გაჭუჭყიანების მაღალი დონით გამოირჩევა აგრეთვე იაპონიის, სამხრეთ ჩინეთის, ჩრდილო ზღვები და სპარსეთის ყურეს აკვატორია. აქედან, წყლის დინებების საშუალებით ნავთობი და ნავთობპროდუქტები გადაიტანება ნორვეგიისა და ბარენცის ზღვებში.

პესტიციდები ხელოვნურად შექმნილი ნივთიერებებია, რომლებიც გამოიყენებიან მავნებლებისა და მცენარეთა დაავადებების წინააღმდეგ საბრძოლველად. ამჟამად, მინის ზედაპირსა და ოკეანურ ეკოსისტემებში მოხვედრილია 1,5 მლნ. ტონა მომწამვლელი ნივთიერება. ამ მხრივ, მსოფლიო ოკეანეში გამოიყოფა პესტიციდების გაზრდილი, შემცირებული და ნულოვანი კონცენტრაციის ზონები. გაზრდილი კონცენტრაციის ლოკალური უბნები აღინიშნება არა მხოლოდ გაჭუჭყიანების წყაროებთან განლაგებულ ზონებში, არამედ მათგან საკმაოდ მანძილზე დაშორებულ აკვატორიაშიც. პესტიციდები აღწევენ ოკეანის სიღრმეშიც. მათი შემადგენლობა ზედაპირიდან 100 მ-ის სიღრმეზე თითქმის შეუცვლელია, ხოლო 500 მ-ის სიღრმეზე უკვე თითქმის ორჯერ შემცირება შეინიშნება.

ოკეანეში ხვდება სინთეზური ნივთიერებანი, რომლებიც შეიცავენ ნატრიუმის პოლიფოსფატებს, სილიკატებსა და სხვა გოქსიკურ ნივთიერებებს. მათ განაწილებაში აღინიშნება გაჭუჭყიანების ველების ლოკალიზაცია ჩრდილოეთ ამერიკის, დასავლეთ ევროპისა და აფრიკის შელფურ ზონებში. ღია ოკეანეში მათი კონცენტრაცია მცირდება. სინთეზური ნივთიერებების უმეტესობა თავს იყრის წყლის ზედაპირულ ფენაში. ამავე დროს, ნივთიერებათა მნიშვნელოვანი ხსნადობა და წყლების ვერტიკალური მოძრაობები ხელს უწყობენ მათ ღრმა ფენებში შეღწევას.

აღმოსვლიდან ოკეანურ წყლებში ხვდება მძიმე გოქსიკური მეტალები – ვერცხლი, ტყვია, კადმიუმი, თუთია, სპილენძი და სხვა, რომლებიც დიდ საშიშროებას უქმნიან ზღვის ბიოცენოზებს. ეს ლითონები ძირითადად გავრცელებულია მსოფლიო ოკეანის შელფურ რაიონებში და შიდა ზღვებში. ღია ოკეანეში მათი გავრცელება უმნიშვნელოა. ტყვიის მნიშვნელოვანი კონცენტრაცია აღინიშნება ბალტიის ზღვაში; შედარებით ნაკლებია ჩრდილოეთის ზღვაში; თუთიის კონცენტრაცია განსაკუთრებით მაღალია წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, ხოლო დაბალია სამხრეთ ატლანტიკაში. 1945 წლიდან მიმდინარეობს ოკეანეში ტექნოგენური წარმოშობის რადიოაქტიური

ნივთიერებების დიდი რაოდენობით მოხვედრა. ეს დრო ემთხვევა ბირთვული იარაღის გამოცდის დასაწყისს და ატომური ენერგეტიკის განვითარების თარიღს. მარტო 1948-1962 წლებში ჩატარდა 450 ატომური ბომბის აფეთქება, რის შედეგადაც ატმოსფეროში გავრცელდა აეროზოლების რადიოაქტიური ღრუბელი. რადიოაქტიური ნივთიერებები ოკეანეში ხვდება, აგრეთვე, წყალქვეშა ხომალდებზე დამონტაჟებული ატომური ენერგეტიკული დანადგარებიდან და კატასტროფული ავარიების შედეგად.

როგორც ჩანს, ჰიდროსფეროს გლობალური გაბინძურება ამჟამად კრიტიკულ მაჩვენებლებამდეა მისული. ამიტომ, ბუნებადაცვითი ღონისძიებების შემუშავება და დანერგვა არა მარტო ადამიანთა საზოგადოების უშუალო საცხოვრისის – ხმელეთის, არამედ საჭიროა ოკეანისა და ზღვების აკვატორიის ფარგლებში. ამავე დროს, ოკეანე დაკავშირებულია რა მიზნობრივად ხმელეთთან და ქმნის ერთიან ოკეანე-ატმოსფერო-ლიტოსფერო-ბიოსფეროს სისტემას, ანუ მთლიან ბუნებრივ ორგანიზმს – მისი რაციონალური ათვისება, რესურსების გონივრული გამოყენება, გარემოს აღდგენისა და დაცვის ღონისძიებების შემუშავება და მონიტორინგის ფუნქციის შესრულება – გეოგრაფიული მეცნიერების ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა.

დასკვნები

1. ჰიდროსფეროს უმთავრესი ნაწილი – მსოფლიო ოკეანე წარმოადგენს რა პლანეტის ზედაპირის გაბატონებულ (ლანდშაფტური სისტემის 44 %) და ბუნებრივი წყლების პრაქტიკულად უწყვეტ გარსს, ტენზიონის უმთავრესი კვანძია იმ სისტემაში, რომელიც ოკეანე-ატმოსფერო-კონტინენტების ურთიერთმოქმედებათა კავშირებს მოიცავს და რეალურ გავლენას ახდენს ღედაპირის ზედაპირის სიღრმის რეჟიმის ჩამოყალიბების გამომწვევ ფაქტორებზე, რაც ხელს უწყობს ბუნებრივ სისტემაში პლანეტარული გამათბობელისა და თერმორეგულატორის როლის შესრულებას ბიოლოგიური და მინერალური რესურსების საგანძურის, ასევე საკონტინენტაშორისი კავშირების ფუნქციების არსებობას;

2. მსოფლიო ოკეანის წყლის მრავალფეროვანი ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური ნიშან-თვისებების აღქმის საფუძველზე, როგორც შედეგობრივი გამოვლინება, სახეზეა საკმაოდ რთული, თუმცა გეოგრაფიულ (ბუნებრივ) კანონზომიერებას დამორჩილებული – ოკეანის ბინადართა მორფოლოგიური ნიშნები, ფიზიოლოგიური თავისებურებანი და ქცევის (მოძრაობა, ბინადრობის წესი, გავრცელების სივრცე, გამრავლების ნიშნები და სხვ) ნორმები;

3. ოკეანური წყლის ბუნებრივი თვისებების მრავალგვარობის მიხედვით, ხმელეთზე შექმნილი ბუნებრივ-გერიტორიული კომპლექსების ანალოგიურად, ოკეანის სფეროს ერთიანი ბუნებრივ-

აქვალური კომპლექსი წყლის მასებზე (ზედაპირულ, გარდამავალ, სიღრმითი და ფსკერული) იყოფა, რომლებიც თავისი „ხმელეთური“ ანალოგისაგან სუსტი სიმკვეთრით გამოირჩევიან;

4. მსოფლიო ოკეანის ზედაპირული წყლის მასას, ატმოსფეროსთან უშუალო კონტაქტისა და იოლი ურთიერთმოქმედების შედეგად, წყლის განედური მიმართულებით რთული სტრუქტურის ჩამოყალიბება (ეკვატორული, ტროპიკული, სუბტროპიკული, სუბპოლარული და პოლარული) ახასიათებს;

5. ბუნებაში რეალურად არსებული და გეოგრაფიული თვალსაზრისით მეტად საინტერესო სურათის – ოკეანის წყლის ბალანსის პარამეტრების ანალიზის საფუძველზე დადგენილი ატმოსფერული წყლის განახლების საკმაოდ მცირე პერიოდი (8 დღე-ღამე) მიუთითებს ამ პროცესის გრანდიოზულობაზე, რომლის განედური სტრუქტურა კონტინენტური ჩამონადენის პარამეტრებსა და წყლის მარილიანობის მაჩვენებელთა სივრცობრივ არათანაბრობას განსაზღვრავს;

6. მსოფლიო ოკეანის ფსკერის რელიეფის ვერტიკალური დანაწევრება, თავისი აბსოლუტური მაჩვენებლებით აღემატება რა ხმელეთის ანალოგიურ სიდიდეებს, ამჟამად ოკეანის ფსკერის მინერალური და ორგანული ნივთიერების დაღეწვის გზით, არსებული უსწორმასწორობათა ნივთიერებისა და მობრტყელება-მოგლუვების ტენდენციას ართულებენ, ფილების გლობალური ტექტონიკით შეპირობებული, რიფტული ზონების წარმოშობასთან დაკავშირებული ძლიერი პროცესები, რომლებიც არა მარტო ოკეანეთა ფსკერის სირთულის ზრდას, არამედ თვით კონტინენტების რელიეფის ჩამოყალიბებაში ერთ-ერთ უმთავრეს ფუნქციას ასრულებენ;

7. ოკეანეებისა და ზღვების სანაპიროებზე – ხმელეთისა და წყლის „საჭიროთო ასპარეზი“ ანუ პლაჟის ვიწრო ზოლი აშკარად ასახავს ამ ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ მიმართული პროცესების ურთიერთდამოკიდებულებასა და გამოვლენის თვისებრივ ხასიათს, თუმცა ადამიანთა საზოგადოების მიერ შესაძენი დატვირთვების შედეგად სახეზეა „ინდუსტრიული ძვრების“ რეაქცია, რომლის რეგულირება-მართვის მექანიზმის სადავეები, ამჟამად, ადამიანს ხელში სანდოდ უკავია;

8. ოკეანური წყლების ეკოსისტემების სულ უფრო მზარდი ანთროპოგენური დატვირთვების შედეგად გამოწვეული გაბინძურების წყაროების – ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების, მძიმე ლითონებისა და ტექტონიკური გენების რადიოაქტიური ელემენტების ცოცხალ ორგანიზმებზე (მათ შორის, ადამიანზე) მავნე მოქმედებების კრიტიკულ მაჩვენებელად მისვლის გამო, ერთიანი (ოკეანე-ატმოსფერო-ლითოსფერო-ბიოსფერო) სისტემის - მთლიანი ბუნებრივი ორგანიზმის რესურსების რაციონალური (გონივრული) ათვისება, აგრეთვე წყლის გარემოს აღდგენისა და დაცვის ღონისძიებების შემუშავება და მომავალი თაობებისათვის უანგარო გადაცემა, გეოგრაფიული მეცნიერების უმთავრეს ამოცანას წარმოადგენს.

თავი VII. ღია სივრცე და ღია სივრცის განვითარება

ქირურგიული ნიშნები

მოკლე შინაარსი: ღია სივრცე. ნიშნები შედგენილობა, ამგებელი ქანები და მათი თვისებები. გამომწვევის ქერქი. მინის ქერქის ტიპები. ღია სივრცის ტექტონიკური სტრუქტურები. ანთროპოგენური პროცესები ღია სივრცეში. ანთროპოგენური პროცესების მახასიათებელი თვისებებები. ბუნების კანონზომიერებების ცოდნა და გათვალისწინება. სივრცის და წყლის განაწილება. მსოფლიო ოკეანე-კონტინენტები. ჰიდროგრაფიული მრუდი. დასკვნები.

ღია სივრცე. ნიშნები შედგენილობა, ამგებელი ქანები და მათი თვისებები. ღია სივრცე - დედამიწის „მყარი, ქვის“ გარსია, რომელიც მინის ქერქსა და მანტის ზედა ნაწილს მოიცავს, ვრცელდება ასტენოსფეროს⁷ ზემო ფენამდე და 150-200 კმ-ის სიღრმეზე (ნახ. VII. 1) აღწევს. ღია სივრცე ღრმა რღვევების მიერ ცალკეულ ბლოკებადაა (ღია სივრცის ფილები, თავი IV) დანაწევრებული. მანტიაზე „მოტივები“ ვრცელი ფილები უმოძრაო სრულიადაც არ არიან. სახეზეა მათი ჰორიზონტალური გადაადგილება, რომლის საშუალო სიჩქარე 5-10 სმ/წწ შეადგენს. დედამიწაზე შეიძლება შთამბეჭდავი სიდიდის ღია სივრცის ფილა ვრცელდება: ევრაზიის, წყნაროკეანური, აფრიკის, ინდოეთის, ანტარქტიკის, ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკის.

ცხრილი VII.1.

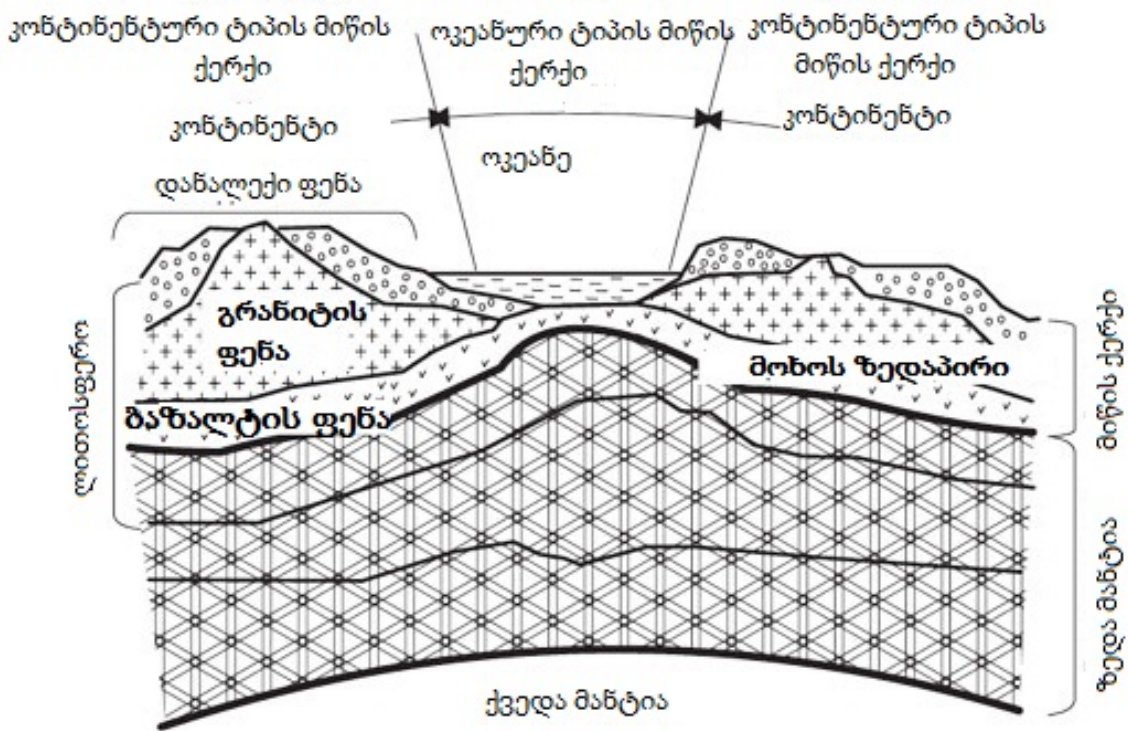
ღია სივრცის ქანების თანათარდება

ქანების დასახელება	მინის ქერქის მოცულობიდან %
მაგმური და მეტამორფული ქანები	
გრანიტები, დიორიტები, ეფუზივები	20,86
კრისტალური ფიქლები, გნეისები	16,91
ბაზალტი, გაბრო, ამფიბოლები	50,34
დანალექი ქანები	
თიხები, თიხა-ფიქლები	4,48
ქვიშები და ქვიშაქვები	3,56
კარბონატული ქანები	3,57
სხვა ქანები	0,28

ღია სივრცის ზედა, შედარებით თხელი ფენის (ცხრილი VII.1) - მინის ქერქის შემადგენლობაში 90-ზე მეტი ქიმიური ელემენტი აღმოჩნდა. თუმცა, მათ შორის, 8 ელემენტი საკმაოდ ფართო გავრცელებას პოულობს. ამ რვა ელემენტის სუბარული წილი საკმაოდ დიდია და 97,2 % შეადგენს. კლებადი ხარისხის მიხედვით, ისინი შემდეგნაირად ლაგდება: ჟანგბადი - 49 %,

⁷ ზედა მანტიის შედარებით პლასტიკური ფენა, რომლის ზედაპირზე „ცურავს“ ზედა მყარი ღია სივრცე.

კაჟი - 26 %, ალუმინი - 7,5 %, რკინა - 4,2 %, კალციუმი - 3,3 %, ნატრიუმი - 2,4 %, კალიუმი - 2,4 % და მაგნიუმი - 2,4 %. ამ ელემენტებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობისაა ჟანგბადი და სილიციუმი (კაჟი). აღნიშნული ელემენტები რთულ ქიმიურ შენაერთებს - მინერალებს ქმნიან, რომელთა რაოდენობა დედამიწაზე 2000 აღწევს. მათ შორის, ფართოდ გავრცელებულთა რიცხვი 400-500 სახეობას მოითვლის.



ნახ. VII. 1. ლითონის მასივი.

მინერალების რთული და კანონზომიერი თანაშეხამებით ქანების ფორმირებას აქვს ადგილი, რომელთა დიდი ნაწილი ცალკეული ფენების (შრეების) სახითაა გავრცელებული. ქანები და მინერალები სამ ნაწილად ჯგუფდება: მაგმატური, დანალექი და მეტამორფული. მათ შორის, პირველი მათგანის წარმოშობა მიწის წიაღში, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში მიმდინარეობს, როცა მაგმის კრისტალიზაციას აქვს ადგილი. მიწის ქერქში, მათი შემდგელობა 95 % აღწევს.

სილიციუმის ოქსიდის შედგენილობის მიხედვით ქანები ოთხ ნაწილად იყოფა: მჟავე (SiO_2 წილი 65 %-ზე მეტია), საშუალო (SiO_2 წილი 65-52 % ფარგლებშია), ფუძე (SiO_2 წილი 52-40 %) და ულტრაფუძე (SiO_2 წილი 40 %-ზე დაბალია). მჟავე მაგმური ქანების შემადგენლობაში (გრანიტები) შედარებით მსუბუქი ელემენტები (Na, K, Al) და მინერალები (მინდვრის შპატები, კვარცი) ჭარბობენ. ფუძე და ულტრაფუძე ქანები (პერიდოტიტები, ღუნიტები) მძიმე ელემენტებისა (Ca, Mg, Fe) და მინერალებისაგან (ოლივინი, ავგიტი) შედგებიან.

ლაგის გაცივების პირობების მიხედვით მაგმურ ქანებს სიღრმით (ინტრუზიული) და ამონთხეულ (ეფუზიური) ქანებად ყოფენ. სიღრმითი (ინტრუზიული) ქანები წარმოიქმნებიან მაგმის ღრმა ფენებში გაცივების შედეგად, ხოლო ამონთხეული (ეფუზიური) ქანების წარმოქმნა ლავის მიწის ზედაპირზე გაცივებასთანაა დაკავშირებული.

დანალექი ქანები - ლედამინის ზედაპირზე შედარებით დაბალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში წარმოიქმნებიან. მათ საწყის მასალას გაცივებით ადრე წარმოქმნილი ქანები წარმოადგენენ, რომელთა შემდგომი გადარეცხვის პროცესში წარმოქმნილი ნგრეული მასალის პროდუქტების გადაგანასა და დალექვას აქვს ადგილი. დანალექი ქანები იყოფა: ნგრეული (ქვიშები, კენჭები), თიხიანი (თიხები), ქიმიური (ქვამარილი, თაბაშირი) და ორგანოგენული (კირქვები, გორფი) წარმონაქმნებად. დანალექი გენეზისი ძირითადი მინერალებია: გალიტი (NaCl), კალციტი (CaCO_3), თაბაშირი ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), კაოლინიტი ($\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot [\text{OH}]_8$).

მეტამორფული⁸ (სახეცვლილი) ქანებისა და მინერალების წარმოშობა მაღალი წნევის, მაღალი ტემპერატურისა და ცხელი გაზების ან ორთქლის ზემოქმედების შედეგად მიმდინარეობს. მეტამორფიზაციას განიცდიან როგორც დანალექი, ისე მაგმური ქანები, როცა ქანების გადაკრისტალის პროცესის პირობებში, ზოლებიანი სტრუქტურისა და აგებულების ახალი ტიპის მინერალების წარმოშობას აქვს ადგილი. მეტამორფიზმის შედეგად ქვიშები ქვიშაქვებად და კვარციტებად, კირქვები - მარმარილოდ, თიხები - თიხაფიქლებად, ხოლო გრანიტები - გრანიტ-გნეისებად გარდაიქმნებიან.

გეოგრაფიული თვალსაზრისით, ლითონთა მინერალური მატარებელი ქანების უმთავრესი დანიშნულება - რელიეფის ფორმების წარმოშობის, განვითარებისა და თანამედროვე დინამიკის პროცესებში მონაწილეობის მიღებაა. ცხადია, რომ რელიეფის იერ-სახის ჩამოყალიბებას წინ უძღვის გეოლოგიური წარსულის ტექტონიკური პირობები და წიაღის ნივთიერი შემადგენლობა, ასევე სუბაერალური კლიმატური ზემოქმედების გამოვლინება. ამიტომ, რელიეფის თანამედროვე სხეულის ფორმირება და მიმდინარე დინამიკური პროცესები ამ ასპექტებთან მჭიდროდ დაკავშირებული იმყოფება. აქედან გამომდინარე, ქანების დაშლისა და დაქუცმაცების ინტენსიურობა მათი ფიზიკური, ქიმიური ასპექტებიდან, ასევე მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული თვისებებიდან გამომდინარეობს. ამიტომ, მათ განხილვას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

ქანების დაშლისა და ნგრევის ინტენსიურობის მსვლელობა მათი ერთგვაროვანი ან არაერთგვაროვანი აგებულებით განისაზღვრება. ამ მხრივ, ერთგვაროვანი აგებულების ქანები, გარე დამანგრეველი ზემოქმედების მიმართ, სხვადასხვაგვარი აგებულების ქანებთან შედარებით, უფრო მეტად მდგრადნი არიან. ასე, მაგალითად, მსხვილმარცვლოვანი გრანიტი, არიდული ჰავის პირობებში, მცირე ზომის ნგრეულ მასალად გარდაქმნას საკმაოდ მცირე დროს ანდომებს. მასიური ქანების სწრაფ დაშლას განაპირობებენ ქანის: გაფართოების სხვადასხვა კოეფიციენტი, ცალკეული

⁸ მეტამორფიზმი (გარდაქმნა, სახეცვლა) - მაღალი ტემპერატურისა და წნევის გავლენით, აგრეთვე ფლუიდების ანუ მაგმის ადვილად მოძრაობის თხევადი და გაზოვანი კომპონენტების ზემოქმედებით, მყარფაზოვანი ქანების მინერალური და სტრუქტურული ცვლილების პროცესი.

მინერალების არაერთგვაროვანი სითბოტეკვალობა, ზედაპირის ხასიათი და შეფერილობა. მუქი ფერის ქანები (ბაზალტი) გათბობისა და გაცივების მსვლელობას უფრო სწრაფად განიცდიან, ვიდრე ღია ფერის სხეულები. ამის გამო, მათ ზედაპირზე ნაპრალების წარმოქმნა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს და, ცხადია, მათი დაშლაც საკმაოდ ინტენსიურად წარიმართება. შედარებით მცირე ზომის ნგრეული მასალა, განსაკუთრებით კი მუქი ფერის ღორღის შედარებით მსხვილი ნატეხები, მცინვარის სხეულის ზედაპირზე მოხვედრის შემთხვევაში, აქტიურად თბება და ყინულში მცირე ზომის „ორმოების“ წარმოშობას უწყობს ხელს. ამიტომ, ე.წ. „მცინვარული ჭიქების“ ანუ მცინვარულ არეალებში ფრიად დამახასიათებელი გლაციალური მიკროფორმების წარმოქმნას აქვს ადგილი, რასაც, თავის მხრივ, მცინვარების აბლაციის გააქტიურება მოსდევს.

ქანების სითბოტეკვალობა და სითბოგამტარეობა. ამა თუ იმ არეალის ამგებელი ქანების მდგრადობის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია მათი სითბოტეკვალობა და სითბოგამტარეობა. ამ მხრივ, ამ ქანების ზედაპირზე ან მათ შიგნით, რაც უფრო მცირეა ამ სიდიდეების მნიშვნელობანი, მათი გათბობისა თუ გაცივების ფაზებში, უფრო შესამჩნევი ტემპერატურული სხვადასხვაობის პირობების წარმოშობას ექნება ადგილი და, შესაბამისად, ასეთი ქანებიც საკმაოდ სწრაფად დაიშლებიან კიდევაც.

ქანების ზედაპირზე მოხვედრილი წვიმისა თუ თოვლის ღნობის შედეგად მიღებული წყლების ჩაჟონვის არაერთგვაროვანი უნარის გამო, მასიური სხეულების მდგრადობის მაჩვენებელიც სხვადასხვა ხასიათის მაგარებელია. ასე, ადვილად ჩაჟონვის უნარის მქონე ქანებში წყლის ზედაპირული ჩამონადენის შემცირებასა და მიწისქვეშა ჩამონადენის ზრდას აქვს ადგილი. ჩაჟონვის უნარი დამოკიდებულია ქანების ფორიანობისა და ნაპრალიანობის სიდიდეებზე. ფორიანი ქანები, როგორც წესი, ნგრეული მასალისაგანაა შემდგარი, მრავალ კაპილარებსა და ფორებს შეიცავს, რომელთა მეშვეობით ბუნებრივი წყლები ნიადაგ-გრუნტში ადვილად ჩაიჟონება ხოლმე. ასეთ ქანებს წარმოადგენენ ქვიშები, ქვიშნარები. მასიური აგებულების ქანებს წყლის გატარების მცირე უნარი გააჩნიათ, თუმცა მათი დანაპრალიანების შემთხვევაში, წყლის ჩაჟონვის პროცესი სწრაფად იზრდება. ასე, მაგალითად, ვულკანური საფარის ბაზალტებს, თავისი დაბალი პლასტიურობის გამო, შესამჩნევი დანაპრალიანება ახასიათებთ, რომელთა მეშვეობით წყლის ადვილად შეღწევას აქვს ადგილი.

ქანების თვისებები (ფენებრიობა, ფიქლებრიობა და განცალკევადობა) ასევე განსაზღვრავენ მათი ნგრევა-დაქუცმაცების ინტენსივობას.

ფენებრიობის ცნების ქვეშ იგულისხმება ამა თუ იმ სიმძლავრის შრეების სიბრტყეობრივი დიფერენციაციის ხარისხი, რომელთა შორის ადვილად შეიმჩნევა ფერის, შედგენილობისა და მდგრადობის სხვადასხვაობა. ქანის ყოველი ასეთ ფენა განსხვავებული სახის სიმტკიცით ხასიათდება. ასეთი ქანების არიდულ არეალებში გავრცელების შემთხვევაში მტკიცე და რბილი ქანების მორიგეობა ტერასული ხასიათის რელიეფის ფორმირების წინაპირობა ხდება.

ფიქლებრიობა - ქანის თვისებაა, დანაწილდეს ცალკეულ თხელ ფიქლებად. ამ ქანების დანაწილდობა და ნაწილებად დაყოფა ხელს უწყობს მძლავრი ნგრევისა და ნაშალი მასალის წარმოქმნას.

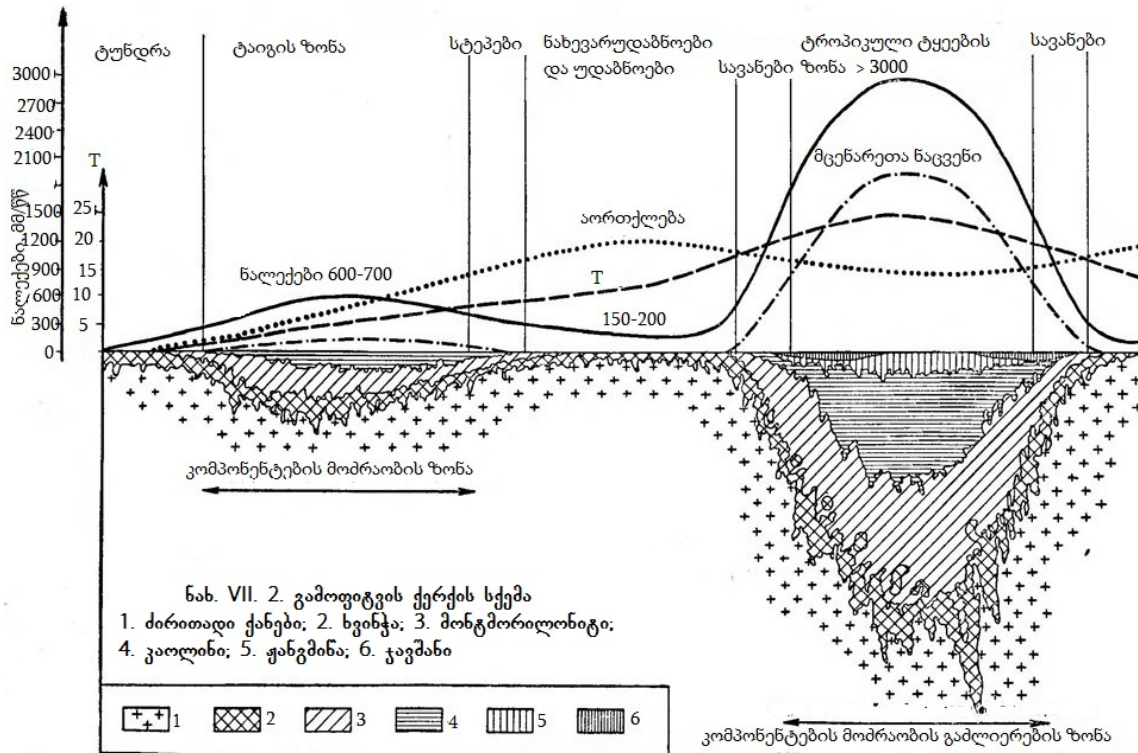
განცალკევადობა - ქანის თვისებაა, მასიური სხეულის წარმონაქმნისაგან განცალკევდეს, რომლის გამოწვევა შესაძლებელია ბოძისებრი დანაწევრების (ბაზალტი) ან პრიზმის ფორმის დაქუცმაცების შემთხვევაში.

სხნადობა - ქანის თვისება, მისი ქიმიური შემადგენლობის პირობებში, ასევე შესაძენვეი ნაპრალონობისა და ფორიანობის შედეგად ადვილად გაიხსნას ბუნებრივი წყლების კონტაქტის ფარგლებში. ამ ხასიათის მქონე ქანებს მიეკუთვნება თაბაშირი, ქვამარილი, კირქვები, ღოღომიტი. მათ წყალში გახსნის უნარი აქვთ, რის შედეგად სრულიად გახსნილი ნივთიერების ქანიდან გამოტანის გამო ქანებში ამა თუ იმ ზომის ცალკეული სიცარიელების ფორმირებას ხელი ეწყობა. შესაბამისად, ბუნებრივი სიღრუეების წარმოქმნასა და კარსტული რელიეფის ფორმების (მღვიმე, კარსტული ჭები, ძაბრები) გავრცელებას აქვს ადგილი.

ლიოსების - წერილი თიხნარებით აგებული გეოლოგიური ფენების სქელი შრეების გავრცელების შემთხვევაში, გრუნტის ამგებელი თიხნარების წყლით გაჟღენთვა, მის შემკვრივებასა და მოცულობის შემცირებას გამოიწვევს, რაც მიწის ზედაპირზე ე.წ. დანაწევრების წარმოშობას წინაპირობა გახდება. ამ შემთხვევაში, მრგვალი ფორმის ჩადაბლებების გენერირებას აქვს ადგილი.

გამოფიგვის ქერქი. დედამიწის ცალკეული გეოსფეროების - ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ატმოსფეროსა და ბიოსფეროს რთული ურთიერთმოქმედებების შედეგად კომპლექსური სხეულის - გამოფიგვის ქერქის (ელუვიონი) წარმოქმნას აქვს ადგილი. გამოფიგვის ქერქი - ლითოსფეროს ზედა ნაწილში (მაგმური, დანალექი და მეტამორფული) წარმოქმნილი დედაქანების (ძირითადი ქანების) ფენა ან დედამიწის ზედაპირზე ფორმირებული ქანების კომპლექსია, რომელიც კონტინენტურ პირობებშია გენერირებული და ძირითად ქანებზე მზის რადიაციის, ბუნებრივი წყლების მექანიკური და ქიმიური, აგრეთვე ჰაერისა და ორგანიზმების ზემოქმედების შედეგადაა ფორმირებული.

აღნიშნულიდან ჩანს, რომ გამოფიგვის (ნახ. VII. 2) ქერქის ფორმირება გეოგრაფიულ ზონალურობას დაქვემდებარებული ფაქტორების (ლითოსფეროს ამგებელი ქანების თვისებების გამოვლენით) მონაწილეობით მიმდინარეობს. ამიტომ, ამ წარმონაქმნს ზონალურობის მკვეთრად გამოხატული ასპექტები გააჩნია. ამავე დროს ცხადია, რომ გამოფიგვის ქერქის ფორმირებაში უმთავრესი როლი გამოფიგვის პროცესებს მიეკუთვნება.



გამოფენა - ლითონის ამგებელი ქანების ნგრევისა და მათი ქიმიური გარდაქმნის პროცესი, რომელიც მონაწილეობენ ატმოსფეროს ჰაერი, წყლები და ცოცხალი ორგანიზმები. არჩევენ გამოფენის სამ (ფიზიკურ, ქიმიურ და ორგანოგენულ) სახეს. თითოეულ მათგანში ბუნებრივი პროცესები ერთდროულად და ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირში მიმდინარეობენ, თუმცა ყოველი მათგანის გამოვლინების ინტენსიურობა კლიმატური პირობებითა და ქანების შემადგენლობის მიხედვითაა განსაზღვრული.

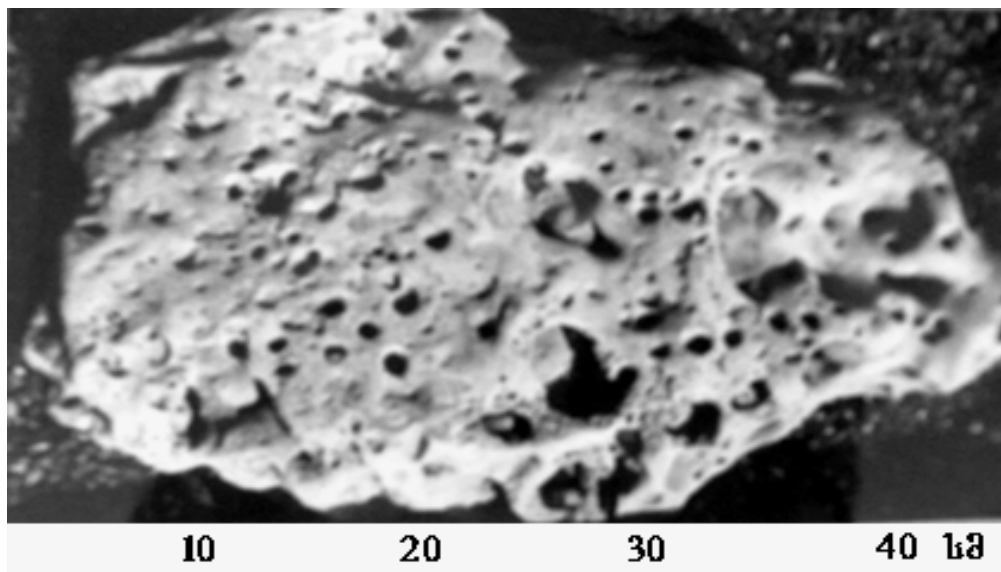
ფიზიკური გამოფენის მიმდინარეობას ხელს უწყობენ გარეგანი ძალების მოქმედებები, როცა ქანების დაშლა-დაქუცმაცებას ქიმიური შედგენილობის ცვლილების გარეშე აქვს ადგილი. ამ სახის გამოფენას თან სდევს მასიური ქანების ცალკეულ მახვილკუთხეანი ფორმის (ლოდები, ღორღი, ქვიშა) წარმოშობა დაშლა.

არჩევენ ფიზიკური გამოფენის ორ სახესხვაობას: 1. ტემპერატურული და 2. ყინვითი. პირველი მათგანი გამოწვეულია ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრი დღე-ღამური რყევით, როცა მისი ამპლიტუდა საკმაოდ შესაძლებელია სიდიდეს (ზოგჯერ 20-30⁰-ზე მეტი) აღწევს. ის, უმთავრესად, გავრცელებულია ტროპიკულ და არატროპიკულ უდაბნოებსა და მაღალი მთების ფერდობებზე. ყინვითი სახის ფიზიკური გამოფენის ხელშეწყობა ფაქტორად გვევლინება ჰაერის ტემპერატურის დღე-ღამური ან სეზონური (ზაფხულ-ზამთარი) ისეთი ცვლილება, როცა მისი მაჩვენებელი 0⁰-ის ირგვლივ განიცდის ცვალებადობას: დღისით (ან ზაფხულობით) ჰაერის ტემპერატურა 0⁰- მაღალია, ხოლო ღამით (ან ზამთარობით) ამ სიდიდებზე აშკარად დაბლა ჩამოდის. ამ დროს, ქანის ნაპრალებში წყალი ხან თხევად, ხან კი კრისტალურ (ყინული) მდგომარეობაში იმყოფება. ქანის ნაპრალებში დავროვილი სითხე ღამით იყინება და წყლის მოცულობის 1/11 ნაწილით განიცდის

გათვითვების, რაც ნაპრალების ზრდასა და, საბოლოო ჯამში, მასიური ქანის დაშლა-დაქუცმაცებას იწვევს.

ქიმიური გამოფიტვა - მასიური ქანების ისეთი დაშლაა, როცა მათი ქიმიური შედგენილობის შეცვლას აქვს ადგილი. ის მიმდინარეობს ჟანგბადის, ნახშირბადის დიოქსიდის, წყლისა და ორგანული მჟავების ერთობლივი მოქმედებით. ქიმიური გამოფიტვა თითქმის საყოველთაო გავრცელებით ხასიათდება, თუმცა ის განსაკუთრებული აქტიურობით ეკვატორულ განედებსა და ნოტიო ტროპიკებში მიმდინარეობს.

ორგანოგენული (ბიოლოგიური) გამოფიტვა ქანების ნგრევა-დაშლის ისეთი პროცესია, როცა მისი გამომწვევი ფაქტორები ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედებებთანაა დაკავშირებული. ამ სახის გამოფიტვა შეიძლება წარიმართოს როგორც მექანიკური (მცენარეთა ფესვების მიერ ქანების განევა და, საბოლოოდ მისი დაქუცმაცება), ისე ბიოლოგიურ-ქიმიური გენეზისის ორგანული მჟავების, წყალში ხსნად ქანებზე, ქიმიური ზემოქმედების შედეგად. ამ მხრივ, აშკარაა (ზოგიერთი მოლუსკის მიერ გამოყოფილი სუსტი მჟავების მიერ ქანების დაღრღნასა და დაშლაში ხელშეწყობა.. მსგავსი პირობების არსებობა დადასტურებულია შავი ზღვის წყალქვეშა (სურ. VII.1) სანაპირო ფერდობზე: აქ, 10-12 მ-ის სიღრმეზე წყალქვეშა სანაპირო ფერდობი აგებულია რა კარბონატური კირქვების ფენებით - მოლუსკების (ფოლასი, ბარნეა და სხვ) მიერ ამ ქანებში საბინადრო სოროების ჩაშენების გაჩენით, ზღვის ფსკერის ამგებელი ქანები დეზინტეგრაციას და, საბოლოო ჯამში, ნგრევასა და დაშლას განიცდიან.



სურ. VII. 1. მოლუსკებით (ბარნეა, ფოლასი) დასვერეტილი კირქვის ფილა. შავი ზღვის წყალქვეშა სანაპირო ფერდობი. სიღრმე 5-6 მ. (ავტორის ფოტო, 1988 წ.)

კლიმატური პირობების სხვადასხვაობის მიხედვით გამოფიტვის ქერქის შემდეგ ტიპებს გამოყოფენ:

ნგრეული ქერქი შედგება ქიმიურად შეუცვლელი დედაქანების ნგრევის შედეგად მიღებული მასალისაგან. მსგავსი წარმონაქმნების ფორმირება, ფიზიკური გამოფიტვის პირობებში, პოლარულ

განვითარების, მაღალმთიან და არიდულ კლიმატურ არეალებში მიმდინარეობს. ამ უკანასკნელის ფარგლებში, ცხელი უდაბნოს პირობები, ნგრეული მასალის ზედაპირზე თაბაშირის თხელი ქერქის „დაღვქვას“ განაპირობებენ, რომელიც ხშირად ჯავშნის როლს ასრულებს.

ჰიდროქარსიანი ქერქი ძირითადი ქანების სუსტი ცვლილებით გამოირჩევა, თუმცა შეიცავს თიხოვან მინერალებს (ჰიდროქარსი) და ფიზიკური გამოფიტვის გაბატონების ფარგლებში, განვითარებულია ზომიერი ჰავისა და ცივი განვითარების მუდმივი მზრალის არეალებში.

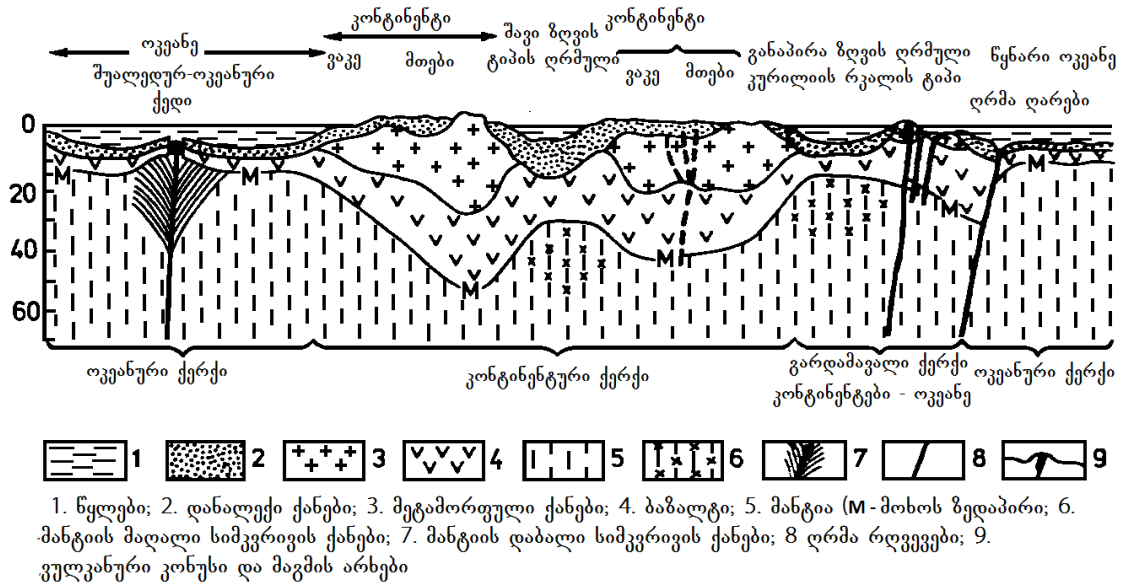
მონტორილიონური ქერქის ფორმირება მიმდინარეობს ნახევრადმშრალ არეალებში. მისთვის დამახასიათებელია პირველადი - დედაქანებისა და მინერალების ღრმა ქიმიური გარდაქმნები.

კაოლინური და წითელმინა ქერქის განვითარება სუბტროპიკულ განვითარებაში მიმდინარეობს. აქ, გამოფიტვის მოძრაობის უნარის მქონე და მობილური პროდუქტების ინტენსიური გამოტანა, რაც თიხოვანი მინერალების წარმოქმნას განაპირობებს. ამ გზით ფორმირებული კაოლინიტი შეიძლება კაოლინის (ფაიფურის წარმოებისათვის აუცილებელი ნედლეული) საბადოს წარმოქმნის საფუძველი გახდეს.

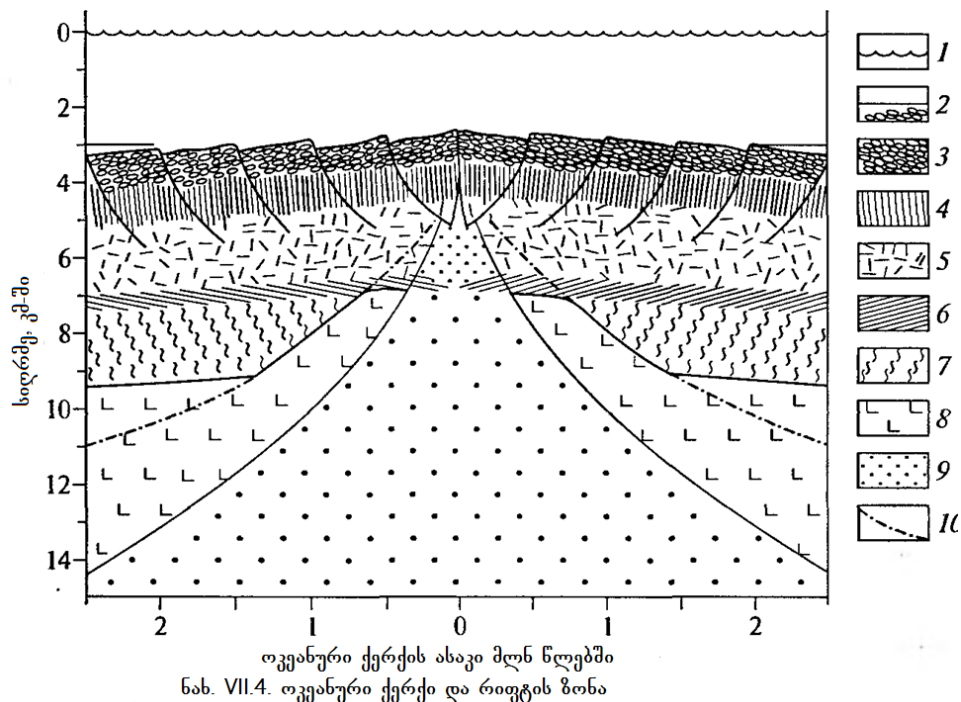
ლატერიტული ქერქის წარმოქმნა ცხელი და ნოტიო ეკვატორული ჰავის პირობებში მიმდინარეობს. აქ ფორმირებული ბოქსიტები ხშირად სამრეწველო დანიშნულების მოცულობებს აღწევენ. გამოფიტვის ქერქი წითელი ან მოყვითალო ფერისაა.

მინის ქერქის ტიპები - ამგებელი ქანების გავრცელებისა და შედგენილობის მიხედვით ორ ძირითად და სამ გარდამავალ ტიპებად იყოფა: მინის ქერქის ძირითადი ტიპებია: კონტინენტური და ოკეანური, ხოლო გარდამავალს სუბკონტინენტური, სუბოკეანური და გრანიტის ფენის რედუცირებულ-კონტინენტური ტიპები მიეკუთვნება.

კონტინენტური ქერქი მეზოზოურამდელო ასაკისაა და დიდი სიმძლავრის (საშუალოდ 58 კმ, ზოგან 80 კმ) ფენისაგან შედგება. ის, ჩვეულებრივ დანალექი (ზედა ფენა) ქანებისაგან (სიმძლავრე 15 კმ), გრანიტისა (13 კმ) და ქვედა ბაზალტის (სიმძლავრე 30 კმ) ფენებისაგან შედგება. ამ ტიპის მინის ქერქი (წარმოიქმნენ არა უგვიანეს მეზოზოურის დასაწყისში) კონტინენტების - კონტინენტური თავთხელის (შელფის), კონტინენტური ფერდობისა და კონტინენტური ძირის საფუძვლების შექმნაში ლეულობენ მონაწილეობას.



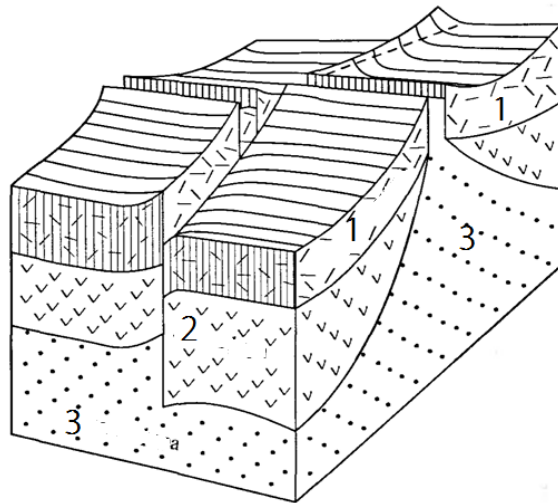
ოკეანური ქერქი შედარებით ახალგაზრდა ნარმოაქმნია და ქვედა მეზოზოურის შემდგომი ასაკისაა. მათი ფორმირება ამჟამად მიმდინარეობს და კონტინენტების ჰორიზონტალური მოძრაობის გამო, ერთმანეთის სანიაღვრედ (ნახ. VII. 4) მიმართულებით (განევას ახდენენ) მოძრაობენ. ოკეანური მიწის ქერქის საშუალო სიძლიერე დაახლოებით 7 კმ შეადგენს. ეს ქერქი სამი ფენისაგან შედგება: ზედა - შედარებით ფხვიერი (ნგრეული) ზღვიური ნალექები, მეორე - ბაზალტურისა და ფენა ბაზალტური ლავებისა და ლითონფორმირებული ნალექების (ქანებში გარდასული და გამკვრივებული ნალექები) შემადგენლობით, მესამე ფენა საკუთრივ ბაზალტური აღნაგობისაა.



1. ოკეანის წყლის დონე; 2. ნალექები; 3. ბაზალტური ლავები; 4. დიკების კომპლექსი; 5. გაბრო;
6. განაწევრებული კომპლექსი; 7. სერპენტინიტი; 8. ლითონფორმირებული ფილები; 9. ასტენოსფერო;
10. იზოტერმა 500გრC - სერპენტინიზაციის საწყისი სიღრმე.

ამ ქერქის ფარგლებში, ტექტონიკური რღვევების (ნახ. VII. 5) ზონების გასწვრივ, შუალედურ-ოკეანური ქედების ანუ რიფტების გავრცელებას აქვს ადგილი, რომელთა უბნებზე ქერქის სიმძლავრე ერთი-ორად მაგულობს. სწორედ, ამ ოკეანური ქერქის მიერაა აგებული ოკეანის საგები (ფსკერი), რომელიც მეზობლურში წარმოიქმნა.

სუბკონტინენტური ქერქი თავისი აგებულების მიხედვით კონტინენტურ მიწის ქერქს ჩამოგავს, თუმცა მისგან ქანების სიმძლავრის სიმცირით გამოირჩევა. ქერქის მიერ აგებული ე. წ. კუნძულთა რკალების (წყნარი ოკეანის დასავლური ნაწილი) საფუძველი კონტინენტისაგან განაპირა ზღვებითაა გამოყოფილი. აქ, ბუნებრივი პროცესები ისე, როგორც კონტინენტების გეოსინკლინების არეალებში, საკმაოდ დიდი სიჩარებით მიმდინარეობს.



ნახ. VII. 5. ოკეანური ლითოსფერო. რღვევის ზონა

1. ოკეანური ქერქი; 2. ლითოსფერო; 3. ასტენოსფერო

სუბოკეანური ქერქი განაპირა ზღვების ღრმა ნაწილების აგებულებაში ღებულობს მონაწილეობას. აგებულებისა და შემადგენლობის მიხედვით ეს ქერქი ოკეანური ქერქის მსგავსი ნიშნების მაგარებელია, თუმცა მის ერთიან და მთლიან სისტემურ ნაწილს აშკარად არ წარმოადგენს. ამ ტიპის ქერქით აგებულია ოხოგის, იაპონიის, აღმოსავლეთი-ჩინეთის, სამხრეთი-ჩინეთისა და სხვ. ზღვების ფსკერის ღრმა ნაწილები.

გრანიტის ფენის რედუცირებით წარმოქმნილი კონტინენტური ქერქის ფორმირებას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა მის ოკეანის ღრმებზე დაბლა დაძირვას აქვს ადგილი. ამავე დროს, გრანიტის ფენა, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის გავლენით, უახლოვდება რა მანტიას - გადაკრისტალდება და ბაზალტად გარდაიქმნება. აღწერილი მოვლენის მსგავსი პირობების მიმდინარეობას კაინოზოურ დროს, გონდვანისისა და ტასმანისის ხმელეთის უბნებზე, ჰქონდა ადგილი.

ლითოსფეროს ტექტონიკური სტრუქტურები. ტექტონიკური სტრუქტურები აშკარად განსხვავებული მასშტაბებისაა. მიკროსტრუქტურებს არჩევენ მიკროსკოპებით, ხოლო სხვები

შესაძლებელია ზომებს აღწევდნენ, რომლებიც საკმაოდ დიდ ფართობზე ვრცელდებიან ან კიდევ ღრმად მანტიის იჭრებიან. პლანეტის ყველაზე დიდი და ფართოდ გავრცელებული ტექტონიკური სტრუქტურებია:

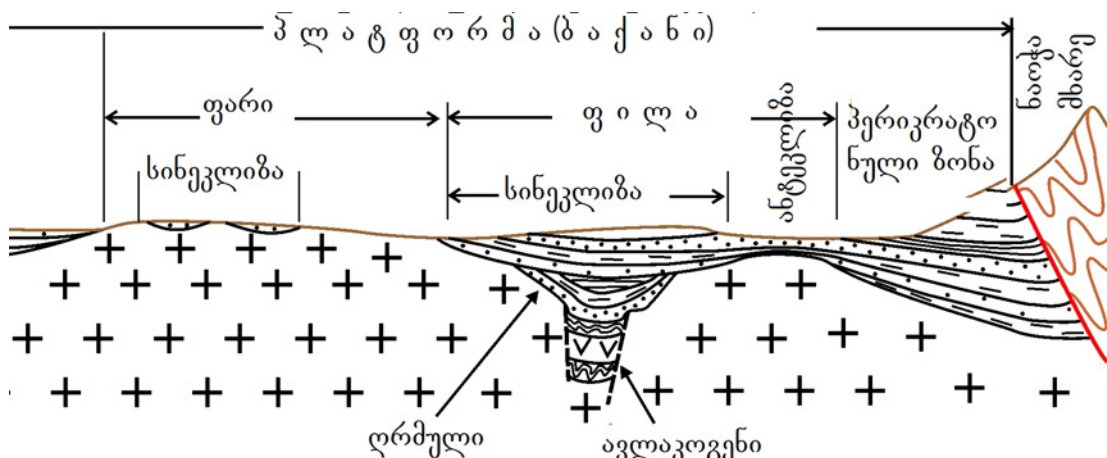
ძველი ბაქები (პლატფორმები) - მიწის ქერქის გრანდიოზული არეალებია, რომლებსაც შედარებით უმნიშვნელო მოძრაობა ახასიათებს, ხოლო ზედაპირის მოყვანილობით ვაკის ან მოსწორებული ზეგნისებრი რელიეფი აქვთ გამოუმუშავებული. ძველი ბაქების მაგალითებია: სამხრეთი-ამერიკის, აფრიკა-არაბეთის, ინდოსტანის, ავსტრალიის, ჩრდილოეთი ამერიკის, აღმოსავლეთი ევროპის, ციმბირის, ჩრდილოეთი ჩინეთისა და სხვ. პლატფორმები.

აგებულების მიხედვით ბაქები შემდეგ სტრუქტურებად იყოფა:

ფარები - ძველი ბაქების კრისტალური საფუძვლების დღის სინათლეზე გაშიშვლებაა. ისინი არქეული ან პროტეროზოული ოროგენების პერიოდებში განიცდიდნენ ფორმირებას და თავისი საფუძვლის ანუ მანტიამდე აღწევდნენ. ფარების მაგალითებია: ბალტიის, ალდანის, გვიანის, კანადისა და სხვ.

ძველი ბაქების ფილები - ორიარუსიანი აღნაგობის პლატფორმების უბნებია, რომელთა ქვედა იარუსი ძველ კრისტალურ ფუნდამენტშია განვითარებული, ზედა იარუსი კი დანალექი ქანებით აგებულ ბაქურ შალითს (სიმძლავრე 8-10 კმ) წარმოადგენს, რომელსაც ამგებელი შრეების ჰორიზონტალური გავრცელება ახასიათებს. ზედა ფენა, როგორც წესი, დისლოცირებისა და მეტამორფიზმის ნიშნებს არ ატარებს. აღნიშნული ასპექტებით ხასიათდება აღმოსავლეთი ევროპის ბაქის შემადგენლობაში არსებული რუსეთის ფილა, რომელთა ფარგლებში გამოყოფენ მსგავსი არეალებისათვის დამახასიათებელ სტრუქტურებს - სინკლიზებსა და ანტიკლიზებს.

სინკლიზა - ფილაქნის საკმაოდ დიდი ზომის სტრუქტურული წარმონაქმნია, რომლის ფარგლებში ქანების განლაგება ოდნავ დამრეცი და ჯამისებრი (ნახ. VII. 6) ჩადაბლების ფორმისაა, როცა მათი სიმძლავრე ცენტრისაკენ თანდათან ზრდას განიცდის. სინკლიზის მაგალითებია: მოსკოვის, ვილუის, ტუნგუსკისა და სხვ.



ნახ. VII. 6. ბაქური არეალების ტექტონიკური სტრუქტურები

ანტიკლინიკა - ფილაქსის დიდი ზომის სტრუქტურული წარმონაქმნია, რომლის ქანების აგებულებაში აშკარად გუმბათისებრი იერ-სახე შეიმჩნევა, ხოლო ფენების სიმძლავრე ცენტრის მიმართულებით თანდათან მცირდება. ანტიკლინიკის მაგალითებია აღმოსავლეთი ევროპის ბაქანზე - ბელორუსიის, ვორონეჟის, ვოლგა-ურალისა და სხვ. ანტიკლინიკის რელიეფი, როგორც წესი, შედარებით ჩადაბლებული ფორმისაა და, ამ ნიშნით, დიამეტრალურად განსხვავდება სინკლინიკის ფარგლებში განვითარებული რელიეფის იერ-სახისაგან.

გეოსინკლინური სარტყელი - შესაძინევად ვრცელი და ტექტონიკურად საკმაოდ აქტიური, ასევე სეისმური მოვლენებით აშკარად აქტიური თვისებით გამოხატული და მოვლენების ხაზობრივად წაგრძელებული ფორმით გავრცელების არეალი, რომელიც ორი ან მეტი ძველი კონტინენტურ პლატფორმებს ან ბაქნებსა და ოკეანურ საგებს შორისაა (ანდების, ხმელთაშუაზღვიური გეოსინკლინების სარტყლები) წარმოდგენილი. გეოსინკლინური სარტყლები ხასიათდება მზარდი სიჩქარეების, ტექტონიკური მოძრაობების დიდი კონტრასტებისა და გავრცელების გრანდიოზულობით, ინტენსიური დანაოჭებით, შეცოცებებითა და შარიანებით, დაძაბული და მრავალფეროვანი მაგმატური პროცესებით, რეგიონული მეტამორფიზმის გამოვლინებით, ენდოგენური გამაღნების მიმდინარეობითა და ა.შ. გეოსინკლინური სარტყელი მოიცავს შემდეგ სტრუქტურებს:

ანტიკლინორიუმი - მინის ქერქის საკმაოდ დიდი გავრცელებისა (ასეული კილომეტრებით) და რთული აგებულების ნაკვეთები, რომელიც რელიეფის ყველაზე მაღალი ნიშნულებით, ინტრუზივებისა და რთული რღვევების გამოვლინებებით ხასიათდება. ანტიკლინორიუმის მაგალითებია - კავკასიონი, ჰიმალაი და სხვ.

სინკლინორიუმი - ზოგადად სინკლინური აგებულების რთული ნაოჭა სტრუქტურებით წარმოდგენილი, რომელიც მებობელი ანტიკლინორიუმებს შორისაა მოქცეული და რელიეფის დიდი უარყოფითი ფორმა ახასიათებს. სინკლინორიუმის მაგალითია კალიფორნიის ველი.

ანთროპოგენური პროცესები ლითოსფეროში. ადამიანთა საზოგადოების სამოქმედო საასპარეზო არენას ლითოსფეროს ყველაზე ზედა ფენა წარმოადგენს, თუმცა ამ ფენის სისქე თანდათანობით იზრდება, ხოლო დატვირთვის ხარისხი გრანდიოზულ მასშტაბებს აღწევს. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული საკმაოდ დიდი ნეგატიური შედეგები, რომელიც უკავშირდება: სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისა და გადამუშავების, მინის ქერქის ანთროპოგენური ჩაზნექვის, ხელოვნური მინისძვრების გენერირების, გეომორფოლოგიური პროცესების გააქტიურებისა და სხვ. მოვლენების განვითარებას.

გასული და მიმდინარე საუკუნეების განმავლობაში დედამიწის სხვადასხვა უბნებში მინის წიაღიდან სასარგებლო ნამარხების მოპოვების მიზნით 140 ათასზე მეტი გამონამუშევარია ექსპლოატაციაში. მათი დიდი ნაწილი გარემოდაცვითი კანონმდებლობით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს აშკარად ვერ აკმაყოფილებს. აქედან გამომდინარე, სახეზეა სიღრმითი გეოლოგიური და გეოფიზიკური პროცესების (მაგ., ხელოვნური მინისძვრები) აქტივიზაცია.

მედიკალიზაციის, ან კიდევ მინისტრის წყლების, ნაფთისა და გაზების მოპოვებასთან დაკავშირებით, ან კიდევ წყალსაცავების შექმნის, საქალაქო და სამრეწველო ნაგებობების მშენებლობისა და სხვ. შედეგად, ბუნებრივი ტექტონიკური იმპულსების ფონზე, ხშირად სახეგა სეისმური მოვლენების აქტივობაცია, მინის ზედაპირების ხელოვნური დეფორმაციები და ა.შ. ამ მხრივ, საყურადღებოა მინის ზედაპირის ჩაზნექვა, რომლის გამოწვევა სიღრმის, რურის აუზის, იაპონიის, ინგლისის, აშშ-ის, რუსეთის ქვანახშირის მოპოვებას უკავშირდება. მინის ზედაპირის ჩაზნექვას ჰქონდა ადგილი ნახშირის ნარჩენების (ნიღის) დიდი მოცულობის ნაყარის (გერიკონი) დაგროვებასთან (დონბასის მიდამოებში ყოველწლიურად 10 მლნ. ტონა უვარგის მასალას ყრიან) დაკავშირებით.

ხშირად მიმართავენ აგრეთვე მინისტრის წყლების ამოქაჩვას, რასაც მინის ჩაზნექვა მოსდევს. ასე, მაგალითად, ასეთი ზემოქმედების გამო ქ. მეხიკო და მიმდებარე ფრაგმენტების ზედაპირი 8,5 მ-ით დაიწია. იაპონიის ზღვისპირა ქალაქების - ტოკიოს, ოსაკას, ნიიგატას ჩაზნექვამ 0,5 მ/წწ შეადგინა, ხოლო მის ფართობმა ასეულობით კმ² შეადგინა. ლონდონის (გარეუბნებთან ერთად) მინისტრის წყლების ექსპლუატაციამ მინის 2000 კმ² ჩაზნექვა გამოიწვია, კალიფორნიაში კი მინის ზედაპირი 3-4,5 მ-ით დასწია.

ნაფთისა და გაზის მოპოვების რაიონებში ხშირად ამ ნედლეულის შემცველი დანალექი ფენების სტრუქტურულ დაზიანებას აქვს ადგილი. მსგავსი სახის ანთროპოგენურ რეაქციაზე მეცნიერებას, ჯერ კიდევ, არგუმენტირებული და დადასტურებული პასუხი არ გააჩნია. არადა, ძლიერი ჩაზნექვების მაგალითები საკმაოდ მომრავლდა, ხოლო ფაქტები საშიში პროგნოზისაა. ასე, მაგალითად, ლოს-ანჯელესის მიდამოებში - ქ. ლონგ-ბიჩის ფარგლების მინის დაზიანების მაღალი სიჩქარის (10-70 სმ/წწ) გამო, მოკლე დროში ქალაქის „ჩაძირვამ“ 8,8 მ მიადგინა. მსგავსი ფაქტები მრავალი გვაქვს აშშ-ის სხვა შტატებშიც: არიზონა, კოლორადო, ნევადა, ჯორჯია და სხვ. მსგავსი ფაქტები დაგროვდა ვენესუელაში, იაპონიაში, იტალიაში. მინის ჩაზნექვა აღმოჩნდა დიდი წყალსაცავების (მიდი და კარიბა - მდ.მდ. კოლორადო და ზამბეზი) ქვეშ, კრასნოიარსკის, ბრატსკის ჰესების (1-2,5 სმ/წწ) მიდამოებში.

ძლიერი და შესამჩნევი უარყოფითი დეფორმაციები (ჩაზნექვა) ფიქსირდება ქალაქების მაღალი ნაგებობების ფარგლებში. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ქ. მოსკოვის 1-2 სმ/წწ დაზიანება, განსაკუთრებით აქტიური ჩაზნექვის ფაქტებია ამ ქალაქის მეტროპოლიტენის გვირაბების (სიღრმე 50-80 მ) გასწვრივ. უფრო ღრმა გვირაბების მიდამოებში კი შესამჩნევი დეფორმაციები ჯერ არ ჩანს. აშშ-ის ტერიტორიის 20 % მინის ჩაქცევის საშიშროების წინაშეა აღმოჩენილი. ამ და სხვა ფაქტების ანალიზი აჩვენებს, რომ მსხვილი ქალაქების, ნიაღისეული საბადოების დამუშავების, წყალსაცავებისა და სხვ. შექმნის უბნებში ახლო მომავლის პროგნოზი პოზიტივებს ვერ გვპირდება. პირიქით, მოსალოდნელია ამ ნეგატიური მოვლენის კიდევ უფრო გააქტიურება, რომელმაც 22,25 მლნ. კმ² ფართობი უნდა მოიცვას და, რაც მთავარია, ის მჭიდროდ დასახლებულ, მაღალი სამრეწველო პოტენციალის რეგიონებს შეეხება.

მინისტრები - ბუნების ფრიალ სახით, თუმცა საკმაოდ დიდი სიხშირით (1 მლნ. შემთხვევა წელიწადში) გამოჩნეული სტიქიური პოვლენაა. ამავე დროს, მათი გეოგრაფია სივრცეში

შეზღუდულია და მხოლოდ სისხურად აქტიურ რაიონებს ემთხვევა. ამჟამად, საკმაოდ ზუსტად ცნობილია ამ რაიონების გავრცელება და შემოსაზღვრულობა. სეისმოლოგების მიერ მოხერხდა მოსალოდნელი (პროგნოზული) მიწისძვრების გამოვლინების ძალა (მაგნიტუდების სიდიდე), რაც საინჟინრო ინდუსტრიის (სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობების) მეტ-ნაკლებად სეისმომდევნო პროექტების შემუშავებისა და დანერგვის წინაპირობაა. თუმცა, ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული მიწისძვრები აქტიური სეისმური რაიონებისაგან საკმაოდ შორს ვრცელდება და ადამიანთა სამეურნეო საქმიანობის ფართო არეალს მოიცავს.

მსგავსი სახის მიწისძვრების გენერირება შემდეგ ანთროპოგენურ ფაქტორებს უკავშირდება: ჰიდროსტატიკური და ჰიდროდინამიკური პირობების შეცვლა, წყალსაცავების მოწყობა, მიწისქვეშა აფეთქებები, საომარი მოქმედებები და სხვ.

ჰიდროსტატიკური და ჰიდროდინამიკური პირობების ცვლილება შესაძლებელია მიწის ქერქის ამა თუ იმ ფენებიდან ფლუიდების (სხვადასხვა სითხის - წყლები, ნავთობი) ამოქაჩვის ან მათი ჩატუმბვის ხელოვნურ საქმიანობით. მსგავსი მიწისძვრები დაფიქსირდა ფლუიდების მოპოვების რაიონებში: გროზნო (1971, 1978, 1979 წლები), კალიფორნია (1976, 1977, 1979, 1980 წლები), მექსიკა (1979 წ.) და სხვ. გამოირკვა, რომ ამ მიწისძვრების გამოვლენათა სიხშირე, ეპიცენტრის გავრცელების სიღრმე, მაგნიტუდა და ძლიერი ბიძგების აფტერშოკები, ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში, გეოლოგიური აგებულებისა და ტექტონიკური პირობების ხასიათითაა შეპირობებული. ასე, მაგალითად, გროზნოს 7-ბალიანი ხელოვნური მიწისძვრა (1971 წ.) გამოწვეული იყო ადრე ჩატარებული საქმიანობასთან დაკავშირებული ჰიდროდინამიკური პირობების - ცარცული კირქვების (სიღრმე 4 კმ) ფენების წნევის 250 ატმ. შემცირებით. გაზლის (უბბეკეთი, ბუხარა) მიწისძვრის პროვოცირება კი ნავთობშემცველ სტრუქტურაში, შიდაფენებრივი წნევის აღდგენის მიზნით, 600 მ³ მოცულობის წყლის ჩატუმბვასთან იყო დაკავშირებული.

ცნობილია ასევე ხელოვნური მიწისძვრების პროვოცირება წყალსაცავების ზონებში, რომლებიც სეისმურად მეტ-ნაკლებად აქტიურ რაიონებს ემთხვევა. ასე, მაგალითად, მდ. კონას (1967 წ.) ხეობაში (ინდოეთი) ხელოვნური მიწისძვრის (8 ბალი) მიერ დაკავებული ფართობის რადიუსმა 700 კმ შეადგინა და დიდი მსხვერპლი (დაიღუპა 180 და დაშავდა 2300 კაცი) გამოიწვია. ჩინეთის, ზამბიის, საბერძნეთისა და სხვ. შესამჩნევი (5 ბალზე მეტი) მიწისძვრები სწორედ წყალსაცავების მიერაა პროვოცირებული. ქ. კემენის (მდ. ობი) ძლიერი (8 ბალი) მიწისძვრის გამოწვევა მდ. ობის 8.8 კმ³ მოცულობის წყალსაცავის შექმნას უკავშირდება.

ამჟამად, მსოფლიოში 50-ზე მეტი მსხვილი წყალსაცავი (პლანეტის ასეთი აუზების 1/8) მიერ შეინიშნება სეისმური აქტიურობის გაძლიერება. ამ მხრივ, გამონაკლისს არც საქართველო წარმოადგენს. ენგურის თაღოვანი კაშხლის მიერ დაგუბებული წყლის მოცულობა ენგური-ჰესის წყალსაცავში 1 მლნ. მ³ (ანუ 1 მლნ ტონა) შეადგენს, ხოლო ტექტონიკური თვალსაზრისით, მისი მიდამოები 8-9-ბალიანი პროგნოზული მიწისძვრის ზონაშია მოქცეული. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ ამ რეგიონში სეისმური რისკი ერთი-ორად გაიზარდა, რაც სტიქიურ-დამანგრეველი პროცესების შესაძლო გამოვლინების ხელშემწყობი ფაქტორია.

ამა თუ იმ რეგიონში, სეისმურ მდგომარეობაზე ზემოქმედების მნიშვნელოვან იმპულსებს მინისქვეშა ანთროპოგენური აფეთქებები წარმოადგენენ. ცნობილია, რომ პლანეტის სხვადასხვა უბნებზე, სამშენებლო ან სამხედრო და სხვა სამეურნეო მიზნებისათვის, ყოველდღიურად 5000 აფეთქებას ახდენენ. მათ შორის, მინისქვეშა ბირთვული აფეთქებების სიძლიერე მინისძვრის 5-დან 6-7-მდე ბალის (მაგნიტუდებში) ექვივალენტურია. მათ მინის ქერქის ამგებელი ქანების გახლეჩები და მათთან დაკავშირებული სეისმური მოვლენის აშკარა აქტიურობის გამოწვევა შეუძლიათ. მისი ნათელი დადასტურებაა საცდელი აფეთქებების პოსტსეისმური შოკები ნევადის შტატის (აშშ) მიდამოებში.

ანთროპოგენური აფეთქებები ხშირად იწვევენ ბუნებრივი სეისმური პროცესების მოზაიკის შეცვლას. ხელოვნური მინისძვრების შედეგად დედამიწის წიაღი განიცდის რა დაგროვილი ენერგიის გამოთავისუფლებას - ბუნებრივი მოვლენების განვითარებას მოდიფიცირებული, თუმცა რამდენადმე დაგვიანებით (2-3 წწ) რეაქციებით პასუხობს.

ანთროპოგენური ზემოქმედები ხშირად გეომორფოლოგიური პროცესების აქტივიზაციის წინაპირობას წარმოადგენენ. ასეთ საქმიანობათა შორისაა საგზაო, სამოქალაქო და სამრეწველო ინდუსტრიის არაგონივრული წარმართვა, განსაკუთრებით მთიან ქვეყნებში, რაც ხშირად ბუნებრივი პროცესების გათვალისწინების გარეშე მიმდინარეობს. სამშენებლო საქმიანობა ხშირად ტყის დიდი ფართობების გაჩეხვას უკავშირდება.

სპეციფიკური აქტიური გეომორფოლოგიური ნეგატიური პროცესების წარმოქმნას აქვს ადგილი მუდმი მშრალობის, კარსტული პროცესების, ეოლური მშრალი არეალების პირობებში. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს პლანეტის ძლიერ მობილური, აშკარად სახეცვლადი და მოწყვლადი რელიეფის (მდინარეთა ჭალები, ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროები და პლაჟები, მყნარული ფერდობები და ეროზიული არეალები) ფორმების ათვისება. თითოეული მათგანის ფარგლებში, გარემოს გონივრულ გამოყენებას განსაკუთრებული სიფრთხილის გამოჩენა, ბუნებრივ-გეომორფოლოგიური პროცესებისა და დაგეგმარების ღრმა ცოდნის გამოვლენა ჭირდება.

ანთროპოგენური პროცესების მახასიათებელი თავისებურებები. ბუნებრივი გარემოს პირობებში ანთროპოგენური პროცესების ძირითად მახასიათებელ ნიშნებს (ადამიანის მიერ პროვოცირებული ან უშუალოდ გამოწვეული) წარმოადგენენ: მიმართულობა, ენერგეტიკული საფუძველი, ზემოქმედების მასშტაბურობა და სიჩქარე, პროცესების ციკლურობა, ბუნებრივი წრებრუნვები, ბუნების კანონზომიერებების ცოდნა და გათვალისწინება.

მიმართულობა. ცნობილია, რომ ნებისმიერი ანთროპოგენური სამეურნეო საქმიანობის მთავარი სტიმული - ეკონომიკური ეფექტურობის მიღებაა. ამ შემთხვევაში, ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, საზოგადოებრივი საქმიანობის ზოგადი მიმართულობა - გარემოს ისეთი ხელოვნური გარდაქმნაა, როცა მისი ბუნებრივი მდგომარეობა ახალ - ხელოვნური და ტექნოგენური განვითარების ტენდენციას ღებულობს.

ენერგეტიკული საფუძველი - გარემოს გარდაქმნისათვის აუცილებელი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების შემუშავებისა და შექმნისავე მიმართული გონებრივ-ფიზიკური, ასევე ბუნებრივი

ენერგეტიკული რესურსების (ნავთობი, გაზი, ქვანახშირი, ფიქლები) ათვისებასა და გამოყენებას მოსდევს სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების გამოღვევადობა, ანთროპოგენური პროცესების მთელი სერიის გააქტიურება, გარემოს გაბინძურება, ნარჩენების დაგროვება სხვ.

ზემოქმედების მასშტაბურობა და სიჩქარე - ბუნებრივი გარემოს ზედა თხელი ფენის - მიწის ქერქის ათვისების დროს გამოჩენილი სიჩქარე პირდაპირ კავშირშია, ჯერ ერთი, რესურსებისადმი საზოგადოების მოთხოვნილების ზრდასთან, მეორე - ამ ზემოქმედებისათვის აუცილებელი, სულ უფრო ახალი, აღჭურვილობის შექმნისა და, მესამე - სრულყოფილი ტექნოლოგიის შექმნის მიუღწევლობასთან. ამ პირობებში, ადამიანის საქმიანობის მაღალი მასშტაბები მნიშვნელოვნად ზრდის ლითონთა დეგრადაციას, ამცირებს მისი ეფექტური სარგებლიანობისა და ეკონომიკური უკუგების მაჩვენებლებს.

ამასთან ერთდ, ანთროპოგენური პროცესების მიმდინარეობა ბუნებრივთან შედარებით 5-6 რიგით მაღალია, ხოლო მათი ხანგრძლივობა ამავე ინტენსივობით ჩამორჩება ბუნებრივი პროცესების მიმდინარეობას. ასე, მაგალითად, წიაღისეული ნამარხების ფორმირებისათვის მილიონი წლებია საჭირო, ხოლო მათი დამუშავებას მხოლოდ რამდენიმე ათეული წლები ჭირდება. ან კიდევ ცეცხლის გაჩექვას ადამიანი შეუდარებლად მცირე დროს ანდომებს, ხოლო მის აღდგენას გაცილებით მეტი - 100-150 წელიწადი ჭირდება.

პროცესების ციკლურობა - ბუნებრივი მოვლენებისათვის ფრიად დამახასიათებელი თვისებაა და პლანეტარული მასშტაბის განმეორებადი ნიშნებითაა (თავი III) გამოწვეული. რაც შეეხება ანთროპოგენურ პროცესებს - მათი ციკლური ნიშნები შეუდარებლად სუსტია. ჩვეულებრივად კი ის დაკავშირებულია გრანსპორტის მუშაობასთან (დღე-ღამური, სეზონური) ან, უმთავრესად, ბუნებრივი ციკლების (სტადიების, ფაზების) შესაბამისად ხორციელდება.

ბუნებრივი წრებრუნვები. ბუნებრივი პროცესების მსვლელობას ნივთიერებებისა და ენერგიის მუდმივი მონაცვლეობა (როტაცია) ახასიათებს, რომელთა კანონზომიერი სვლა მაღალი მასშტაბის პლანეტარული თავისებურებებითაა გამოწვეული. ანთროპოგენური პროცესების მსვლელობა კი ბუნებაზე სულ უფრო მზარდი ზემოქმედებებით აღინიშნება, ძლიერი ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით მიმდინარეობს და სულ უფრო ღრმად აღწევს ბუნების სხეულში. ასე, ბუნებრივი წრებრუნვებიდან მრეწველობის მიერ ნივთიერებისა და ენერგიის კოლოსალური მასების „წართმევას“, მილიონობით სამრეწველო პროდუქციის შექმნასა და სივრცებრივ გადანაწილებას აქვს ადგილი, რომელსაც მილიარდობით ტონა ნარჩენების შექმნა და გარემოს გაბინძურება მოსდევს. ამავე დროს, ნივთიერებათა და ენერგიის ბუნებრივი წრებრუნვების დარღვევას, ტექნოგენურად მობილიზებული ენერგო-მასების ბუნებრივ პროცესებთან ჰიბრიდიზაცია ამჟღავნებს. ამ დარღვევის წინასწარი შედეგები უცნობია. თუმცა აშკარაა, რომ ტექნოგენური ზემოქმედების ერთდროული ნაზარდი - პლანეტისათვის შოკი, ხოლო საზოგადოებისათვის კატასტროფაა.

ბუნების კანონზომიერებების ცოდნა და გათვალისწინება. პლანეტის ძირითადი რესურსი - მისი არა ნივთიერებისა და ენერგიის სიდიდით, არამედ მათი ათვისების ტექნოლოგიითაა განსაზღვრული. არადა, პლანეტაზე მოპოვებული ენერგო-მასების ათვისებისას, მათ გარდაქმნასა და

ნაწილობრივ „დახარჯვას“ აქვს ადგილი, რომელთა დიდი ნაწილი აქვე - დედამიწაზე რჩება. ამის მიუხედავად, ისინი წარმოიქმნენ და განვითარდნენ რა ბუნების (ლითოსფეროს, ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს) კანონზომიერებას დამორჩილებულ გარემოში - საბოლოო ჯამში, სრულიად განსხვავებულ პირობებში აღმოჩნდნენ და, რაც მთავარია, მათი მოცულობა სულ უფრო იზრდება, ხოლო ახალი კანონზომიერების ჩამოყალიბებას განუსაზღვრელად დიდი ხანი ჭირდება.

ამდენად, პლანეტის ხანგრძლივად ჩამოყალიბებული კანონზომიერებების შეცვლა ან შემცირება მის პირდაპირ წერეფასა და განადგურებას იწვევს. აქედან გამომდინარე, კაცობრიობის უმთავრესი ამოცანაა: ბუნებრივი კანონზომიერებები გამოვლენა, მათი გათავისება-გაცნობიერება, ბუნების როგორც ცოცხალი ორგანიზმის სახით წარმოდგენა და მისთვის დამახასიათებელი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების სრულფასოვანი აღქმა და ა.შ. აღნიშნული ასპექტები გარემოს ათვისების საქმიანობაში, ბუნებრივი კანონზომიერებების მიმდინარეობის უცვლელ გათვალისწინებასა და ლითოსფეროს გარდაქმნის ხელოვნური მეთოდების ნაცვლად, ისევ ბუნებრივი ხერხების გამოყენებას გულისხმობს.

ხმელეთისა და წყლის განაწილება. დედამიწის ფორმის – მისი მათემატიკური ზედაპირის შესახებ მიღწეული წარმოდგენა (თავი III) ფრიად საყურადღებო და მნიშვნელოვანი გეოგრაფიული დასკვნების გამოტანის საფუძველი გახდა. თუმცა, ეს საკმარისი სრულიადაც არ არის. ფიზიკურ გეოგრაფიას უფრო მტად დედამიწის არა მათემატიკურ, არამედ ფიზიკურ ზედაპირთან აქვს საქმე. ამიტომ, ამჟერად დედამიწის ზედაპირის სწორედ ფიზიკური იერ-სახის დეტალურ განხილვას შევეცდებით.

პლანეტის ზედაპირის (510 მლნ. კმ²) დიდი (71 %) ნაწილი, ანუ 361 მლნ. კმ² მსოფლიო ოკეანეს უკავია, ხოლო 29 %, ანუ 149 მლნ. კმ² – ხმელეთზე მოდის. ამდენად, ოკეანისა და ხმელეთის ფართობები ისე შეფარდება ერთმანეთს, როგორც 2,5:1. ერთი შეხედვით, პლანეტის სახელწოდება – დედამიწა (მიწა) არათუ საყოველთაო მნიშვნელობისაა, არამედ რამდენადმე დაქვემდებარებულ როლშია აღმოჩენილი. რადგან, დედამიწაზე უფრო მეტად წყალი და არა ხმელეთია (მიწა) გავრცელებული, მას სახელწოდება - ოკეანე უფრო მოუხდებოდა. თუმცა, ცხადია, ამას საფუძველი არ გააჩნია. აკი, ჩვენ პლანეტის ხმელეთზე გვინვს არსებობა, ცხოვრება და პრაქტიკული საქმიანობა. წყლის ზედაპირის ფართობის აშკარა გადაჭარბება ხმელეთთან შედარებით სრულებით არ ჩრდილავს იმ ფაქტს, რომლის მიხედვით დედამიწის მყარ ნაწილთან (რადიუსთან) შედარებით მსოფლიო ოკეანის სისქე მხოლოდ უმნიშვნელოდ თხელი აპკის სახეს ღებულობს, რომელთა ფარდობა 1:1600 იძლევა. ასევე, საკმაოდ უმნიშვნელოა (1:800) ოკეანეების წყლისა (1,37X10⁹ კმ³) და პლანეტის (1,083X10¹² კმ³) მოცულობათა შეფარდებაც.

ცხრილი VII.2.

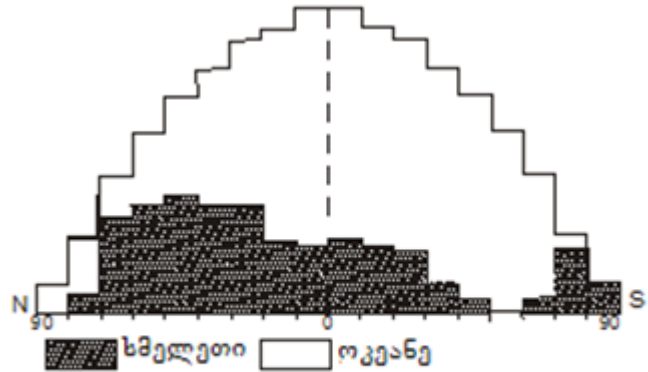
ხმელეთისა და წყლის განაწილება განედების მიხედვით (მლნ. კმ²)

განედები	ჩრდილოეთი ნახევარსფერო			სამხრეთი ნახევარსფერო		
	საერთო ფართობი	ხმელეთი	წყალი	საერთო ფართობი	ხმელეთი	წყალი
90-80°	3,9	0,4	3,5	3,9		
80-70°	11,6	3,4	8,2	11,6	12,1	3,4
70-60°	18,9	13,5	5,4	18,9	1,9	17,0
60-50°	25,6	14,6	11,0	25,6	0,2	25,4
50-40°	31,5	16,5	15,0	31,5	1,0	30,5
40-30°	36,4	15,6	20,8	36,4	4,2	32,2
30-20°	40,2	15,1	25,1	40,2	9,3	30,9
20-10°	42,8	11,3	31,5	42,8	9,4	33,2
10-0°	44,1	10,1	34,0	44,1	10,4	33,7

როგორც ჩანს, ხმელეთისა და წყლის მოცულობითი მაჩვენებლების მიხედვით პირველი მათგანი მნიშვნელოვნად უსწრებს თავის „პარტნიორს“, მაშინ როცა მათი სივრცობრივი მახასიათებლების შედარება (ცხრილი VII. 2) აშკარად ოკეანის სასარგებლოდ ლაპარაკობს. ამავე დროს, ხმელეთი ძირითადად ჩრდილოეთ ნახევარსფეროშია (39 %) მოქცეული, ხოლო მოპირდაპირე მხარეს მხოლოდ 19 %-ია გავრცელებული. ცხადია, რომ ოკეანის ზედაპირს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში 61 %, ხოლო სამხრეთში 81 % უკავია. წყლისა და ხმელეთის გადანაწილების აღნიშნულ თანაფარდობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორივე ნახევარსფეროს ჰავის ჩამოყალიბებაში.

ხმელეთისა და ოკეანის განაწილების ხასიათი განსაზღვრავს ჰავის კონტრასტულ თუ ჰარმონიულ გავრცელებას. ოკეანიდან დაშორებული ვრცელი კონტინენტის შიდა არეალებში სინოტივის შეღწევა გაძნელებულია და სანაპირო ფართო ზოლისაგან განსხვავებით, მკაცრი და მშრალი კლიმატით ხასიათდება. კუნძულების შედარებით ვიწრო ზედაპირზე კი ოკეანური ტენი დაუბრკოლებლად გადადის და ყველგან ნოტიო ჰავა ყალიბდება. ამავე დროს, როგორც ეს VII. 2. ცხრილიდან ჩანს, ხმელეთისა და წყლის პერიდიანულ გავრცელებაში ერთგვარი უწყვეტობა შეიმჩნევა. განედების მიხედვით ხმელეთი, თუმცა არათანაბრად, მაგრამ, ერთიანად და გაბმულადაა გავრცელებული. გამონაკლისია მხოლოდ სამხრეთი ნახევარსფეროს 60-70°-იან პარალელებს შორის მოქცეული ავსტრალია, სადაც დედამიწის ირგვლივ, ანტარქტიდის ოკეანეთა სამხრეთული ნაწილი, განაპირა წყლებს უჭირავს. მაგრამ, თუ წარმოვიდგენთ, რომ მთელი ხმელეთი მხოლოდ ტროპიკებს შორის იქნებოდა გავრცელებული, ირგვლივ კი ვრცელი ოკეანით შემოისაზღვრებოდა, მაშინ დედამიწაზე ძირითადად თბილი ჰავა გამეფდებოდა. თუმცა, პირიქით – განსაკუთრებით ცივი ჰავის ჩამოყალიბებას ეწეებოდა ადგილი, თუკი ხმელეთი ჩრდილოეთი და სამხრეთი პოლუსების ირგვლივ გვექნებოდა გარშემორტყმული, ხოლო მათ მიღმა – ზომიერი და დაბალი განედების ფარგლებში, ოკეანური სივრცე გამეფდებოდა. ანუ ისე, როგორც ეს გვაქვს სამხრეთ ნახევარსფეროში – ანტარქტიდის კონტინენტის სახით.

დედამიწის ზედაპირზე ხმელეთისა და წყლის არათანაბარი განაწილების დიაგრამა (ნახ. VII. 7) გვიჩვენებს არა მარტო ამ ორი კომპონენტის უბრალო განაწილებას განედური სარტყლებისა და ნახევარსფეროების მიხედვით, არამედ წარმოადგენს იძლევა დედამიწის კონტინენტების გაბატონებული ფორმის შესახებ. როგორც წესი, კონტინენტის ჩრდილოეთით მოქცეული ნაწილი ფართო არეალს იკავებს, ხოლო სამხრული დაბოლოება პირიქით – შევიწროებულია.



ნახ. VII.7. ხმელეთისა და ოკეანის განაწილების დიაგრამა დედამიწის განედების მიხედვით

მსოფლიო ოკეანე – დედამიწის ცალკეული ოკეანეებისა და მასთან კავშირში მყოფი ზღვების, აგრეთვე მათი ნაწილების აკვატორიათა გაერთიანებაა. იგი ჰიდროსფეროს ის ნაწილია, რომელიც მისი მასების უწყვეტობითა და გეოიდის ზედაპირთან თანხვედრით ხასიათდება. როგორც ჩანს, ოკეანე – არაიზოლირებული სისტემაა.

ცხრილი VII.3.

მსოფლიო ოკეანის ნაწილები და სიდიდეები

ოკეანე	ფართობი, მლნ.კმ ²	საშუალო სიღრმე (მ-ში)	მაქსიმალური სიღრმე (მ-ში)
ჩრდილო ყინულოვანი	13,10	1205	5220
ატლანტის	93,10	3656	9218
ინდოეთის	74,92	3897	7450
წყნარი	179,68	4028	11035

მსოფლიო ოკეანეს ოთხ ნაწილად ჰყოფენ. მათი სიდიდეები VII. 3. ცხრილშია მოცემული. ოკეანეთა ნაწილების ბუნებრივ საზღვრებს მათი მოსაზღვრე კონტინენტებისა და კუნძულების სანაპიროები წარმოადგენენ. პირობითი საზღვრები კი შეთანხმებითაა დადგენილი და ხან ჩრდილოეთ პოლარულ წრეზე გადის, ან სამხრეთის კონცხის (კ. ტასმანია) მერიდიანზეა გატარებული, ან კიდევ ჰორისა (სამხრეთ ამერიკა) და ნემსას (აფრიკის სამხრეთი სანაპირო) კონცხების მერიდიანებით შემოისაზღვრება. ოკეანეთა პერიფერიული განაპირა ნაწილები სშირად კონტინენტის სიღრმეში იჭრება და მეტ-ნაკლებად განცალკევებულ აკვატორიას ქმნის. ოკეანეების

ამგვარ ნაწილებს – ზღვებს უწოდებენ, ხოლო ამ უკანასკნელისაგან გამოყოფილ და ხმელეთში ღრმად შეჭრილ ნაწილებს – უბეების სახელწოდება აქვთ მიღებული. არცთუ იშვიათად, ეს ტერმინები თავიანთ მიერ მკაცრ მოთხოვნებს ვერ უძლებენ. პრაქტიკულად, ისტორიული ვითარების გამო, დიდ ტბებს, ჩამოყალიბებული ტრადიციის მიხედვით, ზღვების (კასპიის, არალის, მკვდარი) სახელწოდება აქვთ მინიჭებული, ხოლო ზოგიერთი ზღვები უბეებად (ბენგალის, ჰუდსონის) მოიხსენიება. იშვიათად, ზღვის სახელწოდებას ატარებს ოკეანის შუა (სარგასის ზღვა) ნაწილიც კი, რომელსაც ხმელეთთან შეხება სრულებით არ გააჩნია.

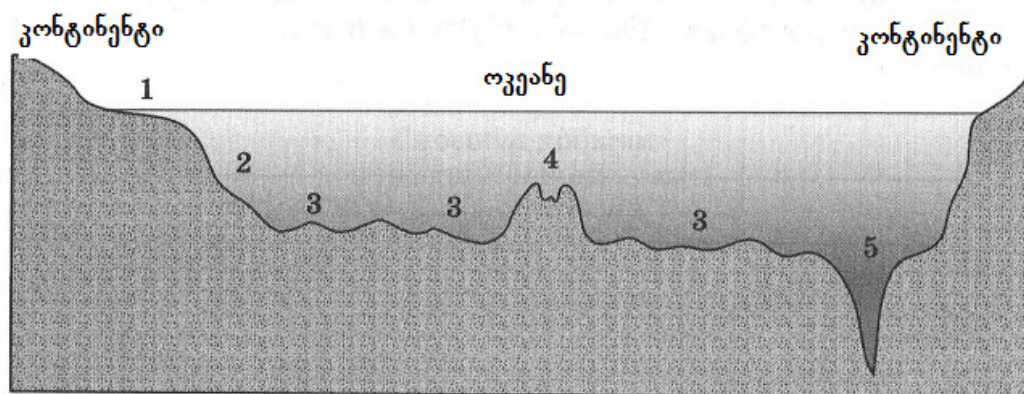
ოკეანიდან გამოცალკევების ხასიათისა და ჰიდროლოგიური რეჟიმის მიხედვით გამოყოფენ შიდა, ღია, ნახევრადჩაკეტილ და კუნძულშორის ზღვებს. შიდა ზღვებს მიეკუთვნება თეთრი, ბალტიის, აზოვის, შავი, მარმარილოს, წითელი, ხმელთაშუა ზღვები. ღია – ბარენცის, კარის, ლაპტევის, აღმოსავლეთ ციმბირის, ჩუკოტკის, როსის, უედელის, მარჯნის, არაბეთის ზღვები. ნახევრადჩაკეტილი ზღვის მაგალითებია ბერინგის, ჩრდილოეთის, ოხოტის, ყვითელი, აღმოსავლეთ ჩინეთის, სამხრეთ ჩინეთის, ანდამანის, იაპონიის, კარიბის ზღვები, მექსიკის უბე და სხვ. კუნძულშორის მოქცეულ აკვატორიას შეადგენენ იავის, ცელებესის, სულუს, ბანდას, სულავესის ზღვები.

ზღვების აუზების მოხაზულობისა და რელიეფის თავისებურებების ტექტონიკურ პროცესებთან დაკავშირების მიხედვით, ახდენენ ზღვების გენეგურ კლასიფიკაციას. ამ მხრივ, გამოყოფენ ეპიკონტინენტურ (ხმელეთის დატბორილი ნაწილი) და გეოსინკლინურ (ლითოსფეროს ტექტონიკურად მოძრავი ნაწილი) ზღვებს. ამავე დროს, მარჩხნელიანი შიდა და ღია ზღვები გენეგურად ეპიკონტინენტურს, ხოლო ღრმანელიანი შიდა, აგრეთვე ნახევრადჩაკეტილი და კუნძულშორისი ზღვები – გეოსინკლინურ ტიპებს მიეკუთვნება.

მსოფლიო ოკეანის ფსკერის რელიეფის შესახებ ინფორმაციას უხსოვარი დროიდან მხოლოდ სიღრმეთა პრიმიტიული (ლოგით) გაზომვით ღებულობდნენ. უკვე დიდი ხანია, რაც ოკეანეთა სიღრმეებს ექოლოგით ზომავენ. მისი მუშაობის პრინციპი ემყარება ბგერითი ტალღების წყლის სფეროში გავრცელებას. ექოლოგის ერთი ვიბრატორი ავზანის ბგერით იმპულსებს, ხოლო მეორე აპარატი ღებულობს ფსკერიდან არეკვლილ ტალღებს. ამ დროს, ხელსაწყოს მიერ თქმირდება დრო, რომლის განმავლობაში ბგერა ასრულებს მოძრაობას წინ – მისი გამომცემი აპარატიდან (ვიბრატორიდან) მყარ (ფსკერი) ზედაპირამდე და უკან – ექოლოგის მიმღებ მონაცემილობამდე.

ოკეანის წყალში ბგერის სიჩქარე საშუალოდ 1,5 კმ/ წმ შეადგენს. 0,5 კმ-ის სიღრმის დაფიქსირებისას ბგერა 1 კმ-ის მანძილს (ფსკერამდე და უკან) გადის. ცხადია, რომ ფსკერიდან არეკვლილი ექო მიმღებ აპარატურას 0,67 წმ-ის ინტერვალში დაუბრუნდება. სწორედ, ამ დროის გათვალისწინებით, ექოლოგის დეტექტორისა (გარდამქმნელი) და რეგისტრატორის მეშვეობით, ელექტრონული კალამის მიერ სპეციალურ მოძრავ მაგნიტური ქაღალდის ბათებაზე ოკეანის ფსკერამდე სიღრმე აღიბეჭდება. თუმცა, წყალში ბგერის გავრცელების სიჩქარე საკმაოდ ცვალებადი მნიშვნელობისაა, რაც დამოკიდებულია წყლის წნევის, ტემპერატურისა და მარილიანობის სიდიდეთა მნიშვნელობაზე. მათი გათვალისწინებითა და გემის მდებარეობის განსაზღვრის მიხედვით მიიღება მოცემული წერტილის ზუსტი სიღრმე.

ოკეანეთა ფსკერის ტოპოგრაფიის შესახებ უწყვეტი ჩანაწერების (ექსპონირების) მიღებამ უდავოდ გააღვიძა წყალქვეშა რელიეფის შესწავლა. ამჟამად, ოკეანის ფსკერის დეტალურ სურათებს კოსმოსიდან ათქსირებენ. ფართოდ გამოიყენება, აგრეთვე, წყალქვეშა (ლრმანულიანი) ფოტოგრაფირება, უწყვეტი სეისმო-აკუსტიკური პროფილირება და ფსკერის აგეგმვის კიდევ სხვა მეთოდები. ამ მხრივ, მიღებული სურათები გამოირჩევიან სინამდვილის ასახვის არა მხოლოდ მაღალი ხარისხითა და სიზუსტით, არამედ სიღრმეთა ათქსირების მაღალი სიზომრეც ახასიათებთ. ამავე დროს, მათ შეუძლიათ გამოიკვლიონ ფსკერის ამგებელი ნალექების ხასიათი და ერთდროულად მოიცვან წყალქვეშა რელიეფის საკმაოდ დიდი არეალი.



ნახ. VII. 8. ოკეანის ფსკერის პროფილის ზოგადი სქემა

1. შელფი; 2. კონტინენტური ფერდობი; 3. ოკეანის საგები; 4. შალედურ-ოკეანური ქედები; 5. ღრმანულიანი ღარი.

სიღრმეთა გაზომვის აღნიშნული ხერხების გამოყენებით ოკეანის ფსკერის ტოპოგრაფიის შესახებ საკმაოდ უხვი ფაქტობრივი მასალა დაგროვდა. გამოირკვა, რომ ოკეანის ფსკერის რელიეფი არათუ მარტივი და ნაზი მოყვანილობისაა, არამედ თავისი სირთულითა და შეეული (ვერტიკალური) ამპლიტუდის (ნახ. VII. 8) სიდიდით - დედამიწის ხმელეთის ზედაპირის შესაბამის ნიშნებს არ ჩამოუვარდება, ხოლო ხშირად, ამ მაჩვენებლებით მას აღემატება კიდევაც.

ოკეანის ფსკერის რელიეფის რთული სურათი მისი გენეზისისა და ხანგრძლივი განვითარების შედეგად ჩამოყალიბდა. მან გაიარა აზეგებისა და დაძირვის რთული და ხანგრძლივი ეტაპები, პლიკატური (ნაოჭების) და დიზუნქტური (სხლეტვების) დისლოკაციების (ნახ. VII.9) მიმდინარეობა, მიწისძვრებისა და ვულკანიზმის გამოვლინებები. ამ მხრივ, ოკეანეების ფსკერსა და ხმელეთს შორის უფრო ერთგვაროვნება შეინიშნება, ვიდრე განსხვავებულობა. ამავე დროს, მიწის ქერქის კონტინენტურ და ოკეანურ ნაწილებად დაყოფა ისტორიული ჩამოყალიბების შედეგია და მისი განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მიუთითებს.



ზღვიური ორგანიზმების ჩონჩხის ნარჩენები უმთავრესად კირქვოვან და კაჟბადოვან ნალექებს წარმოშობს. ამავე დროს, ერთი მხრივ, მარჯნის რიფების კირქვებისაგან მასიური ქანების ფორმირებას აქვს ადგილი, ხოლო მეორე მხრივ – ფსკერის ქანების ნგრევასა და დაქუცმაცებას პატარა ზომის ორსაგდულოანი მოლუსკები (*Pholas dactylus*, *Barnea candida*, *Petricola lithophaga*) აწარმოებენ. თუ კი ფსკერული გრუნტის გარდაქმნას შლამის ჭიები (*Sipunculus nudus*) ასრულებენ, მაშინ წყალში აგვიზარებული მინერალური ნივთიერების გაფილტვრასა და ფსკერზე დალექვას სხვა ორგანიზმები (მიდიები) ახდენენ. ბიოგენური დალექვის პროცესი ხანგრძლივ დროს მოიცავს და საყოველთაო გავრცელებისაა, რამედაც მონშობს ღრმანწყლიან აუზებში ჩატარებული ჭაბურღილების მონაცემები. ასე, კირქვული აღზავობის ორგანიზმების

(ფორამინიფერები, Foraminifera) მიერ დაღეჭილი ზღვის ფსკერული ნალექები. ამჟამად, ბიოგენური დანალექი მასალის ოკეანის ფსკერზე ჯამური შემოსვლის ყოველწლიური მაჩვენებელი (1,82 მლრდ. ტ) საკმაოდ დამატებითად გამოიყურება.

ამდენად, ოკეანის ფსკერი ვრცელი აკუმულაციის არენას უნდა წარმოადგენდეს. მართლაც ოკეანური საგების ფარგლებში (4-4,5 კმ-ის სიღრმეზე), რელიეფის არსებითი მოსწორება მიმდინარეობს ფსკერული ნალექების აკუმულაციის შედეგად. ოკეანეში ხომ ყოველწლიურად 30 მლრდ. ტ დანალექი მასალა (ბიოგენური, ვულკანური, ატივანარებული მასალა, ქიმიური გარდაქმნები) ილექება. ამავე დროს, კონტინენტების განაპირა დაძირულ ზოლში (შელფი) აკუმულაციის პროცესი მეტად მოკრძალებულად გამოიყურება. კიდევ უფრო ნაკლებია მასალის დაღეჭვა კონტინენტურ ფერდობზე, სადაც უმთავრესად ეროზიული (ნახ. VII. 10) პროცესებია გამეფებული. ოკეანური საგების მიღმა, 5-6 კმ-ის სიღრმეიდან კი, ბორცვიან აბისალური რელიეფია გაფორმებული.

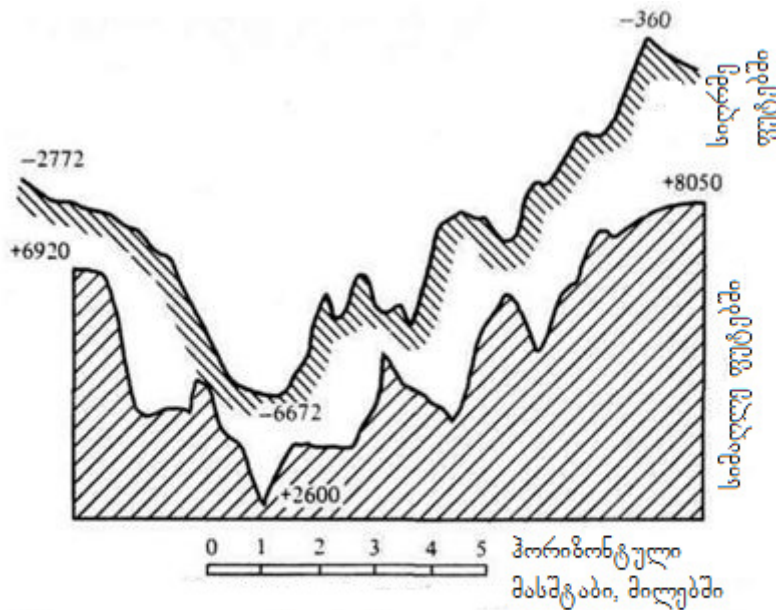


ნახ. VII.10. ატლანტის ოკეანის წყალქვეშა რელიეფი

მოცემული მასალიდან ჩანს, რომ ფსკერული აკუმულაცია, რომელსაც რელიეფის ცვლილება მიჰყავს უსწორმასწორობათა განამარხებისაკენ, მნიშვნელოვან შემაჯამებელ გეომორფოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს და საბოლოო ჯამში, მსოფლიო ოკეანის ფსკერის რელიეფის მოსწორების განმსაზღვრელია.

ოკეანეების ფსკერის რელიეფის მორფოლოგიურ ელემენტებს შეადგენენ სანაპირო ზონა, კონტინენტური თავთხელი, კონტინენტური ფერდობი, ოკეანის ფსკერი (ვალაპოტი) და ღრმანწყლიანი ღარები. სანაპირო ზონა – ხმელეთისა და ზღვის „საკამათო“ ზოლია, რომელზეც შეიმჩნევა როგორც მოქცევა-მიქცევის, ისე ტალღური ზემოქმედების მორფოლოგიური ნიშნები. კონტინენტური თავთხელი, ანუ შელფი – ყოფილი ხმელეთის ზღვით დატვირთილი ზოლია, რომელიც 200 მ-ის სიღრმემდე (ზოგჯერ 100-დან 600-მდე მ) ვრცელდება და რელიეფის რელიქტური ფორმების გავრცელებით ხასიათდება. კონტინენტური ფერდობი 2500 მ-ის სიღრმემდე ვრცელდება. მისი დახრილობის კუთხე 4-7°-ია, თუმცა ზოგჯერ 13-14°-ს, იშვიათად 40-45°-საც აღწევს.

კონტინენტური ფერდობის ზედაპირი წყალქვეშა კანიონებითაა დასერილი. შეიმჩნევა ორგანული კავშირები წყალქვეშა კანიონების სათავეებისა და დედამიწის უმთავრესი მდინარეების (კონგო, ჰუბონი, ინდი, მისისიპი) შესართავებს შორის. ამ უკანასკნელთა პირდაპირ, სწორედ წყალქვეშა კანიონები არიან გაგრძელებული და თითქოს მათ „გაგრძელებას“ ქმნიან. ამავე დროს, წყალქვეშა კანიონების დიდი ნაწილი ტექტონიკური რღვევის ხაზებთანაა დაკავშირებული. ხმელეთისა და წყალქვეშა კანიონების შედარება თანაბომიერ სიდიდეებს (ნახ. VII. 11) გვაძლევს. თუმცა, მეორე მათგანი, ოკეანეთა წყლების ქვეშა „დამალული“ და უშუალო ხელშეხებისათვის მიუწვდომელია. ამის მიუხედავად, სახეზეა მათი გრანდიოზულობის თანაფარდობა.



ნახ. VII. 11. დიდი კანიონი (მდ. კოლორადო) და მონტერეის (კალიფორნიის ყურე) წყალქვეშა კანიონი

კონტინენტური ფერდობის გაგრძელებას, უფრო ღრმად (2500-6000 მ), ოკეანის უსწორმასწორო კალაპოტი (საგები) წარმოადგენს, რომელიც არცთუ იშვიათად, ვიწრო და რკალური მოყვანილობის საკმაოდ გრძელი ღრმანაწილიანი ღრმულებით, ანუ თაღებითაა დასერილი. ოკეანის ფსკერის იმ ცნობილი 35 წყალქვეშა ღარიდან 28 მათგანი – წყნარ ოკეანეშია. ხუთი მათგანის სიღრმე 10 კმ-იან ზღვარს აღემატება. მათ შორის, მარიანის ღარი – 11 კმ-იან ზღვარსაც კი (11035 მ) აჭარბებს.

კონტინენტები – დედამიწის ხმელეთის დიდი მასივებია. მათ ერთმანეთისაგან ოკეანის შუა ნაწილში წარმოდგენილი ღრმა ღრმულები გამოყოფენ. თითოეული მათგანი ერთიანი სტრუქტურული აგებულებითა და მთლიანი „ხმელეთური“ ნიშნებით (ცხრილი VII. 4) ხასიათდება. ამ მხრივ, განასხვავებენ კონტინენტებს – ევრაზია, აფრიკა, ჩრდილოეთი ამერიკა, სამხრეთი ამერიკა, ავსტრალია და ანტარქტიდა. ამავე დროს, დედამიწის ხმელეთის დიდი ნაწილები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ისტორიული, კულტურული, რელიგიური, მორალურ-ზნეობრივი კატეგორიებით, აგრეთვე მეურნეობის წესის, ეკონომიკის დონის, ტრადიციებისა და სხვა კრიტერიუმებით. ამ

თვალსაზრისით კი, ასევე ექვს ქვეყნის ნაწილს (ევროპა, აზია, აფრიკა, ამერიკა, ავსტრალია, ანტარქტიდა) გამოყოფენ.

ცხრილი VII.4.

დედამიწის ხმელეთის დიდი მასივები

კონტინენტი	ფართობი 10 ⁶ კმ ²	საშუალო სიმაღლე (მ)	მაქსიმალური სიმაღლე (მ)
ევროპა ⁹	10,60	340	5633, მ. იალბუზი (მწვ.)
აზია ⁴	43,00	960	8848, მ. ჯომოლუნგმა (მწვ.) (ევერესტი)
აფრიკა	29,84	750	5895, მ. კილიმანჯარო (ვულკ.) 5199, მ. კენია (მწვ.)
ჩრდილოეთი ამერიკა	24,25	720	6193, მ. მაკ-კინლი (მწვ.)
სამხრეთი ამერიკა	18,28	590	6960, მ. აკონკაგუა (მწვ.)
ავსტრალია (ოკეანეთი)	8,96	340	5029, მ. ჯაია (მწვ., კ. ახალი გვინეა) 2234, მ. კოსციუშკო (მწვ.)
ანტარქტიდა	14,00	2200	5140, მ. მიუნსონის მასივი (მწვ.)

კონტინენტებს შორის საზღვარი ყოველთვის როდია მკაფიოდ გამოხატული. ამ მხრივ, ექვს მხოლოდ ავსტრალია და ანტარქტიდა არ იწვევს. პირობითი საზღვრები აფრიკასა და აზიას შორის სუეცის, ხოლო ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკას შორის პანამის არხებზეა გატარებული. განსაკუთრებით ძნელია საზღვრის გატარება ევროპასა და აზიას შორის, რომელიც არსებითად ერთიან კონტინენტს – ევრაზიას წარმოადგენს. ამჟამად, ევროპის აღმოსავლეთ საზღვარს ურალის ქედზე ატარებენ. საკამათოა საზღვრის გადგენა კავკასიურ სივრცეში. მისი გატარება კუმა-მანჩის ღრმულზე უფრო დამკვიდრებულად ითვლება. მეორე შეხედულებით, ეს საზღვარი კავკასიონის ქედის თხემზე გადის; უფრო ადრე ამ საზღვარს ამიერკავკასიის ბარზეც ატარებდნენ (ჰეროდოტე). თუმცა სხვა მოსაზრებით, იგი თურქეთის ჩრდილოეთ პერიფერიამდეც კი არის გადანიშნული.

აზია ყველაზე დიდი და მაღალი კონტინენტია. ამ თვალსაზრისით მომდევნო ადგილებზეა ჩრდილოეთი ამერიკა, სამხრეთი ამერიკა, ევროპა და ავსტრალია. რაც შეეხება ანტარქტიდას – მისი მაღალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობა მძლავრი (4,2 კმ) მყინვარული საფარითაა განპირობებული.

კონტინენტების კონფიგურაციის არაერთგვაროვნების მიუხედავად, ძველთაგანვე ყურადღებას იქცევდა მათი მოხაზულობის, დაჯგუფებისა და ზედაპირული ნიშნების მსგავსი თავისებურებები. ასე, მაგალითად, კონტინენტების სივრცობრივი განთავსება, წყვილადი გავრცელების გამო, შემდეგნაირად ჯგუფდება: ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკა, ევროპა და აფრიკა, აზია და

⁹ ევროპა და აზია - ერთიანი და მთლიანი კონტინენტია. მათი ქვეყნის ნაწილებად დაყოფა - პირობითია.

ავსტრალია. როგორც ჩანს, გამონაკლისი მხოლოდ ანტარქტიდაა. თითოეული კონტინენტური წყვილი ქმნის კონტინენტურ სხივს, რომლებიც ჩრდილოეთ პოლარულ სივრცეში იკრიბება.

კონტინენტების მოხაზულობაში შეინიშნება აგრეთვე სამკუთხედისებრი კონფიგურაცია, რომელთა მახვილი წვეროები სამხრეთით არიან მიმართული. ამიტომ, მათი ჩრდილოეთი მხარე ფართო და განიერია, სამხრეთ დაბოლოებას კი გამოსოფლა ახასიათებს. ანტარქტიდის ფორმა მსხლისებურია, ანუ ასევე სამკუთხედისებურია და თავისი ვიწრო ნაწილით სამხრეთ ამერიკისკენაა მიმართული.

კონტინენტების ზოგადი სურათი კიდევ მრავალი საერთო თავისებურებების გამოვლენის საშუალებას იძლევა. ასე, მაგალითად, ყოველი სამხრული კონტინენტის დასავლური ნაწილი შეზნექილი, ხოლო აღმოსავლეთით – გამოზნექილია. ან კიდევ, სამხრული კონტინენტების მხოლოდ დასავლეთ სანაპიროს კიდეებზე სანაპირო ხაზი შეზნექილი (სამხრეთ ამერიკაში – არიკის უბე, აფრიკაში – გვინეის უბე, ავსტრალიაში – ამავე სახელწოდების უბე), ხოლო აღმოსავლეთით – გამოზნექილი ფორმისაა. ზოგი კონტინენტის აღმოსავლეთ ნაწილში კუნძულთა გირლანდაა წარმოდგენილი, მაშინ როცა დასავლეთ სანაპიროზე მათ გავრცელებას ადგილი არა აქვს. ამ გირლანდებს, როგორც წესი, რკალისებური მოყვანილობა აქვთ და თავიანთი გამოშვებული ნაწილით ყოველთვის აღმოსავლეთ მხარესაა გამოზნექილი. მათ მაგალითებს წარმოადგენენ ანტილიის კუნძულთა რკალი, აღმოსავლეთი აზიისა და ალუეგიის კუნძულები და სხვ. ამჟამად ცნობილია, რომ განაპირა კუნძულთა რკალები მაღალი სეისმურ-ტექტონიკური აქტიურობით ხასიათდება და ხმელეთის ვრცელი არეალების ფორმირების საწყის სტადიას მიეკუთვნებიან.

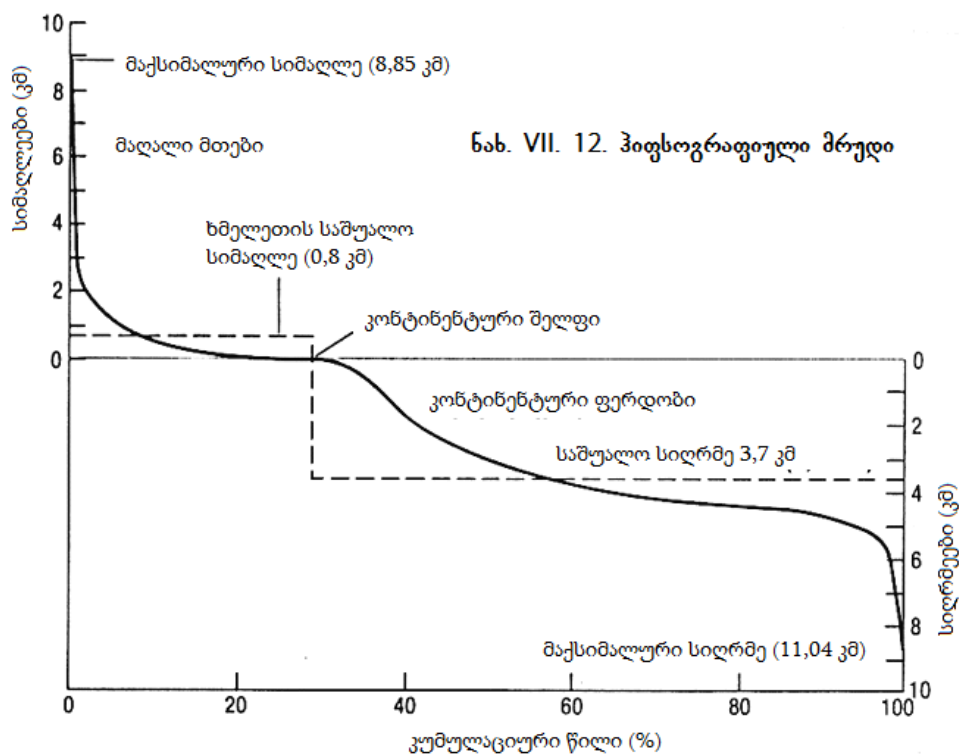
ხმელეთის რელიეფის ზოგადი სურათიდან ნათლად ჩანს მთიანეთების გრანდიოზული გავრცელება. ისინი ორ ზოლს ქმნიან. ერთი – წყნარი ოკეანის კიდეზე მერედიანული მიმართულებითაა გადაჭიმული. მეორე – პარალელის მიმართულებით მთელ ევრაზიას გადაკვეთს. პირველი მათგანი მოიცავს ალუეგიის კუნძულებს, ალიასკას, კლდოვან ქედზე, სანაპირო ქედსა და სიერა-ნევადას, კალიფორნიის ნახევარკუნძულის გავლით ცენტრალური ამერიკისა და ანტილიის კუნძულებიდან მიმართულია სამხრეთ ამერიკისაკენ, სადაც ანდების მთაგრეხილია წარმოდგენილი, რომელიც საბოლოოდ ანტარქტიდაში გადადის.

ევრაზიის მეორე ახალგაზრდა მთიანი სარტყელი ორ შტოდ იყოფა. ჩრდილოეთი შტო მოიცავს: პირინეს, ალპებს, კარპატებს, ბალკანებს, ჩრდილოეთ ანატოლიის მთებს, კავკასიას, ქოფეთდაღს, პამირს, ჰიმალაის ჩრდილო ნაწილს, იუნანის ზეგანს, ინდოჩინეთის მთიანეთებს. სამხრეთი შტო იწყება ატლასის მთებით (აფრიკა), ევრაზიაში მოიცავს აპენინებს, დინარიდებს, თავრიზს, ირანის ზეგანს, ჰინდუქუშს, ყარაყორუმს, ჰიმალაებს (უმაღლესი მწვერვალით), ბირმასა და ზონდის კუნძულებს. აქვე, მთიანი სარტყლის სამხრეთი შტო ორ ნაწილად იყოფა. პირველი მათგანი მიემართება ახალი გვინეისა და ახალი ზელანდიის მიმართულებით, ხოლო მეორე – ფილიპინებს, აღმოსავლეთ ჩინეთს, იაპონიასა და აზიის ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიას მოიცავს.

ხმელეთის რელიეფის ძირითადი ელემენტების სივრცებრივი განფენილობის შეცნობა, მისი საერთო – ზოგადი ნიშნების დანახვის საშუალებას იძლევა. ამ თვალსაზრისით, კონტინენტებზე

ადვილად შეინიშნება სამ-სამი რელიეფურად (ჰიფსომეტრიულად) განსხვავებული არელების გამოყოფა. მათ შორის ერთ-ერთი – დაბალი და ვრცელი შუა ნაწილი მთების განაპირა ორ-ორი კიდეებითაა შემოსაზღვრული. ასე, მაგალითად, ამერიკის კონტინენტის დასავლეთი კიდე კორდილიერებსა და ანდებს უჭირავს, აღმოსავლეთი – აპალაჩებსა და ბრაზილიის ზეგანს, შუა ნაწილი კი ლა-პლატას, ამაზონის, ორინოკოსა და მისისიპის დაბლობებს აქვთ დაკავებული. სხვა კონტინენტებსაც ანალოგიური ნიშნები ახასიათებთ. ხმელეთის რელიეფისა და ოკეანის ფსკერის ტოპოგრაფიის არაერთგვაროვნება არამარტო ჰიფსომეტრიულ თავისებურებებშია გამოვლენილი, არამედ ძირითადი განსხვავება მის სტრუქტურულ ნიშნებშიც კარგად ჩანს, რომელიც პირველი მათგანის იერ-სახის ჩამოყალიბებას განსაზღვრავს კიდევაც. ამავე დროს, ხმელეთისა და ოკეანის ფსკერის რელიეფის ზოგადი ხასიათი სრულიად სანინააღმდეგო ნიშნებს ატარებს და ერთმანეთისაგან დიამეტრალურად განსხვავდება. თუკი ოკეანეთა ფსკერის რელიეფის შუა ნაწილი მაქსიმალური აზვევებით ხასიათდება, ხოლო განაპირა კიდეები პირიქით – სტაბილური და დაძირვის (შელუი) ტენდენციისაა, მაშინ ხმელეთის ზედაპირზე სრულიად სხვა სურათი შეინიშნება. კერძოდ, მათი განაპირა კიდეების მაღალ მთებს შორის დაბალი ვაკეებია განვითარებული.

ჰიფსოგრაფიული მრუდი. დედამიწის ზედაპირის სიმაღლეებისა და სიღრმეების დიაპაზონთა თანაფარდობის სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე (ცხრილი VII. 5) შესაძლებელია ტერიტორიის განაწილების ჰიფსოგრაფიული მრუდის (ნახ.VII. 12) შედგენა. ამ მიზნით, ორდინატის ღერძზე გადაიზომება სიღრმეები და სიმაღლეები, ხოლო აბსცისაზე კი მათი შესაბამისი ფართობები.



ჰიფსოგრაფიული მრუდის ღირსება არა მარტო რელიეფის თვალსაჩინოდ წარმოდგენაში, არამედ დედამიწის იდეალური პროფილის ზოგადი ხასიათის წარმოჩინებაშიც მდგომარეობს.

მრუდზე მკვეთრად გამოყოფილი კონტინენტები და ოკეანეთა ღრმულები – დედამიწის ძირითადი პლანეტარული რელიეფის ფორმები. ხმელეთისა და ოკეანეების საშუალო ვერტიკალური სიდიდეები გვიჩვენებს, რომ მიწისზედა ნაწილში სიმაღლეები ძირითადად 1000 მ-მდე (მთელი ფართობის 75 %) ვრცელდება.

როგორც ჩანს, ამ მხრივ, მიანეთები ხმელეთის რელიეფის მეორეხარისხოვან დეტალს წარმოადგენენ. ამავე დროს, მრუდი თვალნათლივ გვიჩვენებს, რომ ოკეანის ფსკერის თავისებური და კონტინენტური ფერდობი (0-2500 მ-ის ფარგლებში), თავისი მორფომეტრიული ნიშნებით (ზედაპირის დახრილობა, შეფარდებითი სიმაღლეები, დანაწევრების სიხშირე), მართლაც კონტინენტურ კუთვნილებას ამჟღავნებენ. ჰიფსოგრაფიული მრუდის მარჯვენა ნაწილის (ბათიგრაფიული ნაწილი) მიხედვით ცხადი ხდება, რომ ოკეანეებში ყველაზე უფრო (75 %-ზე მეტი) გავრცელებული სიღრმეები 3-6 კმ-ის დიაპაზონშია მოქცეული. ამდენად, როგორც კონტინენტებზე – მთიანეთები, ისე ოკეანეებში - ღრმანეწლიანი ღარები, დედამიწის რელიეფის მეორეხარისხოვანი დეტალის მაგარებელ ფორმებს წარმოადგენენ.

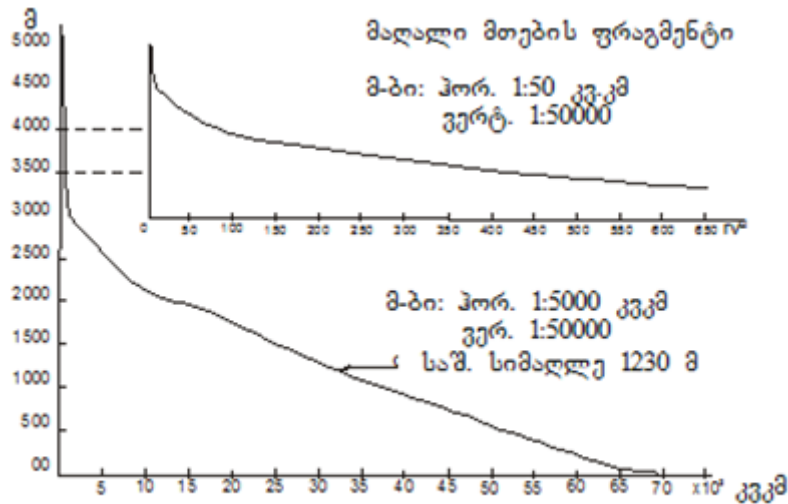
ცხრილი VII.5.

დედამიწის ზედაპირის სიმაღლეთი და სიღრმითი საფეხურების თანათარღობა

ხმელეთი სიმაღლე, მ-ში	სიმაღლეთა საფეხურების ფართობი		მსოფლიო ოკეანის სიღრმე (მ-ში)	სიღრმეთა საფეხურების ფართობი	
	10 ⁶ კმ ²	ფართობი (%)		10 ⁶ კმ ²	ფართობი (%)
3000-ზე მეტი	8,5	1,6	0-200	27,5	5,4
3000-2000	11,2	2,2	200-1000	15,3	3,0
2000-1000	22,6	4,5	1000-2000	14,8	2,9
1000-500	28,9	5,7	2000-3000	23,7	4,7
500-200	39,9	7,8	3000-4000	72,0	14,1
200-0	37,0	7,3	4000-5000	121,8	23,9
0-ზე დაბალი	0,8	0,1	5000-6000	81,7	16,0
			6000-ზე მეტი	4,3	0,8
	148,9	29,2		361,1	70,8

ჰიფსოგრაფიული მრუდის მიხედვით შესაძლებელია არა მარტო დედამიწის მთლიანი ზედაპირის, არამედ მისი ცალკეული დიდი ფრაგმენტების (მორფომეტრიული საფეხურების) სიერცობრივი ნიშნების შედარებითი დასახიათება. ამ მიზნით, ქვემოთ განხილულია საქართველოს ჰიფსოგრაფიული მრუდი (ნახ. V.5), რომლის მიხედვით გერიტორიის საშუალო სიმაღლე ზღვის

დონიდან 1230 მ-ს შეადგენს, ხოლო ქვეყნის მთელი ფართობის 45%-ზე მეტი მოქცეულია 1000 მ-ის სიმაღლემდე და ბარისა და წინამთების მორფოლოგიურ საფეხურებს მოიცავს. მთების წილად (1000 მ-ზე მაღალი) კი ქვეყნის მთლიანი ფართობის 54%-ზე ოდნავ მეტი მოდის, თუმცა მაღალი მთების (3000 მ-ზე მაღლა) გავრცელების არეალი მხოლოდ 1500-მდე კმ²-ს, ანუ მთელი ტერიტორიის 2,1%-ს შეადგენს.



ნახ. VII.13. საქართველოს ჰიქსოგრაფიული მრუდი

ამგვარად, დედამიწის ზედაპირის ძირითადი პლანეტარული ფორმები – კონტინენტების გრანდიოზული ბლოკები და ოკეანეთა ღრმანწყლიანი ღარები აგებულია, განვითარებისა და თანამედროვე იერსახის მიხედვით, წარმოადგენენ რა ერთმანეთისაგან დიამეტრალურად განსხვავებულ მორფოლოგიურ და მორფომეტრიულ ერთეულებს – მჭიდრო ურთიერთკავშირების შედეგად განსაზღვრული ურთიერთგანპირობებულობა, მიზეზ-შედეგობრივი თვალსაზრისით, მათ ერთიანი სისტემის ცალკეული კვანძების როლს ანიჭებს.

დასკვნები

1. დედამიწის ზედაპირზე ოკეანეებისა და ხმელეთის ფართობების არათანაბარ გადანაწილებაში წყლის აშკარა დომინირებისა და ცოლი წონით თანაფარდობასთან ერთად, მოცულობათა შედარება მიწის მყარი გეოსფეროს მკვეთრ პრევალირებას აჩვენებს;

2. კონტინენტური ბლოკების სივრცობრივი (ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროებში) არაერთგვაროვნება, განსაზღვრავს რა დედამიწის სიმძიმის ცენტრის ჩრდილოეთ პოლუსისაკენ გადაწევის, პლანეტის ასიმეტრიული მდგომარეობის თანამედროვე სურათს განაპირობებს;

3. ოკეანეებისა და კონტინენტების განლაგება განაპირობებს რა მათ სივრცეებში ანტიპოდურობას, „ხმელეთური სხივების“ ჩრდილოეთ პოლარულ სივრცეში თავმოყრის შედეგად წარმოქმნილი „კონტინენტური ვარსკვლავი“ მაგნიტუდის დაწვევების ორიგინალურ ეფექტს იძლევა, რომელშიც თითოეული წველის სამხრეთით მდებარე ხმელეთის ნაწილი, მის ჩრდილოეთურ ანალოგთან შედარებით – უფრო ადმოსავლური მდებარეობის პოზიციას ინარჩუნებს;

4. კონტინენტების ჩრდილოეთით ორიენტირებული ფართო და განიერი ნაწილების შენარჩუნებასთან ერთად სანინალმდეგო (სამხრეთით) მხარეს, გამოქმნადებული აქვს რა შევიწროვებული მოხაზულობა – სამკუთხედისებრი კონფიგურაციის ფორმას ინარჩუნებს;

5. ოკეანეების ფსკერის რელიეფის დანაწევრების სირთულე სუბაერალური პროცესების არარსებობის მიუხედავად, ქიმიურ-ბიოგენური და ვულკანოგენურ-ნივთიერი პროცესების შედეგად ხმელეთის ზედაპირზე ეგზოგენური ფაქტორებით შეპირობებული ჰემაობის თანაბრადია, თუმცა ხმელეთის ზედაპირზე ეროზიის, ხოლო ოკეანის ფსკერზე აკუმულაციის გაბატონებასთან გვაქვს საქმე;

6. კონტინენტების დასავლური კიდეების რეალისებურ შეზღუდვას, მათი ადმოსავლური პერიფერიები პირიქით – გამოზნექვითა და სანაპირო პერიმეტრზე კუნძულთა რეალური მოყვანილობის გირლანდების გავრცელებით პასუხობენ;

7. კონტინენტების რელიეფის უმთავრესი შვერილები მთიანეთების ორი მსხვილი – წყნაროკეანური და ევრაზიული ზოლის სახითაა ფორმირებული;

8. კონტინენტებისა და ოკეანეთა ფსკერის რელიეფის ზოგადი სურათი დიამეტრალურ განსხვავებულობას ამჟღავნებს: პირველი მათგანის შუა ნაწილი დეპრესიულ ვაკეებს მოიცავს, ხოლო პერიფერიებზე მთიანეთებითაა შემოსაზღვრული; ოკეანეების ფსკერზე, პირიქით – შუალედური სარტყელი წყალქვეშა ოკეანურ ქედებსა და რიფტულ ზოლებს შეესაბამება, განაპირა კიდეები კი ღრმანწყლიანი ღარების გავრცელებით ხასიათდება;

9. დედამიწის ზედაპირის (ხმელეთისა და ოკეანის ფსკერის) ჰიფსომეტრიულ სიდიდეთა დიაპაზონების თანაფარდობათა სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით აგებული ჰიფსოგრაფიული მრუდის ანალიზიდან ნათელია:

- დედამიწის ქერქის ზედაპირის იდეალური პროფილის ზოგადი სურათისა და ჰიფსოგრაფიული მრუდის სრული შესაბამისობა;

- კონტინენტების მთიანეთებისა და ოკეანური ღრმანწყლიანი ღარების შეზღუდული გავრცელება;

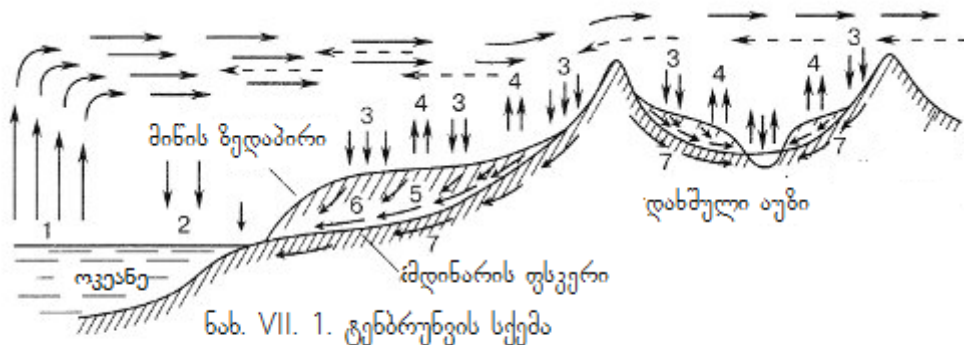
- კონტინენტებისა და ოკეანეთა ქვაბულების, როგორც დედამიწის რელიეფის ფორმების, გრანდიოზული და პლანეტარული გავრცელება;

– ოკეანის წყალქვეშა კომპონენტების – შეღვისა და კონტინენტური ფერდობის მაგნიტული კუთვნილება.

თავი VIII. ზოგადი წყლის

მოკლე შინაარსი: ზოგადი ცნობები. მდინარეები. მინისტრები წყლები. ტბები. ჯაბები. მინერები. მუდმივი მზარდობა. ხმელეთის წყლების გაქუჩიანება. დასკვნები.

ზოგადი ცნობები. ჰედაპირის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები ოკეანის (ზღვის) ზედაპირიდან წყლის აორთქლებისა და მისი კონდენსაციის შედეგია. აორთქლებული წყლის დიდი ნაწილი ისევ მის ზედაპირზე მოდის (ნახ. VIII. 1) ოკეანიდან ატმოსფერული ნალექების სახით. სქმაზე ჩანს ოკეანის აუზის ფარგლებში ტენის ბრუნვის ზოგადი სურათი. ოკეანისაკენ ორიენტირებული ხმელეთი მოიცავს წყალგამყოფების ფერდობებს შესაბამისი მდინარეთა აუზებითა და მინისტრები წყლებით. წყალგამყოფთა მოპირდაპირე მხარეს ოკეანისაკენ იზოლირებული ე.წ. დახმული აუზი განვითარებული. ამ უკანასკნელიდან ოკეანესთან ტენიმოცვლას ადგილი არა აქვს, ანუ უჩამონადენო აუზი ტენბრუნვის საკუთარი რეჟიმით ხასიათდება და ოკეანესთან საერთო არაფერი აქვს.



ნახ. VII. 1. ტენბრუნვის სქემა
1. აორთქლება ოკეანიდან; 2. ატმოსფერული ნალექები ოკეანეზე; 3. ნალექები მინისტრები წყლებზე; 4. აორთქლება მინისტრები წყლებიდან; 5. ოკეანეში ჩამონადენი; 6. მდინარეთა ჩამონადენი ოკეანეში; 7. მინისტრები წყლები ჩამონადენი.

ნახაზიდან ასევე ჩანს, რომ როგორც ოკეანის, ისე ხმელეთის ზედაპირზე ატმოსფერული ნალექების მოსვლასთან ერთად აორთქლების პროცესიც მიმდინარეობს. მაგრამ, ამავე დროს, მათ შორის აშკარა ტენიმოცვალსაც აქვს ადგილი. ცხადია, რომ ოკეანეზე მოსული ატმოსფერული ნალექები ისევ ღია აკვატორიას სწრაფად უბრუნდება, ხმელეთზე მოსული ნალექები კი მხოლოდ მდინარეთა, მინისტრები წყლები და არაკალაპოტური ჩამონადენების სახით, თუმცა მცირე დავიანებით, ოკეანის წყალს ისევ უკან უბრუნდება. მათი რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით (ცხრილი VIII. 1) ცნობილი ხდება, რომ მთლიანად ჰედაპირიდან აორთქლებული წყლის ჯამური მოცულობა $577060 \text{ კმ}^3/\text{წ}$ მასზე მოსული ატმოსფერული ნალექების გოლი სიდიდეს შეადგენს და ტენბრუნვის ბალანსი მიღწეულია. ამავე დროს აშკარაა, რომ როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, ოკეანის ზედაპირიდან წყლის აორთქლება ($507150 \text{ კმ}^3/\text{წ}$) გაცილებით ინტენსიურად მიმდინარეობს და ხმელეთიდან აორთქლებული ($69910 \text{ კმ}^3/\text{წ}$) წყლის მოცულობას $7,25$ -ჯერ აღემატება. პირველი მათგანის ზედაპირზე ატმოსფერული ნალექების მოცულობაც ($457230 \text{ კმ}^3/\text{წ}$) ასევე ხმელეთის

ზედაპირზე მოსული ნალექების (119830 კმ³/წ) მაჩვენებელს 3,82-ჯერ აღემატება. ამასთან ერთად, ოკეანის ზედაპირზე მოსული ნალექების მოცულობა 49920 მ³/წ-ით ჩამორჩება წყლის სარკიდან აორთქლების სიდიდეს, რაც 10 %-იან „დანაკლისს“ შეადგენს. ცხადია, რომ ეს შეუსაბამობა ოკეანიდან წყლის ორთქლის ხმელეთის ზედაპირზე გადატანისა და იქ ნალექების შემოსვლით კომპენსირდება, რაც ოკეანეზე დაფიქსირებული „დანაკლისის“ (49920 მ³/წ) ხმელეთზე „შევსებას“ იწვევს.

ცხრილი VIII.1.

(დედამიწის წყლის საშუალო წლიური ბალანსი (რ. კლიმატ და სხვ. მიხედვით)

ბალანსის ელემენტები	წყლის მოცულობა კმ ³ /წ	წყლის ფენა, მმ	% ხარჯიდან
დედამიწა			
აორთქლება	-577060	-1132	100
ატმოსფერული ნალექები	+577060	+1132	100
მსოფლიო ოკეანე			
აორთქლება	-507150	-1402	100
ატმოსფერული ნალექები	+457230	+1264	90,2
მდინარეთა ჩამონადენი	+44180	+122	8,7
მყინვარული ჩამონადენი	+3850	+11	0,8
მინისქვეშა ხარჯი	+2500	+7	0,5
ბალანსი	+610	+2	0,1
ხმელეთი			
ატმოსფერული ნალექები	+119830	+804	100
აორთქლება	-69910	-469	58,3
მდინარეული ჩამონადენი	-44180	-296	36,7
მყინვარული ჩამონადენი	-3850	-26	3,2
მინისქვეშა ჩამონადენი	-2500	-17	2,1
ბალანსი	610	-4	0,5

აორთქლებული წყლის შედარებით მცირე (119830 კმ³/წ) ნაწილი ნალექებს ხმელეთზე იძლევა. ამ ნალექების ერთი ნაწილი, აორთქლების შედეგად, ატმოსფეროს გავლით, ხელახალ კონდენსაციას განიცდის და მდინარეული არტერიების მეშვეობით ისევ ოკეანეს (44180 კმ³/წ) უბრუნდება. მეორე ნაწილი კი ჩაიფონება რა ნიადაგისა და გრუნტის ფენებში, მინისქვეშა ჩამონადენს (25000 კმ³/წ) ქმნის. გაყინული წყალი თოვლისა და მყინვარების საფარებს წარმოშობს, სხვა ნაწილი კი ჭაობებისა და ტბების კეებს ხმარდება. პირველი მათგანის დნობის შედეგად ოკეანში წყლის შემოსვლა 3850 კმ³/წ შეადგენს, ხოლო ჭაობებისა და ტბების წყლების მცირე ნაწილი მინისქვეშა წყლების კეებს ხმარდება. ხმელეთზე წყლის მონაცვლეობა დედამიწის

წყლის როგორც მნიშვნელოვანი რგოლის ფორმირებას წარმოშობს, რომლის შედეგად მდინარეული ქსელის ხშირი „ბადისა“ და წყლის საკმაოდ გრძელი არტერიების წარმოშობას აქვს ადგილი.

როგორც ჩანს, ხმელეთის ზედაპირის მხოლოდ 0,8 მლნ. კმ² ფართობი ოკეანის დონეზე დაბლა მდებარეობს. ხმელეთის დიდი (148,2 მლნ. კმ²) ვაკეები და მთიანეთები ოკეანეებისა და ზღვებისაკენაა დახრილი. შესაბამისად, ხმელეთზე მოსული ატმოსფერული ნალექების იმ ნაწილის გარდა, რომელიც ორთქლის სახით ისევ უბრუნდება ატმოსფეროს, სიმძიმის ძალის გავლენით, ადრე თუ გვიან, ისევ უბრუნდება მსოფლიო ოკეანეს. თავისი გავრცელების მიხედვით, ხმელეთის წყლებს ყოფენ ზედაპირულ და მიწისქვეშა წყლებად.

მდინარეები. ატმოსფერული ნალექების შედეგად ფორმირებული ზედაპირული მუდმივი ბუნებრივი წყლის ნაკადები, წარმოქმნილი ხმელეთის ზედაპირის დახრილობის გავლენით და თავმოყრილი რელიეფის ხაზობრივად გაწელილ ჩადაბლებებში, უწყვეტი ჩამონადენის სახით – მდინარეების სახელწოდებითაა ცნობილი.

ისტორიულად, ადამიანი ყოველთვის მდინარეთა სიახლოვეს სახლდებოდა. ისინი მდინარეების მეშვეობით მისდევდნენ ნაოსნობას, თევზჭერას. აწყობდნენ პირველ გეოგრაფიულ აღმოჩენებს. მდინარეთა ხეობები წარმოადგენდნენ უძველესი ხალხების კულტურის აკვანს.

მდინარის, როგორც ბუნებრივი წარმონაქმნის ცნების ქვეშ, წყალსადინართან ერთად იგულისხმება, აგრეთვე, მისი კალაპოტიც. მდინარეთა დიდი ნაწილი ოკეანეებში ანუ მათი წარმოშობის აკვანში ჩაედინება. მდინარეებს ყოველწლიურად ოკეანეებსა და ზღვებში 25 ათასი კმ³ წყალი შეაქვთ. მათ შორის, ატლანტისა და ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანეების აკვატორიაში 57 %, ხოლო წყნარ და ინდოეთის ოკეანეებში – 41 % ანუ 14,35 ათასი კმ³ მდინარეული წყალი ჩაედინება. დანარჩენი (7 ათასი კმ³) წყალი შუა აზიის, აფრიკის, ავსტრალიის დახმულ არეალებზე მოდის.

მდინარეების ნაწილი ჩაედინება ტბებსა და ჭაობებში. მიმდინარე წყლებს შეიძლება ჰქონდეს ნაკადის როგორც მუდმივი, ისე დროებითი ხასიათი. ზედაპირული წყლების აღნიშნული ხასიათი განისაზღვრება კლიმატური პირობებით და თავის დაღს ასვამს დედამიწის გეოგრაფიულ გარსს. ამიტომ, ამ თავში განიხილება, აგრეთვე ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებისა და ბუნებრივი გარსის გეოგრაფიული კავშირები.

მდინარეთა ნაწილი ფართო ჭაობებიდან გამოედინება. სხვები სათავეს მყინვარებიდან იღებენ, ზოგიერთი კი წყლის რამდენიმე წყაროს შეერთების შედეგად ფორმირდება. მდინარეთა კვებას ადგილი აქვს წვიმისა და თოვლის, ანუ ატმოსფერული ნალექების შედეგად ფორმირებული, მაგრამ არაერთგვაროვანი იერ-სახის წყლებისაგან. ამდენად, მდინარეთა წარმოშობი ფაქტორების უბრალო ჩამონათვლიდანაც კი აშკარად ჩანს მათი კლიმატური გენეზისი.

რაც შეეხება ღრობით ზედაპირულ ნაკადებს – მათ ფორმირებას თითქმის ყველგან აქვს ადგილი. თუმცა, მუდმივი ნაკადების არსებობა ხდება იქ, სადაც კალაპოტში შემოედინება იმდენი წყალი, რაც საკმარისია მუდმივი ჩამონადენის ფორმირებისათვის წყლის აორთქლებისა და ჩაჟონვის გათვალისწინებით. მდინარეთა ნაკადების ფორმირებაში სხვა ადგილობრივი პირობებიც მონაწილეობენ, რომელთა შორისაა ამა თუ იმ ადგილებისათვის დამახასიათებელი ჰავის რეჟიმი და რელიეფის თავისებურებანი, ამგებელი ქანების ლითოლოგიური ნიშნები და სხვ. ამავე დროს, ამ ფაქტორების უბრალო ჩამონათვალი ან კიდევ მათი ფიზიკური პარამეტრების სიდიდეები ხშირად მდინარეთა ჰიდროლოგიური რეჟიმის ჩამოყალიბებას ვერ განსაზღვრავს. აქ, ერთ-ერთ მთავარ როლს ამ ფაქტორების ურთიერთდამოკიდებულებები ასრულებენ. ასე, მაგალითად, ფრანგი მეცნიერის – მარტონის მიერ გამოანგარიშებულია, რომ არაკარსტულ არეალებში მდინარეთა მუდმივი ნაკადების ფორმირებისათვის ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა ზომიერ განედებში არანაკლებ 250 მმ-ს უნდა შეადგენდეს. სუბტროპიკებში კი ანალოგიური მაჩვენებელი 500 მმ-ს, ხოლო ცხელი ჰავის სარტყელში 1000 მმ-ს აღემატება.

ამდენად, კლიმატური პირობები არა მარტო უშუალოდ განსაზღვრავს მდინარეთა გენეზის, არამედ მისი გეოგრაფიული გავრცელებასაც განაპირობებს. ამის დასტურად საკმარისია დაველოდოთ გეოგრაფიულ რუკას, სადაც ნათლად ჩანს ნოტიო და მშრალი კლიმატური არეალების ქვეყნებში მდინარეთა ქსელის სისხიროს მაჩვენებელთა შორის განსხვავება. ასე, მერიდიანული გავრცელების მდინარეების (ვოლგა, დონი, ნილოსი) აუზების შედარება ნათლად გვიჩვენებს, თუ როგორ მცირდება მათი დანაწევრების სისხირო ნოტიოდან მშრალი ჰავის სარტყელში გადასვლასთან დაკავშირებით.

ცხრილი VIII.2.

საქართველოს მდინარეთა ზოგიერთი ჰიდროლოგიური მახასიათებლები

მდინარეები	ხარჯი, მ ³ /წმ	ჩამონადენის მოცულობა
დას. საქართველო		
1. რიონი	419	13,220
2. ენგური	153	4,819
3. კოლორი	80	2,538
4. ცხენისწყალი	89	2,820
აღმ. საქართველო		
1. ქცია	55	1,750
2. არაგვი	43	1,364
3. დიდი ლიახვი	26	0,832
4. იორი	14	0,440

ჰავის სინოტივის ცვლილებასთან ერთად იცვლება მდინარეთა წყლიანობაც. დედამიწის ჭარბტენიანი არელების მდინარეები (ამაზონი, ორინოკო, კონგო) კოლოსალური წყლის მასების მატარებელია, მაშინ როცა ნახევარუდაბნოებისა და უდაბნოების მცირე ზომის მდინარეები ზაფხულობით საფსებით შრებიან, ან კიდევ – უმნიშვნელო (ღამ-ღამობით) ჩამონადენი ახასიათებთ. ამ მხრივ, საკმაოდ დიდი განსხვავება შეინიშნება დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა (ცხრილი VIII.2) ჰიდროლოგიური მახასიათებლების შედარებისას. ჩანს, რომ ნოტიო ჰავის პირობებში (დასავლეთი საქართველო) მდინარეთა ჩამონადენის მოცულობა რამდენჯერმე აღემატება შედარებით მშრალი ჰავის არელებში (აღმოსავლეთი საქართველო) ფორმირებულ მდინარეთა შესაბამის მაჩვენებლებს. ამავე დროს, არიდული ჰავის პირობებში გავრცელებულ მდინარეთა მარილიანობა უფრო მაღალია, ვიდრე ჰუმიდური კლიმატის მდინარეული წყლების იგივე მაჩვენებელი. ცხადია, რომ უდაბნოთა მდინარეების წყლის მარილიანობის მაღალი სიდიდეები ინტენსიურ აორთქლებასთანაა დაკავშირებული.

მდინარეთა წყლებში ცოცხალი ორგანიზმების გავრცელების მხრივ ადვილად ვრწმუნდებით მათი ჰავასთან უშუალო დამოკიდებულებაში. ამავე დროს, მდინარეების წყლიანობა და ღონის რეჟიმი, დინების სიჩქარეთა დროითი ცვლილება, გაყინვისა და ყინულსვლის პროცესების სივრცე-დროითი განაწილება – სწორედ, კლიმატური თავისებურების მიერ რეგულირდება. ცხადია, რომ ჰავა განაპირობებს მდინარეთა მუშაობასაც, რომელსაც რელიეფის შესაბამისი ფორმების ჩამოყალიბებამდე მივყავართ.

როგორც ჩანს, მდინარე არა მარტო შესაბამისი კლიმატის შედეგად ფორმირებული ბუნების „შეილია“, არამედ იგი ჰავის ფუნქციაა, რადგან მისი წარმოშობა, მთელი მისი სიცოცხლე და, საბოლოოდ – ევოლუცია სწორედ კლიმატთან მჭიდრო დამოკიდებულებაში არსებობს. ცხადია, რომ ჰავა არ წარმოადგენს გეოგრაფიული გარსისგან დამოუკიდებელ ბუნებრივ წარმონაქმნს; მდინარეებზე ჰავასთან ერთად სხვა კომპონენტებიც ახდენენ გავლენას. ამიტომ, შეიძლება დავასკვნათ: მდინარეები – მათი აუზების ჰავის პროდუქტია, თუმცა მათი ჰიდროლოგიური რეჟიმები და გეოგრაფიული იერ-სახე ბუნებრივი პირობების ერთიანი გამოვლინების შედეგია.

დედამიწის ზედაპირის საკმაოდ დიდი სირთულის გამო მდინარეთა განსხვავებული მახასიათებლების ფორმირებას აქვს ადგილი. ამის მიუხედავად, მდინარეთა ძირითადი მახასიათებელი ნიშნები ურთიერთმსგავსებას ამჟღავნებენ. მათ შორისაა მდინარის სათავე და შესართავი, კალაპოტი და ხეობა, ჭალა და გერასები. მდინარეები ხასიათდება დახრილობითა და ვარდნით, ჩამონადენითა და კვებით, წყალდიდობითა და წყალმოვარდნით, ნაკადის სიჩქარით, წყლის მოცულობითა და ხარჯით. ზოგიერთი მათგანი მკითხველს, ჯერ კიდევ, სკოლის პროგრამიდანაც კი ახსოვს, ხოლო უფრო საფუძვლიანად მას ზოგადი ჰიდროლოგიის კურსი მოიცავს.

ამჟამად, შევხებით მდინარეთა რეჟიმის ელემენტებსა და მათი ფორმირების ბუნებრივ-გეოგრაფიულ მიზეზებს. ცნობილია, რომ ამა თუ იმ ბუნებრივი მოვლენის დროითი რეჟიმის ჩამოყალიბება, მისი ცალკეული მახასიათებელი ფაზების მონაცვლეობა-მორიგეობის შედეგად მიმდინარეობს. ამ მხრივ, იმ ძირითად ფაქტორთა შორის, რომლებიც განსაზღვრავენ მახასიათებელ ფაზებს – წარმოადგენენ მდინარეთა წყლის დონის სეზონური ცვლილებანი. მდინარეთა დონის რეჟიმზე გავლენას ახდენენ კალაპოტის წარმოქმნის, ნაყარის დაღეჭვის, წყლის დროებითი დაგუბებისა და ქარისმიერი მოდენის, ოკეანის (ზღვის) წყლის მოქცევისა და უკუქცევის მოვლენები. თუმცა, მდინარეთა წყლის დონის რეჟიმის ჩამოყალიბების ძირითადი ფაქტორი მაინც წელიწადის სეზონური ცვლილებაა, რომელიც კლიმატური პირობების დროითი ცვლითაა განპირობებული.

ამჟამად, რომ მდინარეთა წყლის რეჟიმი ჰავის ელემენტების სივრცე-დროითი განაწილებასთანაა დაკავშირებული. თუ თბილი ქვეყნების მდინარეთა წყლის რეჟიმი ატმოსფერული ნალექების წლიური მსვლელობითაა განსაზღვრული, დაბალი და უარყოფითი ტემპერატურების გავრცელების არეალებში იგივე რეჟიმი თოვლისა და ყინულების დნობის მექანიზმით კონტროლირდება. იმ შემთხვევაში, როცა ადგილი აქვს მდინარის წყლის დონის აწევას, ან მისი ხარჯის სწრაფ ზრდას, წვიმისა და თოვლის წყლის მეშვეობით – წყალმოვარდნასთან გვაქვს საქმე, ხოლო მდინარის წყლის დონის სეზონურ აწევას, გამონეწეულს თოვლისა და მყინვარების დნობის, მუსონური წვიმებისა და სხვ. შედეგად, წყალდიდობას უწოდებენ.

ცხრილი VIII.3.

მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირება და პარამეტრები განედების მიხედვით

(მ. ლვოვიჩისა და სხვ. მიხედვით)

ნახევარსფერო	განედი გრად-ში	ნალექები	აორთქლება	ჩამონადენი
ჩრდილოეთი ნახევარსფერო	80-70	194	38	156
	70-60	340	100	240
	60-50	510	230	280
	50-40	501	371	190
	40-30	501	413	88
	30-20	513	370	143
	20-10	763	569	194
	10-0	1777	1112	565
სამხრეთი ნახევარსფერო	0-10	1872	1143	729
	10-20	1110	840	270
	20-30	607	464	143
	30-40	564	430	134
	40-50	868	438	430
	50-60	976	198	778
	60-90	100	20	80

აგმოსაფერული ნაღველების არათანაბარი განაწილების გამო, ხმელეთის ზედაპირზე, მდინარეთა ჩამონადენის მაღალი მაჩვენებელი ეკვატორულ სარტყელშია წარმოდგენილი. ზოგადად, ნაღველების რაოდენობა ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ კლებულობს. თუმცა, მაღალი (ცივი) და დაბალი (თბილი) განედების ფარგლებში აგმოსაფერული ნაღველების უმნიშვნელო სიდიდეები, პირველ შემთხვევაში მშრალ არეალებთან, ხოლო მეორეში – ცივი ჰაერის ფორმირებასთანაა (ცხრილი VIII.3) დაკავშირებული.

საშუალო განედების მდინარეთა გაზაფხულის წყალდიდობა (დონის აწევა, ხარჯის ზრდა) დაკავშირებულია თოვლის საფარის სწრაფ დნობასთან. დიდი მდინარეების წყალდიდობა 2-3 თვე გრძელდება. ზაფხულის წყლის დაბალი დონე (წყალმცირობა) გრუნტის წყლებით კვებას უკავშირდება. მდინარეთა ნაწილი დროებით წყვეტს თავის არსებობას, ხოლო ზოგიერთი მათგანის ქვემო დინება მხოლოდ ქვიშებსა და ცბისმაგვარ გაგანიერებებში შემოიფარგლება. შემოდგომით მდინარეთა ხარჯი, ჩვეულებრივად, რამდენადმე გაზრდილია. იგი განპირობებულია როგორც მდინარეთა წყლის გრუნტში ჩაჟონვის ინტენსიურობით, ისე მათი ზედაპირიდან აორთქლების შემცირებით.

წლის ცივ სეზონში, ყინულის გაჩენასთან ერთად, მდინარეთა ზამთრის ჰიდროლოგიური რეჟიმის დადგომას აქვს ადგილი. ცივზამთრის მდინარეები ზამთრობით ფსკერამდეც კი იყინება. გაზაფხულზე ყინულსგულა იწყება და მდინარეთა ხარჯი სწრაფად იზრდება. ამავე დროს, მაგვლობს მათი დონე, ხოლო წყალდიდობები და სანაპირო ვრცელი ზოლის წყლით დაფარვა – საკმაოდ ხშირი მოვლენაა.

მთიანეთებში მდინარეთა დონისა და ხარჯის რეჟიმები განსხვავებულია. მაღალი მთების მყინვარების დნობის შედეგად მდინარეთა წყალდიდობა გვიან გაზაფხულსა და ადრე ზაფხულში იწყება. ამგვარი რეჟიმით ხასიათდება საქართველოს ზოგიერთი (ბზიფი, კოდორი, ენგური, რიონი) მდინარეები. არცთუ იშვიათად, მდინარეთა წყალმცირობის პერიოდში, უეცარი წვიმების შედეგად სრული სინყნარე სწრაფად ირღვევა. ასე, მაგალითად, მდ. ოჰაიოს წყალდიდობის დასაწყისი (აპრილი) ზოგჯერ შუა ზამთარში მოსული წვიმის გამო, იანვრის თვეში დონის უეცარ აწევას იწვევს. ამგვარ მოვლენას საქართველოს მდინარეებიც განიცდიან.

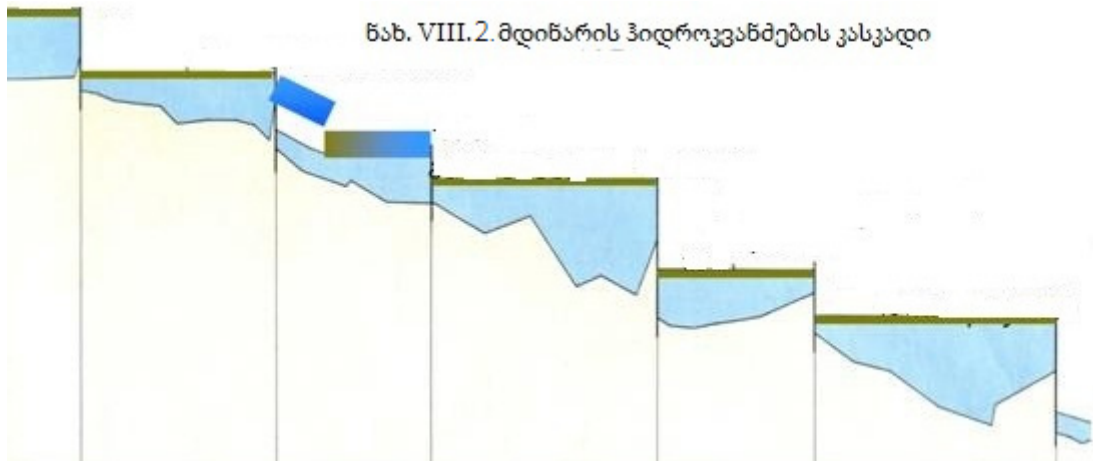
მდინარეთა ნაწილი ცბების გავლით გაედინება. ამ მდინარეების წყლის დონისა და ხარჯის სეზონური ცვლილება სუსტად აქვთ გამოვლენილი, რადგან ასეთი გამდინარე ცბები გარეგან ჰიდროლოგიურ დატვირთვას თავიანთ თავზე ღებულობენ და, ამით ერთგვარ ამორტიზატორის როლს ასრულებენ. ცხადია, რომ ამ თვისებით გამდინარე ცბები მდინარეთა ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცალკეული პიკების „ჩამოჭრასა“ და მათ სტაბილიზაციას იწვევენ. აღნიშნული მოვლენა დამახასიათებელია ჩრდილოეთ ამერიკის დიდი ცბების, აგრეთვე ლადოგისა და ონეგის ცბების შემადგენელი მდინარეთა აუზებისათვის.

მხედველობაშია მისაღები, რომ მდინარეულ სისტემაში მთავარი მდინარის რეჟიმი პირდაპირ ან ირიბად ასხავს მისი შენაკადების რეჟიმებს, რომლებიც სრულიად განსხვავებულ გეოგრაფიულ პირობებში იმყოფებიან. ამ მოვლენის ნათლად შემჩნევა შეიძლება მდ. ამბონის აუზში. მდინარის წყალდიდობა აქ ზაფხულშია. თუმცა, მდ. ამბონის სამხრეთ ნახევარსფეროში გავრცელებული შენაკადების წყალდიდობა ოქტომბერ-აპრილის პერიოდს ემთხვევა, ხოლო მოპირდაპირე – ჩრდილოეთ ნახევარსფეროდან შემოსული მდინარეების მაღალი დონე ზაფხულის (მარცხ-სექტემბერი) სეზონშია დამახასიათებელი. როგორც ჩანს, მდ. ამბონი, თავის კალაპოტში, წყალს ხან მარჯვენა და ხან მარცხენა შენაკადებიდან ღებულობს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ამ მოვლენის გამო, მთავარი მდინარის დონის რყევა (რეჟიმი) განონასწორებულია მთელი წლის განმავლობაში. თუმცა, ეს ვარაუდი სინამდვილეში არ დასტურდება. მდ. ამბონის დონის აწევის უდიდესი (10-15 მ) მაჩვენებელი უფრო უხვწყლიანი სამხრული შენაკადების შემოსვლის პერიოდს ემთხვევა.

დელტის ზედაპირის ბუნებრივი პირობები (ჰავა, რელიეფი) განსაზღვრავს მდინარეთა არა მარტო ჰიდროლოგიურ თავისებურებებს, არამედ მათი ფორმირების პირობებსა და რეჟიმის სივრცე-დროით მახასიათებლებს. ამ მხრივ, ყურადსაღებია მდინარეთა კალაპოტების წყლის ნაკადით უზრუნველყოფის (კვების) სხვადასხვაობა. მდინარეთა კვება ხორციელდება ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებით, თუმცა მათი მონაწილეობა დროსა და სივრცეში საკმაოდ არაერთგვაროვანი ხასიათისაა. ცნობილია, რომ მდინარეთა ფორმირებაში ერთდროულად რამდენიმე კვების წყარო მონაწილეობს. მათ შორის, კვების ძირითად წყაროდ მიჩნეულია ის, რომელიც მდინარის წლიური ჩამონადენის მეტი წყლის მოცულობის ჩამოყალიბებას განსაზღვრავს. ამ მხრივ, გამოყოფენ წვიმის, თოვლის დნობის, მყინვარული და გრუნტის წყლის, აგრეთვე, შერეული კვების მდინარეებს. მდინარეთა კვებაში მათი მონაწილეობის ხვედრითი წილის მიხედვით იქმნება წყლის ხარჯის, დონის, ნაკადის სიჩქარის, ყინულის ფორმირების, ფიზიკური და ბიოლოგიური ასპექტების როგორც სეზონური, ისე წლიური რეჟიმები.

მდინარეთა დიდი ნაწილის ბუნებრივი რეჟიმი, ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედებით, ინტენსიურ გარდაქმნას განიცდის. ამ მხრივ, საყურადღებოა მდინარეთა კალაპოტებში, ჯებირების აგების შედეგად, წყალსაცავების მოწყობა. პირველი წყალსაცავების აგებას, ჯერ კიდევ, ამ 3000 წლის წინ ძველი ეგვიპტელები (მდ. ნილოსის დარეგულირების მიზნით) მიმართავდნენ. ასეთი წყალსაცავების ფართობი ზოგჯერ რამდენიმე ათას კმ²-ს აღწევს. დიდ წყალსაცავებს მიეკუთვნება ირკუტსკის (რუსეთი, ფართობი 31500 კმ²), ვოლგას (განა. ფართობი 8482 კმ², წყლის მოცულობა 148 კმ³), სმოლენსკის (კანადა. ფართობი 6527 კმ²), კარიბა (ზიმბაბვე, ზამბია. ფართობი 5580 კმ², წყლის მოცულობა 180 კმ³), კუიბისევის (რუსეთი. 6450 კმ²), ბუხტარმინსკის (ყაზახეთი. ფართობი 5490 კმ²), ბრატსკის (რუსეთი. ფართობი 5426 კმ², წყლის მოცულობა 169,3 კმ³), ნასერის (ეგვიპტე, სუდანი. ფართობი 5248 კმ², წყლის მოცულობა 157 კმ³), რიბინსკის (რუსეთი. ფართობი 4580 კმ²), მანიკუგანის (კანადა. 141,6 კმ³), გურის (ვენესუელა. წყლის მოცულობა 138 კმ³), ტარტარის (ერაყი. წყლის მოცულობა 85 კმ³), კრასნოიარსკის (რუსეთი. წყლის მოცულობა 73,3 კმ³), ზეისის (რუსეთი.

68,4 კმ³), ვოლგოგრადის (რუსეთი. ფართობი 3117 კმ², წყლის მოცულობა 31,5 კმ³), ციმლიანსკისა და სხვ. წყალსაცავები. საქართველოს უდიდესი (ფართობი 33,7 კმ²) წყალსაცავი წალკის ქვაბულშია მოქცეული. აღსანიშნავია, გალი-ჯვარის (წყლის მოცულობა 1 მლრდ. მ³, თაღოვანი კაშხლის სიმაღლე 271,5 მ), შაორი-ცეცხლის, ონის, „თბილისის ზღვის“, ჟინვალისა და სხვ. წყალსაცავები. მათი მონყოფა უმთავრესად მდინარეთა ენერგეტიკული ათვისებისა და ჩამონადენის რეგულირების ემსახურება. თუმცა, ამავე დროს, მდინარეთა გრძივი და გარდისაგარდმო პროფილები, აგრეთვე წყლის დინების სიჩქარეები საკმაოდ ცვლილებებს (ნახ. VIII.2) განიცდის.



მდინარეთა ბუნება, მათ მიერ შესრულებული დამანგრეველი (ეროზია) მოქმედება, მასალის ტრანსპორტირება და დალექვა, კალაპოტის გადამუშავება და ხეობის გრძივი პროფილის გამომუშავება, გვედრითი და უკუსვლითი ეროზიული პროცესების მიმდინარეობა – დაკავშირებული მდინარეთა ჰიდროლოგიურ მახასიათებლებთან, ჰიდროლოგიისა და გეომორფოლოგიის დისციპლინების პროგრამითაა გათვალისწინებული. ამჯერად, შევჩერდებით მდინარეების ერთგვაროვანი თავისებურებების მქონე ტიპების გამოყოფაზე, რომელთა კლასიფიკაცია ბუნებრივი პირობებისა (კლიმატური ასპექტები) და მდინარეთა ფორმირება-არსებობის (მათი „ცხოვრებისეული“ რეჟიმის) ურთიერთდამოკიდებულებებს ასახავს. ამ კლასიფიკაციას საფუძვლად ორი ნიშან-თვისება უდევს: მდინარეთა კვების წყაროები და ჩამონადენის სეზონური გადანაწილება.

ამა თუ იმ ტიპის მდინარის გამოყოფა ჩვეულებრივად, ობიექტური რაოდენობრივი მაჩვენებლებითაა დასაბუთებული: თუ ჩამონადენის 80 % რომელიმე კვების წყაროს მიერაა ფორმირებული, მაშინ მას (ამ წყაროს) განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მინიჭებული. თუკი კვების წყარო ჩამონადენის 50-80 %-ის ფორმირებას იწვევს, მაშინ იგი მის უპირატეს მნიშვნელობაზე მიუთითებს. დაბოლოს, თუ კვების ვერც ერთი წყარო მდინარის ჩამონადენის 50 %-ზე მეტს ვერ ქმნის, გამოყოფენ იმ წყაროს, რომელსაც გაბატონებული მნიშვნელობა აქვს. რაც შეეხება ჩამონადენის სეზონურ განაწილებას, მიღებულია კვების წყაროების ანალოგიური პროცენტული (საშუალო წლიურიდან) მაჩვენებლები. ქვემოთ მოგვაქვს მ. ლვოვიჩის მიერ დადგენილი ტიპების რამდენიმე გამარტივებული სქემის დახასიათება.

I. წმინდის წყლებით კვების მდინარეები:

1. განსაკუთრებით ან უმეტესად წმინდის წყლებით კვებისა და შემოდგომის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. ამბონი, რიო-ნეგრო, ცისფერი ნილოსი, კონგო, ნიგერი, ლუალაბა, ნილოსი);

2. თითქმის განსაკუთრებით ან უმეტესად წმინდის წყლებით კვებისა და ზაფხულის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. მეკონგი, მადეირას ზემო დინება, მარანიონი, პარაგვაი, პარანა, ამური);

3. განსაკუთრებით ან უმეტესად წმინდის წყლებით კვებისა (ხმელთაშუაზღვიური ტიპი) და ზამთრის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. მოზელი, რური, ტემზა);

4. უმეტესად წმინდის წყლებით კვებისა და გაზაფხულის ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. პო, ტისა, ოდერი, ებრო, ოპაიო).

II. თოვლის წყლებით კვების მდინარეები:

5. განსაკუთრებით ან უმეტესად თოვლის წყლებით კვებისა და გაზაფხულის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. ვოლგა, მისისიპი, დონი, ურალი, ტიგრი);

6. განსაკუთრებით ან უმეტესად თოვლის წყლებით კვებისა და ზაფხულის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. იუკონი, ატაბასკა, კოლორადო, ვილუი);

III. მყინვარული წყლებით კვების მდინარეები:

7. განსაკუთრებით მყინვარული კვებისა (გრენლანდიური ტიპი) და ზაფხულის მოკლევადიანი ჩამონადენის ტიპი);

8. უმეტესად მყინვარული კვებისა (კავკასიური ტიპი) და ზაფხულის გაბატონებული ჩამონადენის ტიპი (მდ.მდ. ყუბანი, თერგი, ენგური, კოდორი).

IV. მინისქვეშა წყლებით კვების მდინარეები:

9. განსაკუთრებით ან უმეტესად მინისქვეშა წყლებით კვებისა და თანაბარი ჩამონადენის ტიპი.

როგორც ამ კლასიფიკაციიდან ჩანს, მდინარეთა ჰიდროლოგიური რეჟიმის პარამეტრები ძირითადად დამოკიდებულია რა მათი კვების განმსაზღვრელი წყაროებით, ჩამონადენის სივრცე-დროითი სხვადასხვაობით ხასიათდება და განპირობებულია მათი წარმოშობის, ან გავრცელების, რაიონების კლიმატური თავისებურებებით. ამავე დროს, სახეზეა მდინარეთა უდიდესი როლი ბუნებრივი გარსის ცხოვრებაში. ამ მხრივ, აღსანიშნავია წყლის (ტენის) მასების დიდ მანძილზე გადატანა. ცხადია, რომ მდინარეები ღრენაჟისა და ბუნებრივი მორწყვის ფუნქციებს ასრულებენ. ამის გათვალისწინებით, საყურადღებოა დიდი მდინარეების განსაკუთრებული როლი სხვადასხვა ტენიანობისა და თერმული რეჟიმის არეალების ურთიერთდაბალანსების თვალსაზრისით.

მდინარეები ასრულებენ მინერალურ ნივთიერებათა სივრცეებრივი გადანაწილების ფუნქციასაც. განსაკუთრებით დიდია ბუნებაში მდინარეთა როლი ეროზიული და აკუმულაციური მოქმედებებისა და ნგრეული მასალის უნარის შედგენად რელიეფის გარდაქმნის მიმდინარეობაში.

მინისქვეშა წყლები. ბუნებაში წყლის დიდი წრებრუნვის ერთ-ერთი რგოლი მინისქვეშა წყლების ფორმირებას იწვევს. ამ სახის წყლების წარმოშობა, მათი ნიადაგისა და გრუნტში ჩაჟონვასთანაა დაკავშირებული. მინისქვეშა წყლების ჯამური მოცულობა 60 მლნ. კმ³-ია. მათ შორის, 800 მ-ის სიღრმემდე (აქტიური წყალმიმოცვლის ფენა) 4 მლნ. კმ³-ის მოცულობის წყალია გავრცელებული. ამავე დროს, მინისქვეშა წყლები, მოძრაობის საკმაოდ რთული გზის გავლით, საბოლოოდ დედამიწის ზედაპირზე გამოდიან. თუმცა, მანამდე კი თავიანთი ცხოვრების რთული ციკლის გამოვლა უხდებათ და, არცთუ იშვიათად – ათეული ან ასეული წლების განმავლობაში მინის ქვეშ კონსერვაციაში იმყოფებიან. ამასთან ერთად, მინისქვეშა წყლები საკმაოდ კონსერვატორული ბუნებრივი ობიექტია: მათი უმნიშვნელოდ მცირე სიჩქარით გადაადგილებისა და, მინის ქვეშ „დამალვის“ გამო, აორთქლების მინიმალურობის შედეგად – მინისქვეშა წყლები მშრალი მიწების „მორწყვის“ როლის შემსრულებლად გვევლინება. გამონაკლისია მხოლოდ ნიადაგის წყლის კაპილარული ამონევისა (ფიზიკური) და ტრანსპირაციის ბიოლოგიური პროცესები.

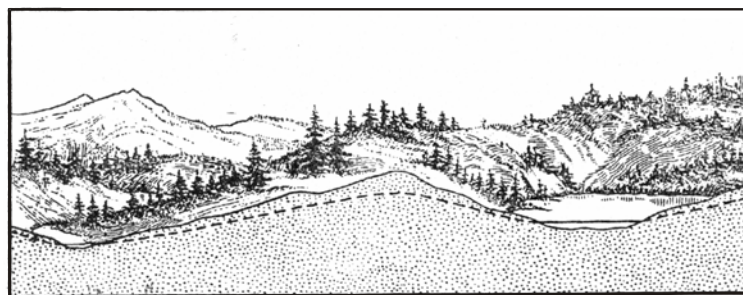
მინის ზედაპირიდან ჩაჟონილი წყალი შეიძლება რამდენიმე მდგომარეობაში იყოს: გრუნტის უარყოფითი ტემპერატურისას წყალი მყარ მდგომარეობაში იმყოფება; პირიქით, ნიადაგის მაღალ ტემპერატურას წყალი აირისებურ მდგომარეობაში გადაჰყავს; ნიადაგთან მჭიდროდ დაკავშირებულ, უმოძრაო და მოლეკულურ ფენად შემოსილ მინისქვეშა ტენს – ჰიგროსკოპიულ წყალს უწოდებენ; უმნიშვნელოდ მცირე (10-8-დან 10-5-მდე სმ) სისქის მინისქვეშა ტენი ათვისებურ წყალს ქმნის, რომლის მოძრაობა ზედაპირული დაჭიმულობის ძალის მოქმედებითაა შეპირობებული; შედარებით უფრო სქელი (0,5 მმ) დიამეტრის კაპილარების ფენებში მოქცეული თხევადი წყალი კაპილარულის სახელწოდებას ატარებს; თხევადი მინისქვეშა წყალი, რომელიც სიმძიმის ძალის გავლენით მოძრაობს – გრავიტაციული წყლის სახელითაა ცნობილი. მინისქვეშა წყლებს შორის ეს უკანასკნელი ყველაზე უფრო მოძრაობს. თუმცა, ამ მხრივ, ყველაზე მაღალი დინამიურობით წყლის ორთქლი განიხილება.

მინისქვეშა წყლების ვერტიკალური მოძრაობა ადგილის კლიმატურ პირობებზეა დამოკიდებული: ნალექების მოხვლა იწვევს გრუნტის დატენიანებას, უნალექო ამინდში მინის ზედაპირის გამოშრობას აქვს ადგილი. პირველ შემთხვევაში, წყალი ზედაპირიდან ღრმა ფენებისაკენ მოძრაობს, ხოლო მშრალ ამინდში იგი მიმართულებას იცვლის – ქვევიდან ზემოთ ამოდის. ამავე დროს, მინისქვეშა წყლის ნაწილი იმდენად ღრმად იჟონება, რომ აღნიშნულ მიმოქცევას არ ექვემდებარება.

მინისქვეშა წყლების როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური გადაადგილება მათი სამოძრაო გარემოს (გრუნტი, ნიადაგი) გრანულომეტრიულ თავისებურებებთანაა დაკავშირებული. ამ

მხრივ, ცნობილია, რომ მსხვილმარცვლოვანი წერტილი მასალა (ქვარგვალი, რიყე, ხვინჯა, ქვიშა) წყალს ადვილად ატარებს, წერილობითი კი (ლიოსი, თიხა) მას წელა უშვებს ან საერთოდ წყალგაუმტარი (განსაკუთრებით, თიხები) ხდება. სწორედ, ამ წყალგაუმტარ ფენის ზედაპირზე აქვს ადგილი მიწისქვეშა წყლის დაგროვებას. თუმცა, მათი თავმოყრა შესაძლებელია სხვადასხვა წყალგამტარობის უნარის მქონე შრეებს შორის: თუკი ზედაპირზე უფრო წყალგამტარი ფენა (მაგ. ქვარგვალი), ხოლო მის ქვემოთ ნაკლებად შეღწევადი ქვიშები ნარმოდგენილი, მაშინ ამ შრეებს შორის წყლის დაგროვებას ექნება ადგილი, რადგან წყალი ქვარგვალის ფენას უფრო სწრაფად გაივლის, ვიდრე ნაკლებად წყალგამტარ ქვიშის შრეს.

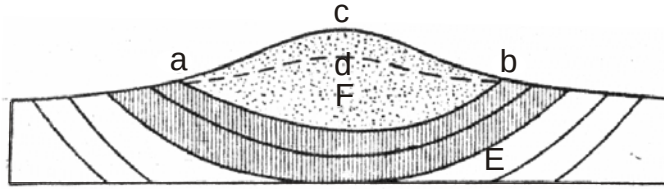
მიწისქვეშა წყლის სიღრმეში მოძრაობის ოდნავადაც კი შეჩერების შედეგად, იგი გვერდით (ჰორიზონტალურად) იწყებს გადაადგილებას. ამავე დროს, თუკი წყალშემცველ ფენაში მიწისქვეშა წყლის ქვედა დონე წყალგაუმტარი ქანის ჰორიზონტალური ზედაპირის მოხაზულობას მეგნაკლებად იმეორებს, მისი ზედა დონე ცალკეობრივი ხასიათისაა. ამ თავისებურებას მიწისქვეშა წყლის მოძრაობის არეალში გადაადგილებისა და ხარჯის არაერთგვაროვნება განსაზღვრავს, რომელიც, თავის მხრივ, ბუნებრივი ფაქტორებითაა გამოწვეული. მათ შორისაა ატმოსფერული ნალექების არათანაბარი განაწილება, წყალგამტარი ფენების არაერთგვაროვანი გავრცელება, გრუნტის წყლების სხვადასხვა სიჩქარე. ხშირად, მიწისქვეშა წყლების დინამიკის რეჟიმს რელიეფის ავისებურება ან გეოლოგიური სტრუქტურების, ასევე ლითოლოგიური ასპექტები განსაზღვრავს. სხვა თანაბარ პირობებში კი მიწისქვეშა წყლების დონე შემალეხულ (გორაკ-ბორცვები) ადგილებში უფრო მაღლა მდებარეობს, ხოლო ქვაბულების ქვეშ რამდენადმე დაბლა (ნახ. VIII.3) ჩამოდიან. როგორც ან ნახაზიდან ჩანს, გრუნტის წყლების „რელიეფის“ ანუ ჰიდროლოგიურობისა (მიწისქვეშა წყლის დონეთა თანაბარი ნიშნულები) და ადგილის გეოგრაფიული მოხაზულობის ურთიერთშედეგებით შესაძლებელია მათი მოძრაობის მიმართულების განსაზღვრა.



ნახ. VIII.3. მიწისქვეშა წყლების გავრცელება რელიეფთან დაკავშირებით.

მიწისქვეშა წყლების გამოსასვლელი ანუ წყაროები მათი გავრცელების არელების მიწის ზედაპირის ფერდობებთანაა დაკავშირებული. აღმოჩნდა, რომ ამ წყლების გადაადგილება ძალიან წყალგაუმტარი ქანების დახრილობით არ არის შეპირობებული. ამგვარი, ჯამისებური შრეების (ნახ.

VIII. 4) ჩაზნექილობისა (E) და მასზე გავრცელებული - F ნგრეული მასალის მიერ წყლის ადვილად გატარების უნარის მიუხედავად, a და b წერტილებში წყაროების გამოსვლა, ბორცვის (C) მიდამოში გრუნტის წყლის (d) ღონის ამოზნექილობითაა განსაზღვრული.



ნახ. VIII.4. შრეების (E), გრუნტის წყლის ღონის (d), წყალშემცველი ფენის (F), რელიეფისა (C) და წყაროების (a და b) ურთიერთდამოკიდებულება.

მინისქვესა წყლების ზედაპირი ორგვარია: თავისუფალი (ღია) და არგებიული (დანწევითი). პირველი მათგანი გრუნტის წყლებისათვისაა დამახასიათებელი, როცა წყალშემცველი ფენა წყალგაუმტარი ქანებით არ არის გადაფარებული. ამ შემთხვევაში, წყლის ღონე თავისუფლად მერყეობს. მაგრამ, თუ წყალშემცველ ფენებს წყალგაუმტარი შრეები ადევს, ხოლო ეს უკანასკნელი წყალშემცველ ფენაში წყლის ბუნებრივ ღონეზე დაბლა მდებარეობს, ჰიდროსტატიკური წნევის კანონის თანახმად, მინისქვესა წყლის დანწევითი ზედაპირი წარმოიქმნება. ამგვარი, არგებიული წყლების ფორმირებას შრეების მუდღისმავარი (სინკლინური ჩაზნექილობის სტრუქტურა) განლაგებისას აქვს ადგილი. ამ არეალების ჭაბურღილებში წყლის ჭავლისებური შადრევანის არსებობა შეინიშნება. ყველაზე შესანიშნავი არგებიულ რაიონებს მიეკუთვნება პარიზის, ლონდონის, მოსკოვის, კურსკის, ესპანეთის, დაკოტის, ნებრასკის, უნგრეთის, აგრეთვე, საჰარის, ეგვიპტის, ავსტრალიის (გბა ეირის მიდამოები) აუზები.

როგორც ჩანს, მინისქვესა წყლების კვება ატმოსფერულ ნალექებთანაა დაკავშირებული. უნდა ვივარაუდოთ, რომ უხვი ნალექების მოსვლამ მინისქვესა წყლების დებიტის (ხარჯი) გაზრდა უნდა გამოიწვიოს. სწორად კი საპირისპირო სურათის მონშენი ვხდებით: ნოტიო პერიოდს წყაროს მინიმალური დებიტი, ხოლო მშრალ ამინდებს, პირიქით – ხარჯის ზრდა შეესაბამება. აღნიშნული პარადოქსის ასხნა მარტივია: მინისქვესა წყლების ჰორიზონტალური მიმართულებით მოძრაობა განსაკუთრებით ნელა (0,3-1,0 მ დღე-ღამეში) მიმდინარეობს. ამიტომ, წყაროს დებიტის შემცირება ან გაზრდა დაკავშირებულია უკვე გასული - შესაბამისად ამინდის მშრალი ან ნოტიო ფაზებთან. აქედან გამომდინარე, სახეზეა შეუსაბამობა მინისქვესა წყლების დებიტისა და ატმოსფერული ნალექების რეჟიმებს შორის. მინისქვესა წყლების ღონის რყევის მაჩვენებელი (1-2 მ), მათი დაბალი სიჩქარის გამო, საკმაოდ უმნიშვნელოა. აქედან ცხადია, რომ ატმოსფერული ნალექებისა და წყაროების დებიტის პიკების დროითი თანხვედრა თითქმის შეუძლებელია.

შეუსაბამობაა, აგრეთვე, მინისქვესა წყლებისა და მათი გავრცელების არეალების ჰაერის ტემპერატურათა შორის. ესეც რამდენიმე ბუნებრივი ფაქტორითაა განპირობებული: ჯერ ერთი,

მინისტრმა წყლის ტემპერატურა განისაზღვრება მისი წარმოშობის (წვიმის, თოვლის წყლის) პირობებით. მეორეც – იგი დაკავშირებულია წყლის დაგროვების მინისტრმა ფენის გაბატონებულ სიღრმეებთან. ცხადია, რომ მინის ღრმა ფენებიდან ან ვულკანური კერების სიახლოვიდან ამოსული წყლები თბილ და ცხელ წყაროებს წარმოქმნიან. ამავე დროს, ასეთი წყლები, მათი მაღალი ხსნადობის უნარის გამო, ძლიერი მინერალიზაციით ხასიათდება. დედამიწის ზედაპირზე მაღალი მინერალიზაციის ცხელი წყაროების გაცივების გამო, ხსნარიდან მინერალურ ნივთიერებათა (კაჟი, ჰეზერეტი, იასპისი, კაჟიანი ფიქალი) გამოლექვას აქვს ადგილი.

ცხელ, მინერალურ წყაროებს მიეკუთვნება პერიოდული შადრევნები – *ჰეზერები*. მათი გავრცელების მთავარი რაიონებია ისლანდია, იელლუსკონის პარკი აშშ-ში, ახალი ზელანდია, კამჩატკა. ჰეზერებში წყლის ჭავლის ამოფრქვევა ზოგჯერ დიდ სიმაღლეს (ეკველსიონი – 100 მ, ამაჟამად „მკვდარი“ ჰეზერი ვაიმანგუ – 450 მ) აღწევს. ჰეზერებში წყლის ამოფრქვევა ხშირად პერიოდული ხასიათისაა: კამჩატკაზე „ვილიკანის“ შადრევანი ყოველ 2 სთ-სა და 46 წთ-ში შეინიშნება, რომელიც ყოველთვის 4 წუთი გრძელდება, ხოლო წყლის ჭავლი მუდმივად 50 მ-ის სიმაღლეს აღწევს.

როგორც ვხედავთ, მინისტრმა წყლების მიერ ლითოსფეროში საკმაოდ მძლავრი გარდაქმნები მიმდინარეობს. მათ შორის, უფრო მოკრძალებული როლი ნივთიერებათა (თიხის მარცვლები) მექანიკურ გადატანას (სუფობია) მიეკუთვნება, რაც ხშირად მინისტრმა სიცარიელების (ფსევდო კარსტი) წარმოქმნას იწვევს. ამ პროცესის მსვლელობა, უფრო ინტენსიურად, მინისტრმა წყლების აქტიურ ქიმიურ მოქმედებებთანაა დაკავშირებული.

ლითოსფეროს განსაკუთრებულ გარდაქმნას და ლანდშაფტური იერსახის ფორმირებას ადგილი აქვს წყალში ხსნადი ქანებით (კირქვები, თაბაშირი, დოლომიტი) აგებულ რაიონებში, რომლებთანაც მინისტრმა წყლები მჭიდრო და ხანგრძლივ კონტაქტში იმყოფებიან. ამ შემთხვევაში, მიმდინარეობს მინისტრმა საოცრებების – *მღვიმეების* ფორმირება. მას *კარსტულ მღვიმეს* უწოდებენ და წარმოდგენილია კარბონატული ქანების გავრცელების (ყირიმი, ბალკანეთი, კავკასია, განსაკუთრებით – საქართველო, ალპები, ურალი, სამხრეთ საფრანგეთი, იუკატანი, იამაიკა, აშშ-ის შტატებში: ფლორიდა, კენტუკი, ტენესი, ინდიანა) რეგიონებში. მსოფლიოს უდიდეს მინისტრმა სიცარიელებად ითვლება ფლინტის ქედის სისტემისა და მამონტის მღვიმეები. მათი ჭაბური სიგრძე 563,3 კმ-ია, იმავე აშშ-ში ჯოუელის მღვიმის 179,2 კმ, ხოლო უკრაინაში ოპტიმისტურის მღვიმის ჭაბური სიგრძე 212 კმ. დედამიწის უღრმესი კარსტული უფსკრული საქართველოში (კრუბერი, აფხაზეთი) 2190 მ-ის სიღრმეა დაფიქსირებული. აშშ-ის მღვიმეების დიდი ნაწილი (150-მდე) კეთილმოწყობილია ტურისტებისათვის. საქართველოში, ამგვარი მიზნით, ახალი ათონის, სათაფლიის, ნავენახევის მღვიმეებია ათვისებული.

ამგვარად, მინისტრმა წყლები დიდ როლს ასრულებენ ბუნებრივი გარსის მყარი სფეროს ფორმირების, გარდაქმნისა და თანამედროვე იერსახის ჩამოყალიბებაში. მინისტრმა წყლები

ბუნებაში წარმოდგენის ჯგუფის ერთ-ერთ უმთავრეს რგოლს წარმოადგენს. მიწისქვეშა წყლები ბუნების ის ერთ-ერთი ფორმაა, რომელთა ათვისებას ადგილი აქვს მცენარეულობის მიერ. მათთანაა დაკავშირებული მდინარეთა კვებაში მონაწილეობა და მათი რეჟიმის ჩამოყალიბება, მინერალურ ნივთიერებათა გადატანა, კარსტული ლანდშაფტების ფორმირება, ნალექდაგროვების განსაკუთრებული ფორმის შექმნაში მონაწილეობა. გრუნტის წყლებითაა შეპირობებული ბუნების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი წარმონაქმნის – ნიადაგის ფორმირება. მიწისქვეშა წყლებს უკავშირდება რელიეფის გარადქმნისა და სხვა, ნეგატიური მოვლენების (მეწყობი, კლდეგზავები) განვითარება. ამ წყლებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ. მათ იყენებენ როგორც სასმელად, ისე სამკურნალოდ და სხვა სამეურნეო დანიშნულებისათვის.

ტბები. დედამიწის ზედაპირულ წყლებს შორის, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, არა მარტო თვალსაზრისით მოძრავ ობიექტებს, არამედ მოჩვენებითად მდგარ წყლის აუზებად განიხილავენ. მათ შორისაა ტბები, ჭაობები და მყინვარები. წყლების ამ შედარებით კონსერვატიული (დამდგარი) ობიექტის გავლენა გეოგრაფიულ გარსზე, თავისი თითქოსდა უძრავობით, მოცემულ საგანზე გეოგრაფიული აზროვნების კონცენტრაციას მოითხოვს. სწორედ, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, აღნიშნულ ბუნებრივ წყლებს, თუმცა უმნიშვნელო, მაგრამ აშკარა მოძრაობა შეეძინებათ. მოძრაობის ენერგია კი ყველაზე მეტად აღიქვამს აზრს: რაც მოძრაობს – აუცილებლად მოქმედებს რამეზე ან რაიმეზე და, თანაც აშკარად შესამჩნევია ამა თუ იმ ძალით.

ტბები. წყლის მასების მიერ ხმელეთის შემოსაზღვრული ჩაღრმავების ხანგრძლივად დაკავებასა და ზღვებთან (ოკეანესთან) რაიმე უშუალო კავშირს მოკლებულ აკვატორიას – ტბებს უწოდებენ. ამდენად, ცნება „ტბა“ – წყლის მასაა, რომელიც მის სათაფლსთან (ხმელეთის ჩაღრმავება, ქვაბული) ერთად, უწყვეტ და მთლიან ერთიანობას ქმნის. ყოველი ტბა თავის ისტორიას გაივლის: იგი წარმოიქმნება, ვითარდება და გადადის სანაპირომდგომარეობაში (ჭაობი) მდგომარეობაში და ბოლოს ქრება კიდევაც. მისი ერთი მთავარი ელემენტი – წყლის მასა თავის ადგილს ხმელეთს უთმობს, ხოლო მეორე – ქვაბული თანდათანობით ვაკედ იქცევა. ამიტომ, ტბების დროითი ცვლილებების კანონზომიერი მიმდინარეობა გეოგრაფიული გარსის ასპექტებში უშუალო ასახვას პოულობს.

პლანეტის ტბებში მოქცეული ბუნებრივი წყლების მოცულობა 230 ათ. კმ³ შეადგენს, მათი ფართობი კი ხმელეთის 2 %-ია. წარმოშობის მიხედვით განასხვავებენ ტბების წყლის მასების ორ ტიპს: ხმელეთური წარმოშობის ტბები ოკეანესთან კავშირში არასოდეს იმყოფებოდნენ; რელიქტური ტბები კი ოკეანიდან (ზღვიდან) გამოყოფის შედეგად გაჩნდნენ. რელიქტური ტბის ტიპური წარმომადგენელი – კასპიის ზღვა მანჩის სრუტით, ადრე, აზოვის ზღვასა და შავ ზღვასაც უერთდებოდა. ასევე რელიქტურია ლადოგის, ონეგის, ილმენისა და სხვ. ტბები, რომლებიც თანამედროვე ბალტიის, ჩრდილოეთისა და თეთრი ზღვების გამაერთიანებელ იოლდიურ ვრცელ ზღვას მიეკუთვნებოდნენ.

ტვების ქვებულების წარმომბობა დავებმირებულობა დედამინის ზედებირზე მოქმედ მრავალ პროცესებთან. ამ მხრივ, განასხვებენ შინაგანი და გარეგანი ძალებით, ორგანოგენული და ანთროპოგენური ფაქტორებით წარმომბობის ტვებს. შინაგანი ძალებით ფორმირებული ტვები *ტექტონიკური* გენეზისისაა. დედამინის უმსხვილესი ტვები, სწორედ ტექტონიკური გზითაა წარმოქმნილი. მათ მიეკუთვნება კასპიისა¹⁰ და მკვდარი ზღვები, ჰურონის, მიჩიგანის, ერის, ონტარიოს, ბაიკალის, სევენის, ტანგანიკის, ნიასას, კურილის ტვები. *ვულკანური ტვები* უმოქმედო კრატერებშია (ავერნოს ტბა ნეპოლოთან) ჩაგუბებული, ან ლავური ნაკადების ჩაღრმავებებშია ლოკალიზებული, ან კიდევ მდინარეთა ნაკადების ლავებით გადაკეტვის უბნებშია მოქცეული. ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება სამხრეთ კავკასიის ტვები: ფარავანი, არფა-გიოლი, თუმან-გიოლი და სხვ.

ეგზოგენური წარმომბობის ტვებიდან აღსანიშნავია მდინარეთა განიერ ჭალებზე ფორმირებული მცირე ზომის წყლის მდგარი მასები. სშირად, ასეთი ტვები თანამედროვე მდინარის კალაპოტიდან რამდენიმე ასეული მეტრითაა დაშორებული. საქართველოში მათ „წარიონალებს“ უწოდებენ. რელიქტური ტვების ერთ-ერთი მაგალითია ზღვიური აკვატორიიდან გამოყოფილი მცირე ზომის წყლის დანაგროვები, რომლებსაც *ლაგუნებს* უწოდებენ. წყალში ხსნადი ქანების მიერ წარმოქმნილ ქვებულებში ჩამდგარი ბუნებრივი წყლები *კარსტული* ტვებს ქმნიან. ტვების წარმოქმნას ადგილი აქვს, აგრეთვე, მუდმივი მზრალბის გავრცელების არელებში. აქ, წყლის დაგროვებას ხელს უწყობს მიწისქვეშა ყინულის ლინზების გადნობა და ჰატარა ქვებულის წარმომბობა. მყინვარების ზედებირზე მცირე ზომის ნაპრალბებსა და სხვ. სახის ჩაღრმავებებში დაგუბებული წყლის მასები *მყინვარის* ტვებს ქმნიან.

ტვების საკმაოდ ფართო ქსელის ფორმირებას ადგილი აქვს ვრცელი მყინვარული საფარების, დათბობის ფაზაში, უკან დახევის შედეგად. ამ დროს, მორენულ ნალექებს შორის მყინვარული დნობის წყალი გროვდება და ტვების გაჩენას აქვს ადგილი. მათ მყინვარულ ტვებს უწოდებენ. *მყინვარული ტვები* გავრცელებულია მეოთხეული გამყინვარების არელებში – ფინეთში, სკანდინავიაში, ევროპული რუსეთის შუა და ჩრდილოეთ ნაწილებში, კანადასა და აშშ-ში. ორგანოგენულ ტვებს მიეკუთვნება ტორფის ზედებირის წყლით ამოვსებული ქვებულები.

ეოლოური ტვების წარმომბობას ადგილი აქვს წყლის დაგროვებას ბარქანებისა და დიუნებს შორის არსებულ ჩადაბლებებში. ცალკეული ტვების ფორმირებას კოსმოსური სხეულების (მეტეორიტების) ჩამოვარდნასა და, მათ მიერ, მეტ-ნაკლები სიდიდის ქვებულების წარმომბობას უკავშირებენ.

ცნობილია, რომ ბუნებრივი წყლები ყოველთვის შეიცავენ ამა თუ იმ რაოდენობის სხვადასხვა მარილებს, რომელთა შემცველობის მიხედვით განასხვებენ *მკვანარ* და *მლაშე* ტვებს. თუ წყლის მარილიანობა 0,3 ‰-ზე მეტი არ არის, მას მკვანარს უწოდებენ. წყალში მარილების შემცველობა თუ

¹⁰ კასპიის ზღვა თავისი მდგომარეობის მიხედვით ტიპურ ტბას წარმოადგენს, თუმცა მისი სიდიდისა და ტრადიციის გამო ჰიდრონიმის - ზღვის სახელწოდება დამკვიდრდა.

25 %-მდე აღწევს, იგი მომლაშობს, ხოლო უფრო მეტი მარილიანობა წყალს მლაშე (მწარე) გემოს აძლევს.

ზღვიური წარმოშობის ტბებში „მთაბრუნავლობით“ მოცემული შემადგენლობის გამტკნარებას, ან პირიქით – კიდევ უფრო გაძლიერებას აქვს ადგილი. კონცენტრირებული მლაშე ტბები მარილების შემოკრებას ქანების გამოთქმის, გამოტუტვისა და გახსნის შედეგად აღწევენ.

ტბების მარილიანობის მთავარი განმსაზღვრელი მაინც ადგილის ჰავაა. უფრო დამორჩილებულ როლს ასრულებენ აუზის გაუდინარობა, ადგილის ამგებელი ქანების შემადგენლობა, გრუნტის წყლების რეჟიმი. სხვა თანაბარი პირობების დროს, ტბების მარილიანობა კლიმატური სარტყლების ელემენტების (ატმოსფერული ნალექები, აორთქლება) თანათარღობითაა განსაზღვრული. სტეპები და უდაბნოები – მლაშე ტბების გავრცელების არეალია, რადგან ნალექები მცირეა, ხოლო აორთქლება დიდი, რელიეფი კი ვაკეს წარმოადგენს, რაც სუსტი ჩამონადენის არსებობას განაპირობებს. უხვი ატმოსფერული ნალექების არეალებში ტბების მარილიანობა საკმაოდ დაბალია. ასევე მცირეა მარილების შემცველობა მაღალი განედების ტბებში, რაც აორთქლების დაბალი სიდიდითაა განპირობებული.

დიდი გეოგრაფიული მნიშვნელობისაა ტბების ღონის სეზონური და მრავალწლიური რყევა, რომელიც, თავის მხრივ, წყლის ბალანსით განისაზღვრება. ტბების წყლის ბალანსის ელემენტების თანათარღობა რეგიონის ჰავის სეზონური ცვლილებით განისაზღვრება. ამავე პერიოდებთანაა დაკავშირებული ტბების ღონის რყევის მაჩვენებელიც. წყლის ბალანსის ელემენტების ხვედრითი წილი ადგილის გეოგრაფიული (ბუნებრივი) პირობების მდგომარეობით განისაზღვრება. ამ მხრივ, თვალსაჩინო მაგალითს წარმოადგენს კასპიის ზღვის საშუალო მრავალწლიური ბალანსის (ცხრილი VIII.4) მაჩვენებელთა თანათარღობა.

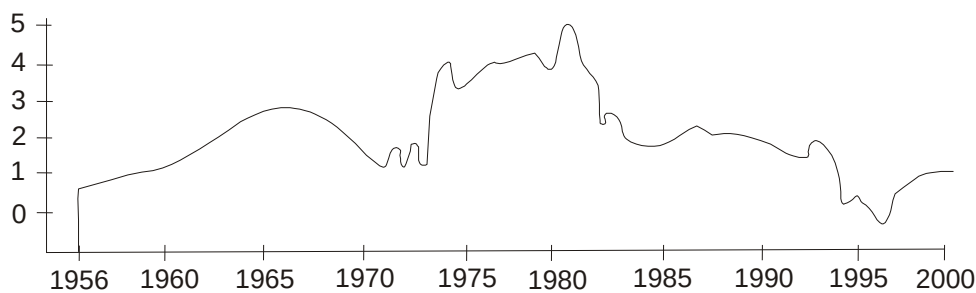
ცხრილი VIII.4.

კასპიის ზღვის (ტბის) საშუალო მრავალწლიური ბალანსი

ბ ა ლ ა ნ ს ი	ბალანსის ელემენტები		
	კმ ³	მმ	%
შემოსავალი: ატმოსფერული ნალექები	80	190	19
გედაპირული ჩამონადენი	329	780	79
მიწისქვეშა ჩამონადენი	6	15	2
ჯამი	415	985	100
გასავალი: აორთქლება	415	985	100

როგორც ჩანს, კასპიის კეებაში მთავარი როლის შესრულება (79 %) მდინარეებს უწევთ, ხოლო წყლის გასავალი მთლიანად აორთქლებითაა განსაზღვრული. სხვა შემთხვევაში – ბალანსის გასავალი ნაწილის ხვედრითი წილის განაწილებას, აორთქლებასთან ერთად, ადგილი სხვა ელემენტებსაც (ტბიდან მდინარის გაღინება) ექნება. ტბების ღონის სეზონურ რყევასთან ერთად

შეინიშნება მისი ხანგრძლივი კლიმატური ცვლილებები. მათი პერიოდები საკმაოდ დიდ დროს მოიცავს და საუკუნეობით (ნახ. VIII.4) განისაზღვრება. ტბების დონის ცვლილება შეიძლება გამოიწვიოს მისი ქვაბულის თანდათანობით ამოვსებამ. ხშირად, ტბებში ჩამდინარე წყლებს დიდი მოცულობის ნაყარი მასალა ჩამოაქვს, რაც იწვევს დონის განუწყვეტელ ამოვსებას. ტბების დონის ამოწვლა დაკავშირებულია წყალქვეშა (ფსკერულ) ვულკანურ ამოფრქვევასა, ან კიდევ, ხმელეთის ტექტონიკურ მოძრაობასთან. აღსანიშნავია, რომ ტბის დონის ცვლილება, რომელიც გამოწვეულია ტბის ქვაბულის მიდამოების მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობით – გავსებულად გამოიყურება გეოგრაფიული ფაქტორით. ესაა ჩამონადენის წერტილზე გამავალი სიბრტყე. თუკი ტბის დონე ამ სიბრტყეზე დაბლა მოექცევა – იგი გაუდინარი ხდება. თუ ტბის დონე აღნიშნული სიბრტყის ნიშნულს გადააჭარბებს – გაიზრდება რა ჩამონადენის სიდიდე, ტბის დონის აწევაც შეჩერდება.



ნახ. VIII.5. კასპიის ზღვის დონის რყევა 1956-2000 წწ-ში (დონეები მოცემულია მ-ში 1941 წ. დონის აბსოლუტურ სიმაღლესთან (-27,4 მ) შედარებით).

რადგან ყოველი ტბის ძირითად და განუყოფელ ელემენტებს წყლის მასა და ქვაბული შეადგენს, მათ გეოგრაფიულ გავრცელებას კლიმატური პირობები განსაზღვრავს, რომელთა მეშვეობით წყალსატენის კვებასა და მათი რეჟიმის ჩამოყალიბებას აქვს ადგილი. ამავე დროს, თუკი კლიმატური ელემენტები ზონალური ხასიათის მატარებელია, ტბების ქვაბულების წარმომქმნელი ფაქტორები (ტექტონიკა, გეოლოგიური აგებულება, სტრუქტურული ნიშნები) – აზონალური თავისებურებისაა, რასაც კლიმატური წარმოშობის ზონალური კანონზომიერების დარღვევამდე, უფრო სწორედ, გართულებამდე მივყავართ. თუმცა, საბოლოოდ კლიმატი უფრო ძლიერი აღმოჩნდება ხოლმე: ხმელეთის ზედაპირის ჩატარებები ნებისმიერ ადგილას შეიძლება წარმოიქმნას, მაგრამ მხოლოდ მათი ნაწილი ამოივსება წყლით, რომლის მუდმივ მომწოდებლად სწორედ კლიმატი გვევლინება; თვით ტბათა ქვაბულების წარმოშობასაც ხშირად კლიმატური ფაქტორები (მყინვარი, გამდინარე წყლები, ქარი, გამოფიტვა) განაპირობებენ.

დედამიწის ნოტიო კლიმატურ არეალებში ტბებიც ხშირი, მკვანარი და უხვწყლიანია. მშრალი ჰავის პირობებში ტბები შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული. ისინი მცირეწყლიანი, ხშირად გაუდინარი და, როგორც წესი – მლაშე ბუნებისაა. ამდენად, ტბების არა მარტო გავრცელება, არამედ მათი ჰიდროქიმიური ასპექტებიც გეოგრაფიული ზონაურობის მკვეთრ ანაბეჭდებს ატარებენ.

ტბების გავრცელების მაღალი კონცენტრაცია ძველი გამყინვარების არეალებში შეინიშნება, სადაც მათ წარმოშობას ნოტიო ჰავისა და რელიეფის უარყოფითი ფორმების არსებობა განაპირობებს. ასევე, ბევრია ტბები ჩამონადენს მოკლებულ რაიონებსა და მიწის ქერქის მსხვილი ტექტონიკური რღვევების გავრცელების რეგიონებში. პირველ მათგანთან, დიდი ფართობისა და შედარებით მარჩხი ტბებია დაკავშირებული, მეორე შემთხვევაში კი პირიქით – საკმაოდ ღრმა ქვაბულებს მცირე ფართობის ბუნებრივი წყალსატევები შეესაბამებათ. ამავე დროს, თუკი მარჩხი ტბების განვითარების საბოლოო შედეგი დაჭაობება და ხმელეთთან შეზრდაა, მაშინ ტექტონიკური ტბები ხანგრძლივად რჩებიან და ბუნებრივი წარმონაქმნის იერ-სახეს ინარჩუნებენ. მათი წყლის დიდი მასა, პროგრესული აორთქლებისა და მდინარეთა მიერ მყარი ნივთიერების ჩამონადენის ტბების ფსკერზე დალექვის შემთხვევაშიც კი, მცირე დროის განმავლობაში, ლიკვიდაციას ვერ განიცდის.

დედამიწაზე ტბების ჯამური ფართობი ხმელეთის 1,8 % შეადგენს, რაც 2,7 მლნ. კმ² აღწევს და ხმელთაშუა ზღვის აკვატორიას (3 მლნ. კმ²) ოდნავ ჩამოუვარდება. ტბების წყლის მოცულობა 250 ათას კმ³-ის ტოლია. უდიდესი ტბების ფართობებისა და მაქსიმალური სიღრმის შესახებ ცნობები (ცხრილი VIII. 5) მოგანილია ქვემოთ.

ცხრილი VIII.5.

დედამიწის უმთავრესი ტბები

ტბა	ფართობი ათ. კმ ²	უდიდესი სიღრმე, მ	ტბა	ფართობი ათ. კმ ²	უდიდესი სიღრმე, მ
კასპიის	371,0	1025	მიჩიგანი	58,1	281
ზემო	82,4	393	ტანგანიკა	32,9	1470
ვიქტორია	68,8	80	ბაიკალი	31,5	1620
არალის	64,5	67	დიდი დათვის	30,0	137
ჰურონი	59,6	228	ნიასა	30,8	678

ძველი გამყინვარების არეალებთან დაკავშირებული ტბების სარგებელი ემთხვევა ჩრდილოეთ ამერიკის იმ ზოლს, რომელიც გადაჭიმულია ამ კონტინენტის ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ამ ზოლში მოქცეულია დიდი დათვის, მონების დიდი, კლინგონ-კოლდენის, ღუბონგის, ათაბასკას, ვულასტონის, უინიპეგის, ირმის, ვინიპეგის, ზემო, მიჩიგანის, ჰურონის, ერის ტბები. გამყინვარებასთანაა დაკავშირებული, აგრეთვე, სკანდინავიის ნახევარკუნძულის ტბები. მათ

შორის, ფინეთში 35 ათას ტბას ითვლიან, რომლებსაც ქვეყნის ფართობის 12 % უკავია. კარელიასა და კოლის ნახევარკუნძულზე მცირე ფართობის მრავალრიცხოვან ტბებთან ერთად გვხვდება დიდი ტბებიც: სეგოზერო, ლიეკსა, კუიგო, ტოპოზერო, იმანდრა, პიაოზერო, უმბოზერო, ლოვოზერო. ბალტიისპირეთის ქვეყნებსა და მის აღმოსავლეთით გადაჭიმულ ტბების ზოლში გავრცელებულია ჩუდის, ფსკოვის, ილმენის, ლადოგის, ონეგის, თეთრი, ვოჟეს, ლაჩას, ვოდლოზეროს ტბები.

ტექტონიკური წარმოშობის ტბების გავრცელების არეალია აღმოსავლეთი აფრიკა. აქ წარმოდგენილია რუდოლფის, მობუტუ-სესე-სეკოს, ვიქტორიას, ტანგანიკას, ნიასას ტბები. მშრალი კლიმატის მიუხედავად მსხვილი ტბები გვხვდება ტიბეტში, მონღოლეთში, სამხრეთ რუსეთში.

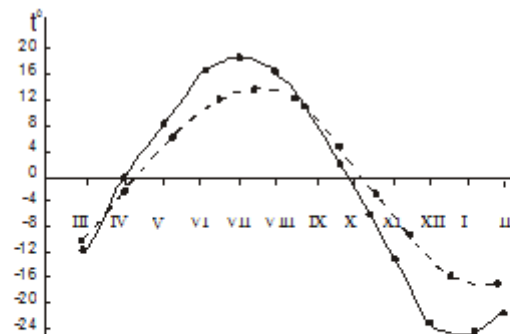
ტბები უცვლელი სრულებით არ არიან. მათი ევოლუცია უკავშირდება ჰავის საფუძვლიან ცვლას, ჰიდროგრაფიული ქსელის რეჟიმს, მიწის ქერქის მსხვილ გადაადგილებებს, ვულკანიზმის გამოვლინებებს. ცნობილია, რომ მშრალი და ნოტიო ჰავის პირობებში ტბების განვითარებას განსხვავებული ხასიათი აქვს. სტეპებისა და უდაბნოების არეალებში ტბების არსებობა დაკავშირებულია ჰაერის სინოტივის მაღალ დეფიციტთან, ანუ სინოტივის ზოგად უკმარისობასთან. ამიტომ, ტბების უმრავლესობა ეფემერული ხასიათისაა: წვიმის შემდეგ ისინი ჩნდებიან, მშრალ პერიოდში კი მათ გაქრობა ელის. ასე, მაგალითად, ავსტრალიის ტბა ტორენზი – მლაშობი ჭაობია, თუმცა წვიმების პერიოდში ტიპურ ტბად იქცევიან ხოლმე. ამავე დროს, უფრო დიდი ტბებიც იმავე ბედს იზიარებენ. აორთქლებასთან ერთად მყარი ნივთიერების დაღეწვა იწვევს მათი სარკის ფართობის შემცირებას. საბოლოოდ, მტკნარი ტბები, მარილების მუდმივი დაგროვებისა და წყლის მასის დაკარგვის გამო, მლაშე ტბებად გადაიხსებიან. ამ გიპისაა არალის ზღვა, რომლის კატასტროფული შემცირება, აღნიშნულ მოვლენასთან ერთად, მდ.მდ. ამუდარიისა და სირდარიის ხელოვნური რეგულირებითაა გამოწვეული. ასეთი ტბების ხანგრძლივი ამოშრობა ჯერ მლაშე ჭაობის, ხოლო მოგვიანებით – მშრალი მლაშობის წარმოშობას განაპირობებს. ტბების ამგვარი მეტამორფოზა, მიმდებარე ვრცელი არეალის გადასახვაში გამოვლინდება: მთლიანად გაქრება ჰიდროფიკული, ჰიგროფიკული და მეზოფიკული მცენარეულობა, ხოლო მათ ადგილს ქსეროფიტები იკავებენ.

ნოტიო ჰავის პირობებში ტბების განვითარება მიმდინარეობს მათი ფსკერის ზედაპირზე ნაყარი მასალის მექანიკური დაღეწვისა და წყალმცენარეთა (ხავსების) მოღების (მოკიდების) გზით. ამავე დროს, ტბების ნაპირებიდან ღრმა შუაგულისაკენ წყალმცენარეები კონცენტრულად განლაგდება ხოლმე. ნაპირთან, ერთი მეტრის სიღრმემდე ხარობს ისლი, მაგიგელა, ბაია. უფრო ღრმად (სიღრმე 2-3 მ) ლელქაშის ზონაა გავრცელებული. აქ ხარობს ლელი, შვიტა, ლელქაში, შროშანი. ტბის ყველაზე ღრმად – ფსკერული ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები ვრცელდება.

ტბის წყლის მცენარეულობა მუდმივ განვითარებაშია. ისინი ჩნდებიან, იზრდებიან და კვდებიან. მკვდარი მასა ფსკერზე ილექება, რაც დროთა განმავლობაში სიღრმის თანდათანობით შემცირებას იწვევს. საბოლოოდ ტბის განაპირა ზოლი მიმდებარე ხმელეთს შეეზრდება ხოლმე. ამავე დროს,

ტბების ფსკერის სიღრმეთა მუდმივი შემცირების გამო, წყალმცენარეთა გავრცელების ზონების სივრცე-დროით ცვლას აქვს ადგილი, რაც წყალმცენარეთა გავრცელების ზონების ნაპირიდან უკუსვლითი გადაადგილებაში გამოიხატება. ასე, მაგალითად, წყლის შროშანების გავრცელების ზონა ტბის ღრმა აკვატორიაში გადაადგილდება, ხოლო მის ადგილს ლელქაში იკავებს. ერთი სიტყვით, პერიფერიული მცენარეულობის ღრმანყლიან ზონაში გადაადგილების გამო, წყალსაცავებს თანდათანობით ჭაობად გარდასახვის ტენდენცია უვითარდებათ. ამასთან, წყლის მცენარეების საკმაოდ ჩქარი ტემპით გამრავლების გამო, მათ მიერ წყალსაცავების დაკავება პირდაპირ, ადამიანის თვალწინ ხდება: ტბა კენიგზეეს (უნგრეთი) 8 ჰა ფართობის მცენარეთა მოკიდებას სულ რაღაც 30 წელიწადი დასჭირდა; ბალტიის ზღვისპირა ხმელეთზე (კალინინგრადის ოლქი, ყოფილი კენიგსბერგი) ტბა სვიატოეს ჭაობად გადაქცევის ტემპმა, ბოლო 450 წლის განმავლობაში, 0,4 ჰა/წწ შეადგინა. ამავე მიზეზით, უკვე დამშრალია და ჭაობადაა ქცეული საქართველოს შავი ზღვისპირეთის ლაგუნური წარმოშობის ზოგიერთი ტბა.

განუსაზღვრელად დიდია ტბების მნიშვნელობა გეოგრაფიულ გარსში. უკვე მიუთითებდით ტბების წყლის კლიმატურ ფაქტორებთან, ხოლო ქვაბულების წარმოშობის სტრუქტურულ-გეოლოგიურ და ტექტონიკურ პირობებთან დაკავშირებას, რომელიც თვალნათლივ გვიხატავს ტბებსა და ბუნებრივი გარსის სხვა ელემენტების ურთიერთკავშირებს. ამავე დროს, ტბები გავლენას ახდენენ მიმდებარე ხმელეთის კლიმატურ პირობებზე. ამ გავლენათა სიდიდე დამოკიდებულია ტბის სარკის ზედაპირის ფართობსა და წყლის მასის მოცულობაზე. წყლის ზედაპირიდან აორთქლების გამო, მკვეთრად იზრდება მიმდებარე ხმელეთის ჰაერის სინოცივე. დიდი ტბების სანაპიროებზე შეინიშნება ჰაერის პერიოდული (დღეღამური, ბრიზული) ცირკულაცია.



ნახ. VIII. 6. ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის მსვლელობა ბაიკალის ტბის სანაპიროსა (პუნქტირი) და მიმდებარე უბნების (უნგვეტი) მეტეოსადგურების მონაცემებით

დიდია ტბების გავლენა მიმდებარე ხმელეთის სითბურ რეჟიმზე. ტბის მიმდებარე უშუალო სანაპიროს ცივი და თბილი სეზონების ჰაერის ტემპერატურა (ნახ. VIII. 6) რამდენადმე ნივთიერებულია, ვიდრე მისგან დაშორებულ რაიონებში. ტბის სანაპიროზე, მისგან დაშორებულ უბნებთან შედარებით, ზაფხულის თვეებში, ჰაერის ტემპერატურა 5-6⁰-ით დაბალია, ხოლო

ზამთარში ჰაერი 10-12⁰-ით უფრო თბილი ხდება. ამდენად, ტბები თავის გარშემო ზღვიური კლიმატის მიკროკლიმის შემქმნელად გვევლინება.

ჰაერის ტემპერატურის აღნიშნული განსხვავების არსებობა (6-დან 11⁰-მდე) წყალსატევსა და ხმელთს შორის სითბოგაცვლის მიზეზითაა შეპირობებული. წლის ცივ სეზონში ბუნებრივი წყალსატევის მიერ სითბოს დიდი მარაგის გაცემა მიმდებარე ხმელეთის ჰაერის ტემპერატურის შენარჩუნებას ხმარდება. ასე, მაგალითად, მეცნიერი-პრაქტიკოსის - ფორელის გამოანგარიშებით, ზამთრის სუსხიან 5 დღიან მონაკვეთში ჟენევის ტბის წყლის ტემპერატურის სულ რაღაც 0,2⁰-ით ღაწვესას, წყალსატემა 10 მლრდ. კალორია სითბო დაკარგა, რაც აშკარად ტბის მიმდებარე მიდამოს ჰაერის გათბობას მოხმარდა. ამ დროს, ტბის მიერ გაცემული სითბური ენერგია 1250 ათასი ტონა ქვანახშირის მიერ წვის დროს გამოყოფილი ენერგიის ექვივალენტური გამოდგა.

შესამჩნევად დიდია ტბების გავლენა იმ მდინარეებზე, რომლებიც იმავე ტბებიდან გამოედინებიან. როგორც აღვნიშნეთ, გამდინარე ტბები მდინარეთა ჩამონადენის რეგულატორისა და მათი ღონის რყევის ამორტიზატორად გვევლინება. ასეთი მდინარეების რეჟიმის ჩამოყალიბებაზე ატმოსფერული ნალექების სეზონური განაწილება უმნიშვნელო გავლენას ახდენს, რადგან მდინარეთა რეჟიმი წყლის დიდი რეზერვუარის სტაბილურობას ეყრდნობა, რომელიც დროის მონაკვეთში შესამჩნევ ცვლილებებს, როგორც წესი, არ განიცდის.

დიდია ტბების გავლენა გამდინარე წყლების ტემპერატურულ რეჟიმზე. ზამთარში, ტბების შედარებით თბილი წყალი მდინარეთა გაყინვას ხელს ვერ უწყობს. ამიტომ, ასეთი მდინარეების წყლის გაყინვის დასაწყისი, რამდენადმე (ერთ თვემდე) გადანეულია. ცხადია, რომ ასევე აგვიანებს მდინარეებში გაზაფხულის ყინულის დასაწყისი, თუკი გამდინარე ტბის წყალი სუსხიანი ზამთრის პერიოდში, ძლიერ გაიყინა.

გამდინარე ტბების დონე მდინარეების ეროზიის ადგილობრივი ბაზისის მიმანიშნებელიცაა. ამავე დროს, ტბის ღონის რყევის მაჩვენებელი პირდაპირ აისახება იმ მდინარის სისტემაში, რომელიც მოცემულ წყალსატევთანაა დაკავშირებული. ამდენად, ტბების მეშვეობით გავლენა რელიეფზე საკმაოდ ფართო სივრცეზე გამოვლინდება, რაც თვით წყალსატევის ფართობს რამდენჯერმე აჭარბებს. ტბების ქვაბულების ამოვსებისა და დაჭაობების შედეგად დღის სინათლეზე გამომზეურებული ტბის ფსკერი ხშირად იდეალურად ბრტყელ ზედაპირებს ქმნის.

ტბების ქვაბულებში ნალექდაგროვების განუწყვეტელი პროცესის გამო, ამ თუ იმ კლიმატურ პირობებში, მუდმივ ლითოგენზთან დაკავშირებით, ადგილი აქვს სასარგებლო ნამარხების ფორმირებას. მშრალი ჰაერის პირობებში, ტბების ფსკერზე, მარილების დალექვა მიმდინარეობს. ნოტიო ჰაერის პირობებში კი ტბიური მერგელებისა და რკინაშემცველი (20-დან 60 %-მდე) ნალექების დაგროვებაა, მანგანუმის მადნებისა და ორგანული ნარმოშობის შლამების – საპროპელისა და დიატომიტების დალექვაა. საპროპელის დაგროვება ორგანული ნარჩენების გახრწნისა და მათი პროდუქტების ბაქტერიების მონაწილეობით სინთეზის შედეგად წარმოიქმნება.

ამ წარმონაქმნს მინდვრის გასანოყიერებლად და საქონლის საკვებად ხმარობენ. მის ტალახს კი სამკურნალო თვისება აქვს. საპროპელის გადამუშავებით ლებულობენ დაბალი ხარისხის კარაქს, ბენზინს, ნავთს, მეთილის სპირტსა და ძმრის მუავას.

ამგვარად, ხმელეთის ბუნებრივი წყალსატევები – ტბები გეოგრაფიული გარსის რთული სისტემური წარმონაქმნის ერთ-ერთი უმთავრესი კვანძია, რომელიც ბუნებრივ პირობებსა და კომპონენტებთან მჭიდრო კავშირში იმყოფება. აქედან ცხადია, რომ თუკი ენდოგენური ფაქტორები (ტექტონიკა, ვულკანიზმი) განაპირობებენ მომავალი წყალსატევების ქვაბულების ფორმირებას, კლიმატური პირობები – ტბებში წყლის მასის დაგროვებას, ან მათ სიუხვეს, ან კიდევ პირიქით – იშვიათ გავრცელებას, განსაზღვრავენ.

კლიმატური პირობებითაა განპირობებული ტბების ღონის სეზონური და საუკუნეობრივი რყევა. ჰავა აკონტროლებს ტბების სითბურ და ბიოლოგიურ რეჟიმებს, მათ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და განვითარების მიმართულებას (გენდენციას), რომლის საბოლოო შედეგია წყალსატევების ჭაობებად (ნოტიო ჰავის პირობებში) ან მლაშობებად (მშრალი ჰავის პირობებში) გარდასახვა. ამავე დროს, ტბების მიერ გარემოზე უკუგავლენის შედეგად (ჰავის შემარბილებელი როლი, მდინარეთა ჩამონადენისა და ღონის რყევის მარეგულირებელი, აგრეთვე ეროზიული მუშაობის კონტროლის ფუნქციები) მიღწეულია ბუნებრივი გარსის კომპონენტების მჭიდრო ურთიერთგამომდინარე კავშირურთიერთობათა სისტემური გამოვლინება.

ჭაობები. ხმელეთის წყლების წრებრუნვის საკმაოდ გრძელი ჯაჭვის ერთ-ერთი რგოლი – ჭაობები ხმელეთის იმ ფრაგმენტს წარმოადგენენ, სადაც ჭარბად დაგროვებული, ან მლაშე წყლების აკუმულირების არეალებში მუდმივად მიმდინარეობს მკვდარი მცენარეული ნივთიერების დალექვა, რომელსაც საბოლოოდ გორფად გადაქცევა ელის. ჭაობების წარმოშობის, როგორც ტბების განვითარების დამამთავრებელი ფაზის შესახებ – უკვე გვქონდა დეტალური საუბარი. თუმცა, ჭაობების ფორმირების უმთავრეს ფაქტორად ხმელეთის ჭარბი დანესტიანებაა მიჩნეული. დაჭაობებას ხელს უწყობს წყალგაუმტარი ქანების მცირე სიღრმეზე გავრცელება და ვაკე რელიეფის უმნიშვნელო სიღრმითი დანაწევრება, რაც გაძნელებულია ღრენაჟის მომასწავლებელია.

ჭაობების საზრდლობის პირობების, აგრეთვე, ნიადაგ-მცენარეული საფარის ხასიათის მიხედვით განასხვავებენ ქვედაურ (*ეგეროფულ*), ზედაურ (*ოლიგოტროფულ*) და გარდამავალ (*მეზოტროფულ*) ჭაობებს. ქვედაური ჭაობების კვება გრუნტის ან მდინარის წყლებით ხორცილდება. ისინი, როგორც წესი, მდებარეობენ რელიეფის დაწვეულ (ქვაბული) ნაწილებში. მათი ზედაპირი ბრტყელი ან ჩაზნექილი ფორმისაა. *ქვედაური* ჭაობები უმთავრესად დამახასიათებელია მშრალი ჰავის არეალებისათვის. *ზედაური* ჭაობები უშუალოდ ატმოსფერული ნალექებით იკვებებიან. ისინი, უმთავრესად წყალგამყოფებზე არიან გავრცელებული. მათი ზედაპირი უმეტესად ამობურცული ხასიათისაა. ზედაური ჭაობების შუა – შემადგენელი ნაწილი, პერიფერიულ ზოლთან შედარებით,

უფრო მშრალია. რაც შეეხება გარდამავალი (მეზოტროფული) ტიპის ჭაობებს, მათი წყლით კვება ორმაგ (აგმოსფერული და მიწისქვეშა წყლები) წყაროსთანაა დაკავშირებული.

ხმელეთზე გავრცელებული ჭაობები და გორფნარების საერთო ფართობი 3,5 მლნ. კმ² აღწევს, რაც ხმელეთის 5,3 %-ს შეადგენს. თავისი გავრცელებით ჭაობები მჭიდროდ უკავშირდება კლიმატურ პირობებს და, ამიტომაც, ბონალური ხასიათის მაგარებელია. ამ მხრივ, ქვედაური ჭაობები უფრო მშრალი ჰავის გავრცელების არეალებს უკავშირდება, მაშინ როცა ზედაური (წყალგამყოფური) ჭაობები – ნოტიო კლიმატის ფარგლებშია წარმოდგენილი და ცყის ზონის ტიპური წარმონაქმნია. დანამდვილებით შეიძლება ითქვას, რომ დაჭაობების ინტენსივობა დამოკიდებულია მოსული აგმოსფერული ნალექებისა და აორთქლებული ტენის შეფარდებასთან. ასე, მაგალითად, ევროპის ჩრდილოეთ პერიფერიაზე აღნიშნული შეფარდება მერყეობს რა 1,5-დან 1,8-მდე – დაჭაობებაც შესაძვნევად მაღალია. სამხრეთით კი პირიქით – ნალექები 2-4-ჯერ უფრო ნაკლებია აორთქლებასთან შედარებით. ამიტომ, აქ ჭაობები მიწისქვეშა წყლების ფონდით, ან კიდევ, მდინარეთა წყლების დატბორვით მარავდება.

ჭაობების გეოგრაფიულ გავრცელებას, კლიმატთან ერთად, რელიეფის თავისებურებები და ლითოლოგიური ასპექტები აკონტროლებენ. ამ მხრივ, ტყუილებრალოდ კი არ მიუთითებენ ზომიერ განედებში ჭაობების მეტწილად გავრცელების შესახებ, სადაც ძველი გამყინვარების გამო მყინვარული თიხვან-თიხნაროვანი ნალექების (მორენები) მიერ ვრცელი წყალგაუმტარი შრეებია შექმნილი. ამავე დროს, ძველი გამყინვარების არეალებში, მყინვარული ეგზარაციისა (ნგრევის) და აკუმულაციის პირობებში, ჩადაბლებებისა და ბორცვების სერიული მორიგეობის გამო, ტენის შეკავებას აქვს ადგილი, რასაც მცირე ზომის ტბებისა და ფართო ჭაობების ფრაგმენტების გავრცელებამდე მიყვავართ.

ჭაობების გავრცელებას ადგილი აქვს ნოტიო ჰავის პირობებში განვითარებული ზღვების დაბალ სანაპიროებზე. მათი კვება ძირითადად აგმოსფერულ ნალექებთანაა დაკავშირებული. მცენარეულობა უმთავრესად ხე-მცენარეებითაა წარმოდგენილი, რომელთაც ძირითადად ჰივროფიტები შეესაბამებათ. ტროპიკების ზღვისპირა ჭაობებზე მანვრული მცენარეებია მოღებული.

გორფნარი გრუნტი წყლის დიდ რაოდენობას იკავებს. ჰაერის შემცველი მშრალი გორფი კი სითბოს ცუდი გამტარია. ამიტომ, გორფნარი გრუნტის ტემპერატურა, სიღრმის უმნიშვნელო ზრდასთან ერთად, სწრაფად კლებულობს: თუკი გორფის ზედაპირზე გრუნტის ტემპერატურა 25-26⁰-ია, უკვე ნახევარი მეტრის სიღრმეზე – იგი სწრაფად ეცემა და უმნიშვნელოდ მცირეა. ასე, რომ ჭაობები მცენარეულობისათვის „ცივი ადგილსამყოფელია“.

ამდენად, ჭაობები წარმოადგენენ რა ბუნებრივი წყალსაცხეების – ტბების ევოლუციის ბოლო ფაზას, ამავე დროს, უმთავრესად განისაზღვრებიან კლიმატური ფაქტორებითა და, ძირითადად, ბონალური ხასიათის მაგარებლებია – მათ გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთ მთავარ კომპონენტად განიხილავენ, რომელთა ვრცელი „აკვაცტორული“ თავისებურებები სითბოსა და სინოტივის

ადგილობრივი რეჟიმისა და ბუნებრივი პირობების რეგულატორულ-ამორტიზატორული ფუნქციების შესრულებას განაპირობებენ.

მცენარეები. გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ნიშანს - სიცივის ვრცელი არეალის არსებობა წარმოადგენს. მის დიდ ნაწილში მუდმივი უარყოფითი ტემპერატურაა გაბატონებული. მას - სიცივის გარსს, ანუ *კრიოსფეროს* უწოდებენ. ამ გარსის ყველაზე ცივ ნაწილში მუდმივი ყინულებია გამეფებული. დედამიწის ზედაპირის იმ ნაწილში, რომელიც კრიოსფეროს ფარგლებშია წარმოდგენილი, ორი უმთავრესი მოვლენაა აღსანიშნავი: მცენარეებისა და მუდმივი მზრალობის არსებობა.

მცენარი – უმეტესად მყარი აგმოსფერული ნალექების შედეგად წარმოშობილი ბუნებრივი მიწისზედა ყინულის გარდაქმნილი (გადაკრისტალებული, მეტამორფული) პლასტიკური მასაა. რომლის უმთავრესი ნიშანი, სიმძიმის ძალით გამოწვეული დეფორმაციაა, რაც მის დამოუკიდებელ მოძრაობაშია გამოხატული. მცენარეები რელიეფისა და ჰავის ურთიერთმოქმედების პროდუქტია. მათი წარმოშობა ძირითადად უკავშირდება თოვლის საფარის გარდაქმნას, მის გადაკრისტალებასა და პლასტიკური უნარის სხეულის მიღებას. ამავე დროს, მცენარეები ნაწილობრივ, წყლის ყინულისაგანაც (ანტარქტიდის შელფური მცენარეები) კი წარმოიქმნება. ამ გზით ფორმირებული მცენარეები არათუ ოკეანეების სანაპიროზე, არამედ მთიან ქვეყნებშიც (წყლის გაყინვა ნაპრალებში, სიცარიელებსა და მცენარეთა ზედაპირებზე) კი შეინიშნება.

როგორც ჩანს, მცენარეების ფორმირება იწყება იმ მომენტიდან, როცა დედამიწის ზედაპირი - თოვლის დაგროვებისათვის ხელსაყრელი ფრაგმენტი, ჰიოსფეროს (კრიოსფეროს ნაწილი, სადაც შესაძლებელია თოვლის განუწყვეტელი დაგროვება და მცენარეებად გარდაქმნა) ფარგლებში მოექცევა. დროთა განმავლობაში, ყინულის კრისტალისაგან შემდგარი პირველადი თოვლის საფარი თანდათანობით მარცვლოვან თოვლში ანუ ფირნში გადადის. თოვლის წყლის გაყინვისა და მისი საფარის გამკვრივების გამო, ფირნის ფორები საბოლოოდ ქრება და თოვლი მცენარულ სხეულად გარდაიქმნება. მცენარეების პლასტიკური უნარი ღნობის ტემპერატურის მიახლოებისას კიდევ უფრო მაღულდება. ამ თვისებებით, მუდმივი კვების პირობებში, მცენარი მოძრაობას (ღინებას) ასრულებს. მცენარის მოძრაობის სიჩქარე 700-1300 მ/წმ აღწევს, იშვიათად კი 10-40 მ დღე-ღამეში სიჩქარეცაა (გრენლანდია) დაფიქსირებული.

მცენარის სხეულის ბალანსის არაერთგვაროვნების გამო, გამოყოფენ კვების (ნალექის დაგროვება) დადებითი და აბლაციის (ღნობის) უარყოფითი ბალანსის არეალებს. ამდენად, კვების არეში თოვლის დაგროვების მზარდი მაჩვენებლები მცენარის ზრდა-განვითარებას იწვევს, ხოლო აგმოსფერული ნალექების შემცირება მათ დეგრადაციას განაპირობებს. პირველ შემთხვევაში მცენარეები „წინ მიიწევენ“, მეორეში კი – „უკან იხევენ“.

მცენარეთა ორ ძირითად ტიპს გამოყოფენ: *კონტინენტურსა* და *მთების* მცენარეებს. კონტინენტური ანუ მცენარული საფარები (ანტარქტიდა, გრენლანდია), როგორც წესი –

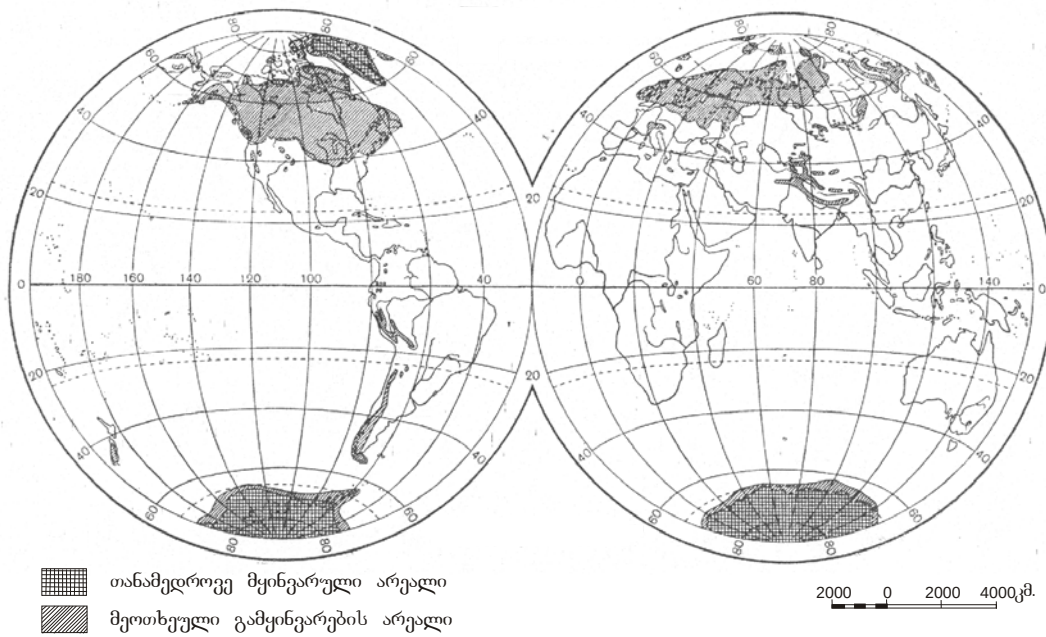
უზარმაზარი ზომის მრგვალი – ამობურცული ფორმისაა, რომელიც მათი მასისა და პლასტიკურობის წონასწორობას შეესაბამება. მთიანი ქვეყნების მცენარეები, როგორც წესი – მცირე ზომისაა, ხოლო ფორმით მათი სათავსო – ხეობის ვიწრო და წაგრძელებულ წარმონაქმნს ემსგავსება. მათი სიჩქარეები, საფარისებურ მცენარეებთან შედარებით, უფრო მეტია. მთიანი ქვეყნების მცენარეების რელიეფის გარდაქმნის მეტი შესაძლებლობის გამო, მთიანეთების რელიეფის მცენარეული ფორმები უფრო მკვეთრად და დანაწევრებული.

ცხრილი VIII.6.

დედამიწის გამცენარეების (მასა, ფართობი) მახასიათებლები
(პ. შუმსკისა და ა. კრენკეს მიხედვით, 1965)

ცენოზის სახეები	მასა, ტონებში	%	ფართობი		რსებობის დრო წწ-ში
			მლნ. კმ ²	%	
მცენარეები	2,398X10 ¹⁶	98,95	16,3	ხმელეთის 10,9	9500
აისბერგები	7,65X10 ¹²	0,03	63,5	ოკეანის 18,7	4,07
თოვლის საფარი	1,05X10 ¹³	0,04	72,4	დედამიწის 14,2	0,35-0,52
ზღვის ცენოზი	3,483X10 ¹³	0,14	26,0	ოკეანის 7,2	1,05
მინისქვეშა ცენოზი	(2-5)X10 ¹⁴	0,83	21,0	ხმელეთის 14,1	30-75
აგმოსფერული ცენოზი	1,68X10 ¹²	0,01	510,0	დედამიწის 100	4X10 ⁻³
სულ:	2,423X10 ¹⁶	100,00	–	–	–

მცენარეები, დედამიწის ზედაპირზე, ყველაზე გავრცელებული (ცხრილი VIII.) ქანია. ცენოზის საერთო მასა, რომელსაც მცენარეები, აისბერგები და თოვლის საფარი, ზღვიური და მინისქვეშა, აგრეთვე აგმოსფერული წყლის მყარი კრისტალები შეიცავს – 2,423X10¹⁶ ტონას შეადგენს. მათ შორის, ცენოზის 99 % ანუ 2,398X10¹⁶ ტონა ხმელეთის მცენარეებზე მოდის. ამ ციფრების გრანდიოზულობაში დარწმუნების მიზნით წარმოვიდგინოთ, რომ თუკი დედამიწის ზედაპირზე ცენოზის მთლიანი მასა თანაბრად განაწილდებოდა, მაშინ 50 მ-ის (!) სისქის ცენოზის უწყვეტ ფენას მივიღებდით. მაგრამ, მცენარეები დედამიწაზე არათანაბრად (ნახ. VIII. 7) განაწილებული. მისი საერთო ფართობის (16,3 მლნ. კმ²) დიდი ნაწილი 85,6 % ანგარეკიდაზე მოდის, გრენლანდიის მცენარეებს 11 % უკავია, ხოლო დანარჩენ ნაწილს – ხმელეთის ფართობის 3,4 % უჭირავს. ამავე დროს, მცენარეების გავრცელებას ზონალური ნიშნები (ცხრილი VIII. 7) გააჩნია, რაც დედამიწის ჰავის კანონზომიერი განვრცობითაა გამოწვეული. თუმცა, ამ მცირე ფართობის მცენარეებს ადამიანთა ცხოვრებაში უდიდესი როლი ენიჭება. მთიანი ქვეყნების (ალპები, კავკასია, კორდილიერები, ანდები და სხვ.) ლანდშაფტების ჩამოყალიბება, მათი სამეურნეო თვალსაზრისით სულ უფრო მზარდი ათვისება, ძირითადად ამ მთიანეთების გამცენარეებასთანაა დაკავშირებული.



ნახ. VIII.7. თანამედროვე და მუდმივი გამყინვარების არეალები.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მუდმივი კლიმატისა და რელიეფის ფუნქციაა. თუკი თოვლის საფარის დაგროვებას ხელს უწყობენ ჰორიზონტალური ზედაპირები, მთის მწვერვალებსა და ციცაბო ფერდობებზე მისი დროებითი შეჩერება კი პრაქტიკულად შეუძლებელია. მუდმივი წარმოშობისათვის უფრო ხელსაყრელია ნოტიო ზღვიური ჰავა, რომელიც ნალექების სიუხვით (უხვი კვება) და გრილი ზამთრით (სუსტი ღნობა) ხასიათდება. მშრალი კონტინენტური ჰავა კი პირიქით – გამყინვარებას ხელს ვერ უწყობს. თოვლის საფარის დაგროვების ინტენსიურობას აკონტროლებს ხმელეთის ზედაპირის დახრილობა, ექსპოზიცია და სხვ. მყარი აგმოსფერული ნალექების ნულთან ბალანსი – თოვლის საზღვარს შეესაბამება, რომლის სიმაღლე ყოველთვის კლიმატურ და რელიეფურ პირობებსა და დამორჩილებული. თოვლის ხაზის სიმაღლის გეოგრაფიული განვრცობა ზონალური ხასიათის მატარებელია. როგორც ჩანს, თოვლის ხაზი თბილ განედებშია მოქცეული, ხოლო პოლარულ მხარეებში – ციცაბოდ ძირს ეშვება. თუმცა, ყველაზე მეტად თოვლის ხაზი „აღმართულია“ არა ეკვატორის, არამედ გროპიკების გასწვრივ. აქ, მრუდის ფორმა ნოტიო ჰავის გავლენას არეკლავს. ამავე დროს, სამხრეთ ნახევარსფეროს ზღვიური ხასიათის გამო თოვლის ხაზი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს შესაბამის განედებთან შედარებით, ყველაზე დაბლა დევს, ხოლო 62-ე პარალელის სამხრეთით – ოკეანის დონემდე ჩამოდის.

ცხრილი VIII.7.

მუდმივი განაწილება დედამიწაზე

დედამიწის სარტყლები	ფართობი ათ. კმ ²	ხმელეთის ფართობთან %-ში
ჩრდ. პოლარული სარტყელი	2100,0	1,4

ჩრდ. ზომიერი სარტყელი	100,0	0,07
ტროპიკული სარტყლები	0,1	–
სამხრ. ზომიერი სარტყელი	21,0	0,03
სამხრ. პოლარული სარტყელი	14100,0	9,5
სულ	16300,1	11,0

დედამიწას გამყინვარება რამდენჯერმე განუცდია. კარბონულ-პერმული გამყინვარება სამხრეთი ნახევარსფეროს ერთიან სუპერკონტინენტზე (გონდვანისი) იყო გამეფებული. ორდოვიცულ-სილურული გამყინვარება აფრიკის დასავლეთ და შიგა (საჰარა) ნაწილებში მდებარეობდა. მას ადგილი ჰქონდა, აგრეთვე სამხრეთ აფრიკაში, არგენტინასა და ბოლივიაში. ამ გამყინვარებამ მეტად ხანგრძლივი დრო (50 მლნ. წწ) მოიცვა. რაც შეეხება კემბრიუმამდელ გამყინვარებას მისი უტყუარი კვალი შენიშნულია ირლანდიასა და შოტლანდიაში, ნორვეგიასა და ჩრდილოეთ ურალში, კანადასა და აშშ-ში.

ამდენად, უძველესი გამყინვარება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ხმელეთის (ევროპა და ჩრდილოეთ ამერიკა) დიდ ფართობზე დაფიქსირებული. მეცნიერების მიერ დადასტურებულია ადრეპროტეროზოული (230 მლნ. წლის წინათ) გამყინვარება კანადაში, სამხრეთ აფრიკასა და ციმბირში. საკმაოდ დადასტურებულად ითვლება ყველაზე გვიანდელი, მეოთხეული (პლეისტოცენი, ანთროპოგენური) გამყინვარება. ამ დროს, მყინვარების მიერ დაკავებული აღმოჩნდა 45 მლნ. კმ², ანუ ხმელეთის ფართობის 30 %, რაც თანამედროვე მყინვარების ფართობზე თითქმის 3-ჯერ მეტია. ამჟამად, დათბობის ეპოქაში, სახეზეა გამყინვარების რეგრესიული ტენდენცია. უნდა ვივარაუდოთ, რომ აწინდელი დათბობის დრო ახალი სტადიით – აცივებისა და გამყინვარების საპირისპირო ფაზით შეიცვლება. თუმცა, გამყინვარების დაწყებას ჯერ არ უნდა ველოდეთ. მეცნიერთა ვარაუდით, გამყინვარების ეპოქათა შორის თითქმის თანაბარი (150 მლნ. წწ) ინტერვალი დასტურდება. აწინდელ დროს კი, სახეზეა დათბობის ყველა წინაპირობა, რომელსაც ანთროპოგენური ხასიათი ეცემა. ამასთან, ამჟამად კლიმატოლოგების მიერ გლობალური დათბობის დამადასტურებელ ფაქტებთან ერთად, აშკარად სახეზეა ჰავის გლობალური ცვლილებების რეალური გამოვლინება.

საგრძნობლად დიდი და მრავალფეროვანია მყინვარების როლი ბუნებაში. უდავოა, რომ გამყინვარების შედეგად დედამიწაზე წარმოქმნილია პოლარული არეალებისა და მათი შესაბამისი ვერტიკალური სარტყლების მაღალმთიან-მყინვარული ლანდშაფტების ცალკეული „კუნძულები“. ამა თუ იმ კლიმატურ პირობებში წარმოქმნილი მყინვარების ევოლუცია, საბოლოოდ თვით კლიმატის საგრძნობ ცვლას განაპირობებს.

როგორც ეს, სწავლების მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის დონეების სტუდენტებისათვის გახდება ცნობილი, მყინვარის თავდაპირველი ზრდა ხელს უწყობს ჰავის ისეთ ცვლას, რომელიც საბოლოოდ მათი საფარების გაფართოებას განაპირობებს. მყინვართა ფართო არეალების წარმოქმნა ხომ თოვლის საზღვრის დაწევისა და მისი ფრაგმენტების გაფართოებას გამოიწვევს,

რაც თავისთავად მცინვარების ფართობების ზრდაშიც გამოიხატება. ამავე დროს ირკვევა, რომ მცინვარის საფარის ფართობის ზრდა განუხაზღვრელი პროცესის სრულებით არ არის. კ. ბრუკის გამოთვლებით მცინვარული საფარის დიამეტრის 1100-1600 კმ-ის მიღწევის შემდეგ, კლიმატის განვითარებას გამცინვარებისათვის არასასურველი პირობების (აცივება და მშრალი ჰავის ფორმირება) შექმნა მოსდევს. კერძოდ, მშრალ ჰაერში აორთქლების უნარის მაგების გამო, მცინვარების კვების შემცირება და აბლაციის ზრდაა მოსალოდნელი, რაც მცინვარული საფარის განვითარების შეზღუდვის ხელშეწყობი პირობები უნდა გახდეს. ამდენად, მცინვარების ზრდა-განვითარება, ან მათი დეგრადაცია, თვით მცინვარებისა და კლიმატის ურთიერთგანმანაპირობებელი კავშირებით აიხსნება, რომელსაც სისტემური ანალიზის საფუძველზე აგებული პირდაპირი და უკუკავშირების განსაზღვრა (იხ. ფიზიკური გეოგრაფიის თეორიული საფუძვლები) მოეძებნა კიდევაც.

მცინვარული საფარების ზრდისა და შემცირების (უკან დახევა) გამორკვევა, ფრიად საინტერესოა გეომორფოლოგიის ერთ-ერთი დარგის – გლაციოლოგიური თვალსაზრისით. ჩვენთვის, გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურის შესწავლისას, მცინვარების სივრცებრივ დინამიკას განვიხილავთ ლანდშაფტური იერ-სახის გარდაქმნაში მონაწილეობის თვალსაზრისით. მართლაც, მცინვარების სივრცებრივი განთქნილობის დროით ცვლას, ბუნებრივი გარსის კომპონენტების ძირეულ გარდაქმნაში, დიდი როლი მიუძღვის. მართლაც, მცინვართა გავრცელების სივრცე-დროითი არათანაბრობით ადგილი აქვს მცენარეული საფარის ცვლილებას, განამარხდება ან ახალ საფუძველზე წარმოიქმნება ნიადაგები, ადგილი აქვს ცხოველთა ადგილსამყოფელის შეცვლას, ჩნდებიან ან ქრებიან პატარა წყალსაცავები, იცვლება მდინარეთა დინების მიმართულება, მიმდინარეობს ქანების ნგრევის, ტრანსპორტირებისა და დალექვის პროცესების ლოკალიზაციის სივრცე-დროითი ცვლილებები.

მცინვარების მიერ ტრანსპორტირებული და დალექილი მასალა *მორენის* სახელწოდებითაა ცნობილი. მცინვარის უკან დახევის შედეგად, ადგილი აქვს „მორენული ლანდშაფტის“ ფორმირებას, რომელსაც მორენების წარმქმნასთან ერთად შესაბამისი ნიადაგ-მცენარეული საფარი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, ჰავისა და ბუნების სხვ. კომპონენტების კომპლექსები შეეფარდება. აბლაციის არეში მცინვარის დნობის შედეგად მიღებული წყლები (ფლუვიოგლაციალური წყლები) უკვე მუდმივი ნაკადებისათვის დამახასიათებელ მუშაობას აწარმოებენ. ამ მხრივ, აღსანიშნავია თვით მცინვარული მასალის დახარისხება, ტრანსპორტირება და ახალ ადგილზე დალექვა. ამ უკანასკნელის ადგილზე კი ვრცელი ვაკეების ანუ ზანდრული ველის ფორმირებას აქვს ადგილი.

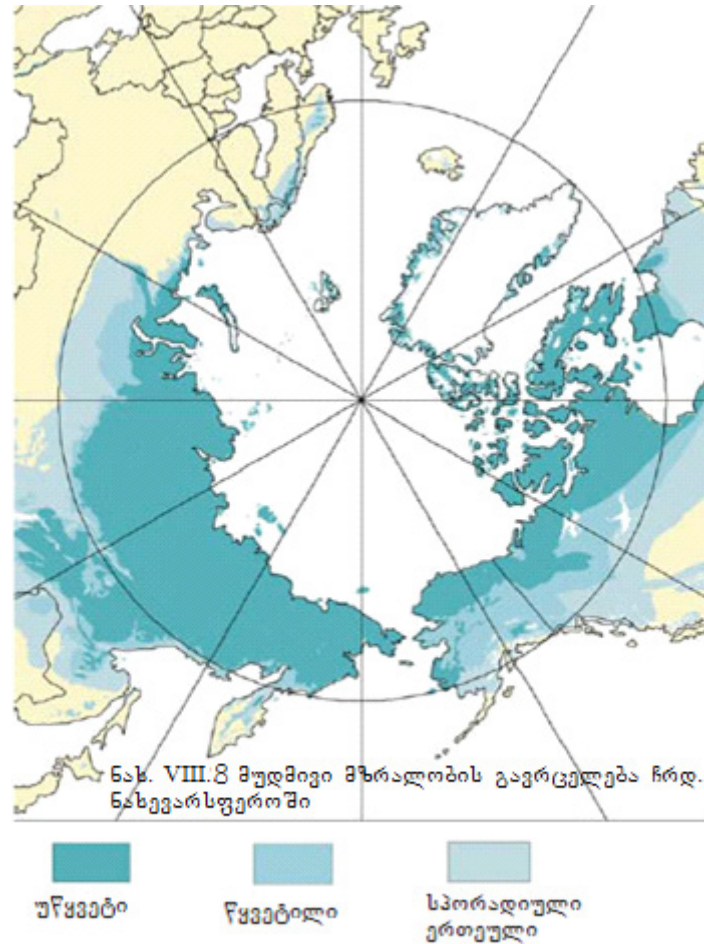
ნგრეული, წვრილმარცვლოვანი (თიხოვან-ქვიშოვანი) ნალექების დაგროვებას მკვეთრად გამოხატული სეზონურობა შეეძინება: ზაფხულში ყინულის წყლები უხვია და მათ მიერ დალექილი მასალა შედარებით მსხვილმარცვლოვან ქვიშებს შეიცავს; ზამთარში კი პირიქით – წვრილი, თიხოვანი შრე ილექება. ყოველი ასეთი წყვილი ლენგური (ბაბთისებრი) ნალექი დროში – ერთ წელიწადს შეესაბამება. ამდენად, ამ შრეების მორიგეობათა ანალიზი, გამცინვარების შემდგომი პერიოდის, აბსოლუტურ გეოქრონოლოგიას ემსახურება.

როგორც ჩანს, საფარისებური და მთიანი ქვეყნების მცხოვრებლების მოქმედებით დედამიწის ზედაპირი საკმაოდ ძლიერ გარდაქმნას განიცდის, რომელიც ისედაც არამარტივი მთიანეთების იერ-სახის კიდევ უფრო მეტ გართულებაში გამოიხატება. ამ მხრივ, მთიანი ქვეყნების რელიეფის მცხოვრებელი ფორმები საკმაოდ შესაძენვე გარეგანი დანაწევრებით გამოირჩევა. მათ მიერ გენერირებულ რელიეფის ფორმებს (ვერძის შუბლები, ხუჭუჭა კლდეები, კარები, ცირკები, ტროგული ხეობები) ეკბარაციული ანუ მცხოვრებელ-დამანგრეველი მოქმედების ანაბეჭდები ატყევათ.

მუდმივი მზრალბა. აქამდე აღნიშნული გამცხოვრების ფორმები მოძრავ მცხოვრებს მიეკუთვნებოდა. გეოგრაფიულ გარსში კიდევ უფრო დიდი ფართობი მიწის ქერქის ზედა ჰორიზონტების უძრავ საუკუნობობით (ათასწლეულობობით) გამცხოვრებას უკავია, რომელიც მუდმივი მზრალბობითა და მიწისქვეშა ყინულებობითაა წარმოდგენილი. ორივე მათგანი მიწისქვეშა ფენების უარყოფით ტემპერატურასთანაა დაკავშირებული. მათი უძრავობის გამო, ყინულის მასები საკმაოდ ხანგრძლივ კონსერვაციას განიცდის და წყლის ბრუნვის რგოლიდან ფაქტობრივად ამოვარდნილია. მზრალი გრუნტის ტემპერატურა, როგორც წესი, უარყოფითია და, ამიტომ, მუდმივად მყარ მდგომარეობაში იმყოფება. მისი ზედაპირული „თხელი“ ფენა მხოლოდ ზაფხულობობით მოდნება, ხოლო ზამთრობობით იყინება. ამიტომაც, მას აქტიურ ფენას უწოდებენ.

მზრალი გრუნტის სიმძლავრე არაერთგვაროვანია. ხშირად, იგი რამდენიმე მეტრს აღწევს, ცალკეულ შემთხვევაში კი ასეული მეტრებით განისაზღვრება, იშვიათად 600 მ-ზე უფრო სქელი მზრალი გრუნტებიცაა გამოვლენილი. მზრალ არეალებს უჭირავთ ევრაზიის, ჩრდილოეთ ამერიკისა და პოლარული სარტყლის დიდი ტერიტორია, რაც ხმელეთის ფართობის 20 %-ზე მეტს (28 მლნ. კმ²) უნდა (ნახ. VIII. 8) შეადგენდეს. მხოლოდ რუსეთის (აღმოსავლეთი და დასავლეთი ციმბირი) ტერიტორიაზე მუდმივი მზრალბა 10 მლნ. კმ² ფართობზე ვრცელდება.

მუდმივად მზრალი გრუნტების წარმოშობა დაკავშირებულია რიგ მოვლენათა შესაძენასთან: ხანგრძლივი, ცივი და მცირეთოვლიანი ზამთარი; მოკლე და გრილი ზაფხული; ნალექების უმნიშვნელო რაოდენობა; ქვაბულის არსებობა და მის ზედაპირზე უმოძრავ ცივი ჰაერის დიდი ხნობ დგომა და სხვ. გრუნტის გაყინვა არა მარტო თანამედროვე კლიმატობათა განსაზღვრული, არამედ მცხოვრებელი ეპოქის რელიეფსაც მიეკუთვნება. ამას ადასტურებს მზრალ გრუნტებში გაუხრწნელი მამონტების აღმოჩენა.



მზრალი არელები, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, მეტად საინტერესო მოვლენაა. ამ თვალსაზრისით მათი შესაბამისი ლანდშაფტების ფორმირებას აქვს ადგილი. სრულიად განსხვავებულია აქ, მინისქვეშა წყლების გავრცელებისა და რეჟიმის თავისებურებები. მათი მოძრაობის შედეგად მზრალ გრუნტებს შორის მინისქვეშა წყალი შეიძლება არც კი გაიყინოს. ღრუბლი მზრალის გავლენა მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირებაზე. მზრალა მინისქვეშა წყლის ორთქლის კონდენსაციას წარმოადგენს, რომელიც ჩამონადენის ზრდას უწყობს ხელს. ზღვებისა და ტბების სანაპიროებზე, მუდმივი მზრალის რეგიონებში, თერმოკლასტული მოვლენების, ხოლო ხმელეთის ზედაპირზე - თერმოკლასტული მოვლენებით შეპირობებული ჩაქცევის ძაბრების, ქვაბულებისა და ღრმების წარმოშობას აქვს ადგილი. მზრალას უკავშირდება აგრეთვე მცენარეთა სუსტი მდგრადობა და ე.წ. „მთვრალი ტყის“ ფორმირება. ამავე გრუნტის ზედაპირზე ხშირად ჭაობის მცენარეულობა გავრცელებულია.

ამგვარად, გეოგრაფიული გარსის სიცივის არეში ფორმირებული ორი მოვლენა (მოძრაობა და უძრავი გამყინვარება), დაკავშირებულია რა კლიმატურ პირობებთან – ზონალური ხასიათის მატარებელია და თავისი არსებით აკონტროლებს ბუნების კომპონენტების – მდინარეების, ნიადაგების, მცენარეულობის, ცხოველთა სამყაროს, მცირე ბუნებრივი წყალსატევების, რელიეფისა და ბუნების სხვა კომპონენტების თავისებურებებს. ორივე ტიპის გამყინვარების პროგრესული თუ

რეგრესიული ფაზების სივრცე-დროითი გამოვლინებით, მიღწეულია გეოგრაფიული გარსის იერისა და სტრუქტურის რთული სურათის განუწყვეტელი ცვლილება.

ხმელეთის წყლების გაბინძურება დაკავშირებულია რა წყლის რესურსების ინტენსიურ ათვისებასთან, იწვევს არა მარტო მისი ხარისხის, არამედ რაოდენობის, ბალანსის მდგენელებისა და ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცვლილებებს. წყლის რესურსების ხარისხობრივ-რაოდენობრივ ცვლილებებზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ აგრეთვე ადამიანის სამეურნეო მოქმედების ისეთი სახეები, როგორიცაა წყლის სამრეწველო და კომუნალური მიზნებით მოხმარება, წყალსაცავების შექმნა და არასწორი ექსპლოატაცია, მორწყვა და დაშრობა, აგრომელიორაციული და ჰიდროტექნიკური არაგონივრული ღონისძიებების პრაქტიკაში რეალიზაცია.

ბუნებრივი წყლების ხარისხობრივი ნეგატიური ცვლილება უმთავრესად უკავშირდება მრეწველობის (მეტალურგია, ქიმიური, ნავთობის გადამამუშავება, ნავთობქიმიური, ორგანული სინთეზი) დარგებს, რომელთა გავლენით ნავთობის, ფენოლის, ფერადი ლითონების, ქიმიური შენაერთების დაგროვებას აქვს ადგილი.

ინტენსიური გაბინძურებით გამოირჩევა საყოფაცხოვრებო მიზნებით ათვისებული წყლები, რომელთა არასრული განმუშავება ბაქტერიების შემცველობის ზრდას უწყობს ხელს. წყლის ხარისხის გაუარესება მელიორაციულ საქმიანობასაც უკავშირდება. მორწყვის შედეგად, როგორც წესი, იზრდება წლიური ჩამონადენის მნიშვნელობა, იცვლება მისი შიდაწლიური განაწილების მაჩვენებლები. სარწყავი მასივებიდან გამოგანილი მარილების ხარჯზე ადგილი აქვს მდინარეთა წყლების მინერალიზაციის ზრდას. ჰიდროელექტროსადგურების აგება და მდინარეთა ნაკადების რეგულირება იწვევს ბუნებრივ-აქვალური გარემოს ნეგატიურ გარდაქმნებს. კერძოდ, იგი უარყოფით გავლენას ახდენს სანაოსნო არტერიებზე, დაშრობასა და წყალმომარაგებაზე, წყლების სარეწაო პოტენციალზე, რეკრეაციულ სისტემებსა და წყლით დაფარულ ტერიტორიებზე, ასევე იწვევს გაუწყლოებული კალაპოტების ეკოლოგიური და სანიტარული მდგომარეობების გაუარესებას, ზღვაში შემდინარე არტერიების დარეგულირებით სახეზეა სანაპიროებისა და პლაჟის ზოლების, აგრეთვე, რაც არანაკლებ სავალალოა, მიმდებარე კომუნილაციების ნგრევას და ა.შ.

მდინარეთა წყლის ჰიდრიქიმიური რეჟიმის ნეგატიური ცვლილება დაკავშირებულია წყალსატევების შექმნასთან, რომელზეც გავლენას ახდენს ხელოვნურ წყალსატევებში წყლის ცვლის ინტენსივობის (K) მაჩვენებელი. იგი მარტივად გამოიანგარიშება:

$$K = V/W,$$

სადაც V – წყალსაცავის მოცულობა, W – წლიური ჩამონადენი.

როგორც ჩანს, რაც მეტია K-ს მნიშვნელობა, მით ნაკლებია წყალსაცავის წყლის მინერალიზაციის ყოველწლიური ზრდა. ამ დამოკიდებულებით, უკვე დაპროექტების ფაზაშივე, შესაძლებელია მინერალიზაციის მოსალოდნელი პროგნოსტიკული მოდელის წარმოდგენა.

წყალსაცავებში წყლის ხარისხობრივი ცვლილება შეპირობებულია როგორც წყლის რეჟიმის, ისე ბიოლოგიური პროცესების ცვლილებით. ამ მხრივ, წყლის ღინების სიჩქარის შემცირებასა და გამჭვირვალობის ზრდას, სამრეწველო და კომუნალური ჩამონადენით გამოწვეული ორგანული-ბიოგენური ნივთიერებათა კონდენსაციის მაგებას, ბიოპროდუქციული პროცესების აჩქარებამდე მივყავართ. ამასთან, ბიოგენური ნივთიერებით გამდიდრებულ წყალსაცავებში ადგილი აქვს ფიკოპლანქტონის ინტენსიურ განვითარებას. თუმცა, ლურჯი-მწვანე წყალმცენარეების მოძრავლებამ შეიძლება ტოქსიკური ნივთიერებების კონცენტრაციის ზრდა გამოიწვიოს, რაც წყლის ხარისხის გაუარესების მომასწავებელია. ამ მოვლენას მეორად, ანუ ბიოლოგიურ გაბინძურებას უწოდებენ.

ხმელეთის წყლების გაბინძურების ერთ-ერთ წყაროს თბოელექტროსადგურები წარმოადგენენ. ცნობილია, რომ ამ სადგურების გამოქმუშავებული სითბური ენერგიის 2/3 ისევ გარემოს კუთვნილება ხდება. ამ ენერგიის არინებას (თავიდან აცილებას) ახდენენ მდინარეების, ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსაცავების მეშვეობით. ამ შემთხვევაში, წყალსაცავების მიერ მინის სავარგულების დატვირთვის ნეგატიურ გამოვლინებასთან ერთად, სახეობა წყლის რესურსების ათვისების პრობლემატ. თბოსადგურების გამაცივებელ აგრეგატებში ყოველწლიურად მილიონობით ტონა წყალი იხარჯება. მათ შორის, წყლის ერთი ნაწილი აორთქლებას, ხოლო მეორე – სითბურ გავლენებს განიცდის და საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის (სასმელად) უვარგისი ხდება.

ხმელეთის წყლების გაბინძურებისაგან დაცვა კაცობრიობის ერთ-ერთი უდიდესი პრობლემაა. ამ მხრივ, შემუშავებული მეთოდებიდან უმთავრესია საინჟინრო ღონისძიებები, რომლებიც გულისხმობენ გაჭედიანებული წყლების განმეწმენდა-გასუფთავების მიღწევას ე. წ. გამწმენდი ნაგებობების მეშვეობით.

გაბინძურებული წყლების განმეწმენდის საინჟინრო მეთოდები ორ ჯგუფად იყოფა: წყლების ხელოვნურ და ბუნებრივ პირობებში გასუფთავება. პირველ შემთხვევაში წყლის გასუფთავება ხელოვნურად მიმდინარეობს, როცა ამ მიზნით შექმნილია სპეციალური ნაგებობა-დანადგარი. გასუფთავების 4 სახეობას გამოყოფენ: მექანიკური, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური.

მექანიკური გასუფთავების მეთოდი გულისხმობს წყალში შემცველი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების გაუსხნელი, მსხვილდისპერსიული მინარევების უტილიზაციას ფილტრაციის გზით. ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური გასუფთავების მეთოდს იყენებენ წყლებში გახსნილი ან ორგანიკის შემცველი და წვრილდისპერსიული ნივთიერებების კოაგულაციას ამა თუ იმ კოაგულანტების გამოყენებით. ბიოქიმიური გასუფთავების მეთოდი ემყარება მიკროორგანიზმების უნარს, საკვებად გამოვიყენოთ წყლებში არსებული ორგანული ნივთიერებანი – ორგანული მჟავები, ცილები, ნახშირბადები. ამ მეთოდის გამოყენება შეიძლება როგორც ხელოვნურ (ბიოლოგიური ფილტრები) ისე ბუნებრივ (მინდვრები, არხები, წყალსაცავები) პირობებში.

წყლების გაბინძურებისაგან დაცვის მიზნით მიზანშეწონილია წარმოების ტექნოლოგიური სრულყოფის ისეთი გზების მიღწევა, როცა შესაძლებელია წყლის ობიექტების გაჭედიანების

მინიმუმამდე შემცირება და წარმოებაში წყლის გამოყენების ჩაკეტილი ციკლის დანერგვა. ამ შემთხვევაში, საწარმოში უკვე გამოყენებული წყალი გასუფთავებისა და თითქმის თავდაპირველი მდგომარეობის აღდგენის შემდეგ, ისევ ჩაირთვება ტექნოლოგიურ პროცესებში. ამით, მიღწეული გახდება ერთი და იგივე წყლის რამდენიმეჯერ გამოყენების პრაქტიკა, რაც მცირენარჩენიან ტექნოლოგიაზე გადასვლასა და წყლების რაციონალური ათვისების დანერგვას მოახსენებს.

დასკვნები

1. ხმელეთის წყლების უმთავრესი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების სივრცე-დროითი გამოვლინება, დაკავშირებულია რა მათი გავრცელების ბუნებრივ პირობებთან, ძირითადად კლიმატური ასპექტებით იმართება, რეგულირდება და შესაბამის კონტროლს განიცდის, რომელშიც ჰავის სეზონური და მრავალწლიური ნიშნები სივრცობრივი განთენილობის მიხედვითაა ასახული;
2. მდინარეთა წყლების ჰიდროლოგიური ელემენტების ფორმირების ნიშნებს ბუნებრივი მოვლენების დროითი რეჟიმის მახასიათებლების ფაზური მონაცვლეობა-მორიგეობის გეოგრაფიული ფაქტორები განაპირობებენ;
3. მდინარეთა ჰიდროლოგიური რეჟიმის პარამეტრები, განსაზღვრულია რა მათი კვების წყაროებით – ჩამონადენის სივრცე-დროითი სხვადასხვაობა, მათი წარმოშობის ან გავრცელების რაიონების კლიმატითაა კონტროლირებული და როგორც სინოტივის, ისე თერმული მახასიათებლების სივრცობრივ ურთიერთდაბალანსებას ემსახურება;
4. მიწისქვეშა წყლების უნარი, ბუნებაში წყლის წრებრუნვიდან თავის დაძვრენაში მდგომარეობს, ხოლო განსაკუთრებით ნელი მოძრაობის გამო – წყლის ეს ობიექტი ბუნებაში ერთადერთი ფორმაა, რომელსაც მცენარეულობა განუწყვეტლივ ითვისებს;
5. ხმელეთის წყლების ვრცელი ფრაგმენტები – ტბები და ჭაობები, განისაზღვრებიან რა უმთავრესად კლიმატური ფაქტორებით, თავიანთი მკვეთრი ზონალური და ვრცელი „აკვატორული“ ნიშნებით – სიბოლესა და სინოტივის ადგილობრივი რეჟიმის ჩამოყალიბებასთან ერთად ბუნებრივი პირობების რეგულატორულ-ამორტიზატორული ფუნქციები აქვთ დაკისრებული;
6. მყინვარული საფარების, მთების გამყინვარებისა და მუდმივი მზრალობის ვრცელი არეალები, წარმოადგენენ რა კლიმატურ-რელიეფური ნიშნების ბუნებრივ გამოვლინებას – დედამიწაზე ნივალური არეალების ლანდშაფტური იერ-სახის ჩამოყალიბებით, ბუნების რთული სურათის განუწყვეტელი გარდაქმნისა და მისი სტრუქტურის სივრცე-დროითი ცვლილების უმთავრესი ფუნქციების შემსრულებლად გვევლინება;

7. ხმელეთის ბუნებრივი წყლები, განიცდიან რა ძლიერ ანთროპოგენურ დატვირთვებს, მაღალი ხარისხობრივ-თვისობრივი ნეგატიური ცვლილებების არსების საყოველთაოდ აღიარებული საინჟინრო მეთოდებთან ერთად, მოითხოვენ წარმოების ისეთ ტექნოლოგიურ სრულყოფას, როცა მიღწეულია წარმოებაში წყლის განმუხტვის ჩაკეტილი ციკლი და, მცირეწარმოების ტექნოლოგიაზე გადასვლით, წყლის რესურსების რაციონალური ათვისების დანერგვა.

თავი IX. ბიოსფერო

მოკლე შინაარსი: ზოგადი ცნობები. ორგანიზმების ტიპები და მათი ფუნქციები. ბიოსფეროს როლი გეოგრაფიულ გარსში. ცოცხალი ორგანიზმები და გარემო. ეკოლოგიური ფაქტორები და ცოცხალი სამყარო. გლობალური ეკოლოგიური კრიზისები და კატასტროფები. დასკვნები.

ზოგადი ცნობები. გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების (ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროს) იმ ნაწილებში, სადაც არსებობს და ვითარდება მცენარეული და ცხოველთა ორგანიზმები – ბიოსფეროს უწოდებენ. მის შემადგენლობაში შედის არა მხოლოდ მცენარეული საფარი და ცხოველთა სამყარო, არამედ პლანეტის მდინარეები და ტბები, ოკეანეებისა და ზღვების წყლის მასები, ნიადაგური საფარი, გროპოსფეროს მნიშვნელოვანი ნაწილი და ლითოსფეროს ზედა – გამოფიტვის ფენა. როგორც ჩანს, დედამიწაზე არ მოიძებნება რაიმე კუთხე და კუნჭული, სადაც სიცოცხლის ფორმები არაა წარმოდგენილი. სიცოცხლის მარტივი ნიშნები (მიკრობები და მიკროორგანიზმები) შემჩნეულია მშრალ, უწყლო გროპიკულ უდაბნოებსა და პოლარულ თუ მაღალმთიან სუსხიან მყინვარებში. ამდენად, გეოგრაფიული გარსი და ცოცხალი ორგანიზმები განუყოფელი ბუნებრივი წარმონაქმნებია. ცოცხალი ორგანიზმებისა და ორგანული ნაერთების არსებობა განუყოფელადაა დაკავშირებული გეოგრაფიულ გარსთან.

ცნება „ბიოსფერო“, მისი თანამედროვე შინაარსით, მეცნიერებაში შემოიგნა და ყოველმხრივ განავითარა რუსმა მეცნიერმა, აკად. ვ. ვერნადსკიმ. ამჟამად, ბიოსფეროს ცნების არაერთი განმარტება არსებობს. ფართოდ გავრცელებული აზრით, ბიოსფეროს მიაკუთვნებენ არა მარტო დედამიწის იმ ნაწილს, სადაც სიცოცხლე არსებობს და ცოცხალი ორგანიზმებია გავრცელებული, არამედ გეოგრაფიული გარსის ყველა იმ ფრაგმენტებსაც, რომლებიც მეტად თუ ნაკლებად გარდაქმნილია მათ მიერ. ამ განმარტების მიხედვით ბიოსფერო, სივრცობრივი თვალსაზრისით, თითქმის ემთხვევა გეოგრაფიულ გარსს.

ბიოსფეროს ცოცხალი ორგანიზმების აქტიური გამოვლინების არეალსაც მიაკუთვნებენ. იგი მოიცავს ატმოსფეროს ქვედა ნაწილს, მთლიან ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროს ზედა ნაწილს. აღნიშნულ პარამეტრებში გეოგრაფიული გარსი გეოსფეროების ურთიერთმოქმედებათა საკმაოდ დიდი აქტიურობით ხასიათდება. უფრო ვიწრო შინაარსით, ბიოსფეროს ცნების ქვეშ გულისხმობენ გეოგრაფიულ გარსში დასახლებულ ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობას. თუმცა ცხადია, რომ ცოცხალი ორგანიზმების განხილვა წარმოდგენილია მისი გარემომცველი პირობების გარეშე. ამავე დროს უდავოა, რომ ბუნებრივი პროცესები ურთიერთგანსაზღვრულობის შედეგად, ორგანიზმები და მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტები, თავის მხრივ, არაორგანულ გარემოზე საკმაოდ დიდ გავლენას ახდენენ. სწორედ, ამის გამო და, ამგვარი მიდგომითაა საინტერესო ბიოსფეროს გეოგრაფიული ასპექტები.

სიცოცხლის ფორმები საკმაოდ მრავალფეროვანია. დედამიწაზე მცენარეთა 500 ათასზე მეტ სახეობას ითვლიან, ხოლო ცხოველთა სამყაროს სახეობათა რიცხვი 1,5 მილიონს აღწერს. ამავე დროს, ცოცხალ ორგანიზმებს განსაკუთრებულად ფართო გავრცელება ახასიათებთ, რომელიც ბიოსფეროს ელემენტების არსებობის დიდ ფიზიკურ შესაძლებლობაზე მიუთითებს: ზოგიერთი სოკოს სპორები 140⁰-მდე გახურების დროსაც კი ინარჩუნებენ სიცოცხლეს. ბაქტერიების სპორებს, 10 სთ-ის განმავლობაში, შეუძლიათ იმყოფებოდნენ თხევად წყალბადაში, რომლის ტემპერატურა - 253⁰-ს შეადგენს; ზოგი ბაქტერია კოლოსალური წნევის (3-8 ათასი ატმოსფერო) პირობებშიც კი არ იღუპება; ცნობილი ფაქტია – ცოცხლის ფენაში რამდენიმე ათასი წლის წინათ განამარხებული ლოტოსის თესვების აღმოცენება.

ბიოსფეროს გავრცელების ზედა შესაძლებელი საზღვარი ოზონის ეკრანის ქვედა ფენაზე (25 კმ-ის სიმაღლე) გადის. ორგანიზმები ყველაზე ღრმა ოკეანური ღარების ფსკერზეც კი არის შემჩნეული. ასე, მაგალითად, ფილიპინის ღარიდან (სიღრმე 10265 მ) ამოგანილი გრუნტის ნიმუშის ყოველი გრამი 1 მლნ. ბაქტერიას შეიცავდა. ოკეანეში, ორი კილომეტრის სიღრმეზე ნაპოვნ ცოცხალ წყალმცენარეს ფოტოსინთეზის უნარი ზღვის მანათობელი ორგანიზმების მიერ აქვს შენარჩუნებული. აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთი ანაერობული მიკროორგანიზმი არსებობს ცხოვრობს უჟანგბადო სივრცეში: შავი ზღვის გოგირდწყალბადით მონამღული უსიცოცხლო „ქვედა სართულზე“ ანაერობული უნარის მქონე – მიკროსპირა (*Microspira aestuarii*) თავს კარგად გრძნობს. მინის ქერქის 500 მ-ის სიღრმეზე ჟანგბადი უკვე აღარ გვხვდება. ამის მიუხედავად, 2600-3000 მ-ის სიღრმეზე ნაპოვნი მიკროფლორა, ამ უჟანგბადო გარემოში, 100⁰ ტემპერატურის პირობებშიც კი იზრდება. ასე, რომ ბიოსფეროს ძირითადი მასა დედამიწის ზედაპირის შედარებით „თხელი ფენის“ ფარგლებშია თავმოყრილი.

დედამიწის ისტორიის გეოლოგიური ეტაპი სიცოცხლის არა მარტო განუწყვეტელი მონაწილეობით, არამედ მუდმივი (3 მლრდ. წწ) გარდაქმნითა და განვითარებით ხასიათდება. შეიძლება დავეშვათ მისი მხოლოდ ცალკეული, თუმცა დიდი უბნის, კატასტროფული განადგურება – როგორც ამას ადგილი ჰქონდა ცარცული პერიოდის დასასრულს, მექსიკის უბეში დიდი ასტეროიდის დედამიწასთან შეჯახების შედეგად. დედამიწაზე, ჯერ კიდევ სიცოცხლის წარმოშობამდე – ბიოგენურამდელ ეტაპზე, პლანეტის იერსახე აწინდელი მთვარის მსგავსი უნდა ყოფილიყო. ამჟამად კი სახეზეა ცოცხალი სამყაროს საგრძნობი მრავალფეროვნება და გავრცელების საკმაოდ ფართო არეალი. ამდენად, ცხადია თუ როგორი, არსებითად ახალი, თვისებრიობა შესძინა გეოგრაფიულ გარსს ცოცხალი ორგანიზმების წარმოშობამ და ჩამოყალიბებამ.

ორგანიზმების ტიპები და მათი ფუნქციები. დედამიწის ორგანული სამყარო საკმაოდ მრავალფეროვანია. მას ოთხ სამეფოდ ყოფენ: 1. *პროკარიოტები* – ბაქტერიები და ლურჯი-მწვანე მცენარეულობა; 2. *სოკოები*; 3. *ძველარეულობა*; 4. *ცხოველები*. ორგანიზმების ამგვარი დაყოფა ევოლუციური განვითარებისა და უჯრედების აგებულების კანონზომიერებებს ემყარება.

ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია შესაძლებელია, აგრეთვე, მათ მიერ ნივთიერებისა და ენერგიის ცვლის შესრულების ფუნქციების მიხედვით. ამ თვალსაზრისით გამოყოფენ: 1. *ავტოტროფულ* – არაორგანულიდან ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის უნარის მქონე და 2. *ჰეტეროტროფულ* – მზა პროდუქციით მკვებავ ორგანიზმებს. პირველ მათგანს მიეკუთვნება მწვანე მცენარეულობა და ზოგიერთი *პროკარიოტები* – მენაშული ფოტოსინთეზის უნარიანი ბაქტერიები, ლურჯი-მწვანე წყალმცენარეები და სხვ. ისინი წარმოქმნიან ორგანულ ნივთიერებას და ამისათვის მზის რადიაციას იყენებენ. ზოგიერთი ბაქტერია ქემოსინთეზს ახორციელებს. ამ დროს, ორგანული ნივთიერების წარმოშობა ქიმიური რეაქციების ენერგიის ხარჯზე სრულდება. ჰეტეროტროფული ორგანიზმები (ცხოველები, სოკოები, ბაქტერიების უმეტესობა) მზა პროდუქციით იკვებებიან, თანაც სოკოები და ბაქტერიები ორგანულ ნარჩენებსა და სხვა ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტებს მოიხმარენ.

ბიოგენური წრებრუნვებში მონაწილეობის მიხედვით ორგანიზმების სამ ჯგუფს გამოყოფენ:

1. *პროდუცენტები* (მწარმოებლები) – ავტოტროფული ორგანიზმებია, რომლებიც ორგანულ ნაერთებს არაორგანული ნივთიერებებიდან წარმოქმნიან. ძირითადი პროდუცენტები – მწვანე მცენარეულობაა. მათი საქმიანობა განსაზღვრავს ორგანული ნივთიერების დაგროვებას;

2. *კონსუმენტები* (მოხმარებლები) – ჰეტეროტროფული ორგანიზმებია, რომლებიც ავტოტროფული ორგანიზმების ხარჯზე იკვებებიან. მათ მიეკუთვნება ბალახის მჭამელი ცხოველები, პარაზიტული ბაქტერიები, სოკოები და სხვ. უქლოროფილო მცენარეულობა, რომლებიც ცოცხალი მცენარეულობის ხარჯზე ვითარდებიან. ამ ორგანიზმებს, მტაცებლებთან ერთად, პარაზიტებსაც მიაკუთვნებენ. კონსუმენტების მოქმედებები ხელს უწყობს ორგანული ნივთიერების გარდაქმნასა და გადატანას, აგრეთვე მათ ნაწილობრივ მინერალიზაციას, ენერგიის სივრცობრივ დაგროვებასა და გაფანტვას;

3. *რედუცენტები* (გარდაქმნელები) იკვებებიან რა ორგანიზმების გახრწნის პროდუქტებით, ხელს უწყობენ ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციასა და მათ გარდაქმნას პროდუცენტების მიერ შესათვისებელ მდგომარეობამდე.

ბიოსფეროს როლი გეოგრაფიულ გარსში. ცოცხალ ორგანიზმებს უაღრესად დიდი როლი აქვთ გეოგრაფიულ გარსში. გამოვლენილია მათი მონაწილეობა ნიადაგების წარმოქმნაში, გამოთიგვის მიმდინარეობაში, რელიეფის ცვლილებაში, ქანებისა და ნამარხი მადნების ფორმირებაში, ატმოსფერული გაზების გარდაქმნასა და სხვ. პროცესებში. საყოველთაოდ ცნობილია, ტბების ფსკერზე ხავსის მოდება და მათი საბოლოო ამოფსება, ზღვის ფსკერზე მარცნის ნაგებობათა აგება, მათი მარცნის რიფებად და კუნძულებად გარდაქმნა. რაც შეეხება მიწის ქერქის ამგებელ ქანებს – მათი დიდი ჯგუფი გაერთიანებულია ორგანოგენულ გენეგურ ჯგუფში, ანუ მათ შემადგენლობაში მრავლადაა ორგანული ნარჩენები. ქანში ორგანიზმებიდან აღსანიშნავია ფორამინიფერები (Foraminifera, კირქვის ჩონჩხით), რადიოლარიები (Radiolaria, კაჟიანი ჩონჩხით),

კირქვოვანი ღრუბლები, ნაწლავური ტრაქტის (ძირითადი მარჯვენა), ზღვის შროშანები, კიბოსნაირნი და ბრაქიოპოდები. მცენარეულობიდან კი ქანების შემადგენლობაში მრავლადაა დიატომური (კაჟიანი გარსით) და კირქვოვანი წყალმცენარეები.

ცნობილია, რომ კირქვები, კაჟიანი და გარდაქმნილი ქანები (დიატომიტები, რადიოლარიტები, იასპი), კაუსტობიოლითები (ტორფი, მურანახშირი, ქვანახშირი, ანტრაციტი, საპროპელიტი, ნავთობი, საწვავი ფიქლები) და სხვა ბუნებრივი ნამარხი წარმოქმნილი – ორგანული წარმოშობისაა. მრავალი საწვავი ნამარხი ქანები მცენარეებისაგანაა წარმოქმნილი: ნიაღისეული ნახშირების საწყის მასალასაც უმაღლესი მცენარეულობა წარმოადგენს, ხოლო ბიტუმის შემადგენელი ნამარხების წარმოქმნაში მცენარეული და ცხოველური პლანქტონი მონაწილეობს.

უაღრესად დიდია ორგანული ნივთიერების შემცველობა ნიაღისეული ნამარხების შემადგენლობაში. ასე, მაგალითად, ნავთობის მარაგი დედამიწაზე 400-მდე მლრდ. ტონით, ხოლო ქვანახშირის 10-11 ტრილიონი ტონით განისაზღვრება. კოლოსალურია ორგანული ნივთიერების განამარხებული მარაგები ნიადაგებში, ტორფის ფენებში, ნახშირების შემადგენლობაში, სხვადასხვა ტიპის წყალსატევებში, ასევე მცენარეულობასა და ცხოველებში.

მეცნიერებმა უკვე შენიშნეს ორგანული ნამარხების წარმოშობის არაერთდროულობა: ქვანახშირის მთლიანი მარაგის 41 % პალეოზოურის დასასრულსაა წარმოშობილი, ხოლო მისი 54 % მესამეული ასაკისაა. აქედან ჩანს, რომ დედამიწის ხანგრძლივი ისტორიის მანძილზე, ქვანახშირის ფორმირებაში ორგანიზმების მასიურ მონაწილეობას მხოლოდ ორჯერ ჰქონია ადგილი. ამდენად, სიცოცხლე... „შემთხვევითი მოვლენა კი არ არის – მიუთითებდა ვ. ვერნადსკი, არამედ მჭიდრო კავშირშია მიწის ქერქის აღნაგობასთან, შედის მისი მექანიზმის სტრუქტურაში და ასრულებს უდიდესი მნიშვნელობის ფუნქციებს“.

ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროცესი მჭიდროდაა დაკავშირებული გეოგრაფიული გარსის უმთავრეს კომპონენტებთან. ამ მხრივ, აღსანიშნავია მათი ურთიერთობა ატმოსფეროსთან. ორგანიზმები განუწყვეტლივ ღებულობენ ატმოსფეროდან სხვადასხვა აირებს, აწარმოებენ მის მიმოქცევას, სიკვდილის შემდეგ კი ეს გაზები ისევ, უკვე საბოლოოდ, ატმოსფეროს უბრუნდება. ამავე დროს, ორგანიზმები ატმოსფერულ გაზებს გარდაქმნიან მყარ, თხევად და კოლოიდურ სხეულებად. ატმოსფერო კი, თავის მხრივ, სიცოცხლის შექმნის პირველადი წყაროა, ხოლო ჰაერის გარსში მიმდინარე ქიმიური მოქმედებების მიერ გამოწვეული გეოგრაფიული მოვლენები ასევე ცოცხალ ორგანიზმებთანაა დაკავშირებული.

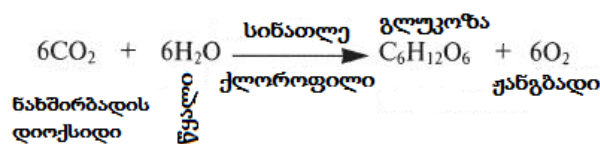
დედამიწაზე თავისუფალი ჟანგბადი 10^{15} ტონით განისაზღვრება. იგი საკმაოდ აქტიური ელემენტია და ენერგიულად შედის შენაერთებში, ხოლო დაჟანგვის პროცესში ადვილად შთაინთქმება კიდეც. ამავე დროს, ჟანგბადის რაოდენობა უცვლელი რჩება, რაც მის „დახარჯვასთან“ ერთად „გამონათავისუფლებასაც“ გულისხმობს. თავისუფალი ჟანგბადის წარმოქმნის

წყაროს მწვანე მცენარეულობა წარმოადგენს. ცნობილია, ამ ცოცხალი ორგანიზმების მიერ, ბუნებაში ფოტოსინთეზის საკამოდ რთული პროცესის განუწყვეტელი მიმდინარეობა.

ფოტოსინთეზი გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი უზარმაზარი „წარმოებაა“. მის მიერ, ყოველწლიურად ატმოსფეროდან 2×10^{12} გ ნახშირბადის დიოქსიდის დახარჯვას თან სდევს $1,45 \times 10^{11}$ გ თავისუფალი ჟანგბადის გამოთქმა. ამავე დროს, ფოტოსინთეზის შედეგად დედამიწის მცენარეულობა ყოველწლიურად 10^{11} გ ორგანულ ნივთიერებას ქმნის. მათ შორის, თითქმის ნახევარი ზღვებისა და ოკეანეების მცენარეულობის შექმნაზე მოდის. ამ პროცესის გრანდიოზულობაზე მიუთითებს ის ფაქტი, რომ ფოტოსინთეზის დროს დახარჯული ენერგია (3×10^{21} ჯ), ადამიანთა საზოგადოების მიერ ათვისებულ ენერგიას (3×10^{20} ჯ) რამდენადმე აღემატება.

მწვანე მცენარეულობა მზის ენერგიის გრანდიოზულობას. მასთანაა დაკავშირებული ყველა სხვა ორგანიზმების ფუნქციონირება. მზის ენერგიის შეთვისება ამ მცენარეთა ფოთლების მეშვეობით სრულდება. ფოთლების ჯამური ფართობი რამდენჯერმე მეტია, ვიდრე თვით მცენარეთა მიერ დაკავებული სივრცე. ასე, მაგალითად, ყოველ ჰექტარზე ნიფლის ტყის ფოთლების ჯამური ფართობი 7,5 ჰა-ს ტოლია, მდელოებისა კი 22-28 ჰა-ს, ხოლო იონჯისა 85 ჰა-ს შეადგენს. ეს სიდიდეები კიდევ უფრო გაიზრდება თუ მივუთითებთ, რომ მცენარის ფოთლებზე ქლოროფილის მარცვლებით დაკავებული ზედაპირი (მზის ენერგიის შთანთქმის ფაქტიური ფენა), თვით ფოთლების ფართობზე 200-ჯერ მეტია. ამდენად, ერთი ასწლოვანი ნიფელის ფოთლების ქლოროფილის მარცვლით დაფარული ფართობი 2 ჰა-ს აღწევს.

მწვანე მცენარეულობის მიერ შთანთქმული მზის ენერგია წყლის დაშლასა და თავისუფალი ჟანგბადის გამოყოფას ხმარდება. ფოტოსინთეზის მსვლელობის მარტივი სურათი შემდეგი სახისაა:



რეაქტიდან ჩანს, რომ ნახშირბადის დიოქსიდისა და წყლის ურთიერთქმედების შემდეგი – ენერგიით მდიდარი ორგანული შენაერთის (ნახშირწყლები) სინთეზს წარმოადგენს. გარემოში კი ძლიერი დამაჟანგავი – თავისუფალი ჟანგბადი გამოიყოფა. ამ პროცესთან ერთად მცენარეებში უკუპროცესი – სუნთქვა მიმდინარეობს. ნორმალურ პირობებში ფოტოსინთეზის შედეგად მიღებული ორგანული ნივთიერება ყოველთვის ჭარბობს სუნთქვისას დაშლილი ნივთიერების რაოდენობას. ამ სხვაობების წლიურ მაჩვენებელს ფოტოსინთეზის წლიურ პროდუქციას უწოდებენ. მისი მნიშვნელობა, დამოკიდებულია რა რადიაციული ბალანსისა და სიმშრალის რადიციული ინდექსის (R) სიდიდეებზე – დედამიწის სხვადასხვა ლანდშაფტურ წარმონაქმნებში სრულიად განსხვავებული (ცხრილი IX.1) პროდუქტიულობით ხასიათდება. ამის დასტურად, მოვიყვანოთ ზოგიერთ მაჩვენებლებს ნ. ბერუაშვილის (1990 წ) მონოგრაფიიდან.

როგორც ჩანს, ფიგომასის რაოდენობა და მისი პროდუქცია მჭიდრო კავშირშია რადიაციულ ბალანსთან (თერმული რეჟიმი) და ატმოსფერული ნალექების სიდიდესთან. ამდენად, იგი გეოგრაფიული სარტყლებისა და ზონების მიხედვით კანონზომიერად იცვლება. დაბალი ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების პირობებში ფიგომასებიც და მათი პროდუქტიულობა – სრულიად უმნიშვნელოა. ასევე, დაბალია მათი მაჩვენებლები მაღალი ტემპერატურისა და სინოტივის დეფიციტის (უდაბნოები) პირობებშიც. თუმცა, ჰაერის მაღალი ტემპერატურისა და უხვი ატმოსფერული ნალექების გავრცელების არეალებში (ტროპიკული ტყეები) პირიქით – როგორც ფიგომასის, ისე მისი პროდუქტიულობის მაჩვენებლები მაქსიმალური სიდიდეებითაა გამოხატული.

ვაცხადებთ რა, ფოტოსინთეზის შედეგად ორგანული ნივთიერების ფორმირების მსვლელობის აღწერას აღვნიშნავთ, რომ ფიგომასაში მზის ენერგიის დაგროვება და ე.წ. შინაგანი ენერგიის წარმოქმნა – ეჭვს არ იწვევს. მას განსაზღვრავენ კალორიმეტრიული ხელსაწყოების მეშვეობით, მცენარის ექსპერიმენტული წვის დროს. ამგვარი ექსპერიმენტებიდან ნათლად ჩანს, რომ მცენარეები არა მარტო ორგანული ნივთიერების დამგროვებელია, არამედ მზის ენერგიის კოლექტორიცაა. ამჟამად, ადამიანთა საზოგადოების მიერ ადგილი აქვს ამ ენერგიის გამოყენებას, რომელიც რამდენიმე ასეული წლის წინათ იყო დახარჯული მცენარეების მიერ. ან კიდევ, ქვანახშირის წვისას გამოიყოფა ის სითბო, რომელიც ასეულობით მილიონი წლის წინ მცენარეების მიერ იყო შეთვისებული, ხოლო მოგვიანებით – განამარხებული და ქვანახშირად ქცეული.

ცხრილი IX.1.

ფიგომასა და მისი პროდუქტიულობა

ლანდშაფტები	ფიგომასა გ/ჰა	პროდუქტიულობა გ/ჰა
პოლარული უდაბნოები	5	1,0
ტუნდრა	28	2,5
ტყეოტუნდრა	100	4,0
ფართოფოთლოვანი ტყეები	400	13,0
ცივი შავიმიწის ტყეები	20	8,0
მშრალი ტყეები	13	5,0
სუბტროპიკული ტყეები	35	10,0
ნოტიო სუბტროპიკული ფართოფოთლოვანი ტყეები	450	20,0
ქსეროფიტული და სუბტროპიკული ტყეები	170	16,0
ზომიერი სარტყლის უდაბნოები	9	3,2
ტროპიკული უდაბნოები	1,5	1,0
მარადმწვანე ტროპიკული ტყეები	600	27,0
მთის ტყეები	700	35,0
ჭაობების ტროპიკული ტყეები	500	25,0
ქსეროფიტული ტროპიკული ტყეები	250	17,0

ამა თუ იმ ორგანული ნივთიერების მიერ მზის ენერგიის შთანთქმის ინტენსიურობა სავარაუდოდ არაერთგვაროვანი უნდა იყოს. მართლაც, სხვადასხვა მცენარეების ენერგიის შემცველობის მეცნიერული შესწავლა მიგვანიშნებს, რომ ორგანული ნივთიერებების შინაგანი ენერგიის დაგროვების უნარი ერთმანეთისაგან საკმაოდ განსხვავებულია. ამის დასტურია ცხრილი IX.2-ში მცენარეების ენერგეტიკული სიდიდეები. მონაცემები ადასტურებენ, რომ ყოველი ორგანული ნივთიერების ენერგიის შემცველობის სხვადასხვაობა განსაზღვრავს ამა თუ იმ გეოლოგიურ პერიოდში ფორმირებული ნიადაგის ნამარხების შემადგენლობის არაერთგვაროვნებას. ასე, მაგალითად, ანტრაციტის ნარმოქმნა დაკავშირებულია დეკონური და კარბონული ფსილოფიტებისა და გვიმრისნაირების განამარხებასთან. ქვანახშირის ფორმირება კი გამოწვეულია კარბონული და პერმული გვიმრისებრი მცენარეულობის მასიურ განამარხებასთან, მურა ნახშირისა კი ცარცული და მესამეული ასაკის ფარულთესლიანებთან, ხოლო თანამედროვე ტორფები – ხავსების ლაბობით მიიღება. ამ ნამარხი კაუსტობიოლითების ჩამოთვლის რიგისა და ასაკის შემცირების მიხედვით კლებულობს მათი როგორც კალორიულობა, ისე ამ ნამარხებში ნახშირბადის შემცველობა.

მოყვანილი მაგალითიდან ნათელია, რომ წარსული გეოლოგიური პერიოდების ბიოსფერო სრულიად არაერთგვაროვანი და ღრძოში ცვალებადი უნდა ყოფილიყო. გარდასული ეპოქები მცენარეთა არა მარტო ზომების, ფორმებისა და აღნაგობის ცვლილებებით, არამედ მათი ქიმიური შემადგენლობის სირთულით ხასიათდებოდა. ამასთან ერთად, ღრძოთა განმავლობაში იცვლებოდა მიკრობებიც, რომლებიც ორგანიზმების გახრწნაში ღებულობდნენ მონაწილეობას. უნდა ვითქვით, რომ ყოველი კაუსტობიოლითის ნარმოქმნა მიმდინარეობდა თავისი განსაზღვრული და განუმეორებელი თანაშეხამების პირობებში.

ცხრილი IX.2.

მცენარეთა შორის ორგანული ნივთიერების ენერგიის შემცველობა
(ვ. ლარსერის (1971) მიხედვით; ნ. ბერუჩაშვილის (1990) ნივნიდან).

მცენარეული მასალა	ენერგიის შემცველობა კკ/გ
პლანქტონური წყალმცენარეები	19,3-20,5
მუქი წყალმცენარეები	18,4-18,9
ლიქენები, ხავსები	14,2-19,3
ბალახეული მცენარეულობა	15,9-21,0
პარკოსნები	18,4-20,5
ფოთლოვანი ხეები - მერქანი	17,6-19,3
მარადმწვანე ტროპიკული	.
ტყეების ფოთლოვანი მცენარეები:	.
მერქანი	16,3-17,6
ფესვები	16,3-18,6
მარადმწვანე წიწვიანი ხე: მერქანი	19,7-20,1
ულახნოს ბუჩქნარი	18,9-21,0

ბიოსფეროს შემადგენელი ელემენტებიდან, ყანგბადთან ერთად, დიდი როლი ამოცხადებს დაკისრებული. თავისუფალი აზოტიც, ასევე ბიოგენური წარმოშობისაა. ატმოსფეროში მისი არსებობა აზოტოვანი შენაერთების (ყანგბადოვანი, წყალბადოვანი, ორგანული) ბაქტერიულ გარაქმნასთანაა დაკავშირებული.

როგორც ჩანს, ცოცხალ ორგანიზმებს გეოგრაფიულ გარსში დიდი როლი აქვთ დაკისრებული. უმთავრესად, ისინი ნივთიერებათა ცვლის რთულ პროცესს ასრულებენ. ორგანიზმების მიერ ამ როლის შესრულება მათი მაღალი აქტიურობისა და კვლავწარმოების უნარიანაა შეპირობებული. ამავე დროს, ორგანიზმების გამრავლების ინტენსიურობა განუსაზღვრელად დიდია, თუმცა მათი პოტენციური შესაძლებლობანი შეზღუდულია საკვები პროდუქტების უკმარისობით, საცხოვრებელი გარემოს გაბინძურებით, ურთიერთშორის კონკურენციით, სივრცობრივი შეზღუდულობითა და სხვ. ეკოლოგიური ფაქტორებით. ამის გამო, დედამიწის ცოცხალი ნივთიერებების მასა (ცხრილი IX. 3) საკმაოდ დიდია. ამავე დროს, ცოცხალი ნივთიერების მთლიანი მასა დედამიწის ქერქის მხოლოდ 0,1 %-ს შეადგენს, ხოლო ბიოსფეროს მასასთან შედარებით (0,0001 %) კიდევ უფრო მცირეა. ბიომასის შეფარდებით სიმცირე, მის როლს გეოგრაფიულ გარსში, სრულიად არ აკნინებს.

ცოცხალი ორგანიზმები – ენერგიის აქტიური კერაა. თუკი ხმელეთის მცენარეულობის ენერგიის შემცველობას საშუალოდ 17-20 კკალორი/გრ-ის ტოლად ჩავთვლით, ხოლო ფიგომასის სიდიდე შეადგენს რა $6,5 \times 10^{12}$ ტონას, მაშინ ცხადი გახდება თუ რა კოლოსალურ ენერგიას ($110,5 \times 10^{18}$ კკალორი) შეიცავს ერთდროულად ხმელეთის ფიგოცენოზი. ამ სიდიდებზე წარმოდგენას უბრალო გაანგარიშება იძლევა: ხმელეთის მთელი ფიგომასის ერთდროული დაწვისას გამოყოფილი ენერგია 28 ათასი წლის განმავლობაში განუწყვეტლივ ამუშავებდა კოსმოსური ხომალდის მაგარებელ რაკეტას, რომლის სიმძლავრე 125×10^6 კვტ-ია. თანამედროვე მაღალი კლასის მსუბუქი ავტომანქანის ძრავას კი (სიმძლავრე 70 კვტ), იმავე ენერგიით 50 მილიარდი წელიწადი უნდა ემუშავა განუწყვეტლივ, რაც ასეთივე სიმძლავრის 5 მილიარდი მანქანის, 10 წლის განმავლობაში, უწყვეტი მუშაობის ტოლფასია.

ცხრილი IX.3

დედამიწის ცოცხალი ნივთიერება

(ვ. კორმილიცინის, მ. ციციშვილის, ი. იალამოვის მიხედვით, 1997)

ცოცხალი ორგანიზმების ჯგუფები	ბიომასა, ტ-ში			
	ცოცხალი მასა		მშრალი მასა	
	ხმელეთი	ოკეანე	ხმელეთი	ოკეანე
ხმელეთის ფიგომასა	$6,5 \times 10^{12}$	-	$2,6 \times 10^{12}$	-
ფიგოპლანქტონი	-	$0,9 \times 10^{12}$	-	$0,18 \times 10^9$
ხმელეთის ბიომასა	6×10^9	-	2×10^9	-
ზოოპლანქტონი	-	$21,2 \times 10^9$	-	$4,2 \times 10^9$

ზოლბენტის ნეკროზი	-	$6,6 \times 10^9$	-	$2,4 \times 10^9$
	-	$1,0 \times 10^9$	-	$0,23 \times 10^9$
ცოცხალი ნივთიერება ერთად	$6,5006 \times 10^{12}$	$0,9288 \times 10^{12}$	$2,6002 \times 10^{12}$	$7,0 \times 10^9$ ანუ $0,00701 \times 10^{12}$

ორგანიზმის სამყაროს ხარისხობრივი თავისებურებებით გამოწვეული აღნიშნული აქტიურობა, მისი საყოველთაო გავრცელების გამო, კიდევ უფრო ძლიერდება. ორგანიზმების ფართო გავრცელება კი ცალკეული ინდივიდუუმების ინტენსიური მოძრაობითა და გამრავლების პროცესის ფართო შესაძლებლობითაა განპირობებული. ამავე დროს, ორგანიზმების მექანიკური გადაადგილება საკმაოდ შეზღუდულია, ხოლო გამრავლების როლი შეუდარებლად დიდია. ასე, მაგალითად, ასკარიდა წლიურად 60 მილიონ კვერცხს დებს, ფუტკარი კი 150-200 ათას კვერცხს გამოყოფს. ასევე, კოლოსალური რაოდენობისაა მცენარეთა მიერ გარემოში მიმოფანტული თესლი. ერთი ძირი ყაყაჩო ყოველ წელს 30 ათას თესლს ყრის, ხოლო ერთი ვირთვბა რამდენიმე მილიონ ცალ ქვირითს ყრის. თუმცა, მათი დიდი ნაწილი, შეზღუდული პირობების გამო, ფაქტობრივად იღუპება.

ორგანიზმების გამრავლების სიჩქარის სრული შენარჩუნების შემთხვევაში, მათი პოტენციური შესაძლებლობა, დროის მცირე მონაკვეთშიც კი, საყოველთაო გავრცელების საშუალებას იძლევა. მხოლოდ ერთი ბაბუანვერას შთამომავლობის შენარჩუნებისას, 10-12 წლის შემდეგ იგი დედამიწის მთელ ხმელეთს დაიკავებდა. ამავე დროს, უმარტივესთა დიდი ნაწილის გამრავლების სიჩქარე იმდენად დიდია, რომ არა მათი პოტენციური შესაძლებლობათა შეზღუდულობა ისინი კოლოსალურ სიდიდეს (პლანეტარული მასშტაბები) მიაღწევდნენ. ასე, მაგალითად, დიატომეას ნაწილებად დაყოფის უნარის გამო, რვა დღე-ღამის განმავლობაში მთელი დედამიწის გოლი მასის შექმნის შესაძლებლობა გააჩნია. ამის შემდეგ კი, მხოლოდ ერთი საათის განმავლობაში, მას შეეძლო ორჯერ გაეზარდა თავისი პროდუქციის სიდიდე. ინფუზორიის ზოგიერთ სახეობას, ერთი წლის მანძილზე, შეეძლო ოცი დედამიწის მასის შექმნა. ასევე, ერთ ბაქტერიას 4-5 დღე-ღამეში შეეძლო 10^{36} ინდივიდისაგან შემდგარი შთამომავლობა მოეცა, რომელიც საკმარისი იქნებოდა ყველა ოკეანის ამოსავსებად.

მოგანილი მაგალითებიდან ცხადია, რომ ორგანიზმების გამრავლების შეზღუდულობა შეპირობებულია გარემოს არახელსაყრელი პირობებით. ამის გამო, მცენარეთა ყოველწლიურად შექმნილი მილიონობით თესლი დასალუპავადაა განწირული, რადგან მათი დიდი ნაწილი გამრავლებისათვის ხელშემწყობ გარემოში ვერ ხვდება. ზოგი წყალში ცვივა, ან ქვოვან და უნიდავო პირობებში მოექცევა, ან კიდევ სხვისი საკვები ხდება. ამის მიუხედავად, ორგანიზმთა გამრავლება გეოგრაფიულ გარსში საკმაოდ ინტენსიურად მიმდინარეობს. ამიტომ, გამრავლების პროცესი არა როგორც უბრალო კვლავნარმოება, არამედ ფართო და განვითარებადი

აღწარმოება. ამაზე მეტყველებს ცოცხალი ორგანიზმების, წარმოშობიდან დღემდე, განუწყვეტელი ზრდის პროცესი, რომელსაც მარტივიდან რთული წარმონაქმნისაკენ გარდაქმნის ტენდენცია ახასიათებს.

ცოცხალი ორგანიზმები და გარემო. დედამიწის ორგანული სამყარო აქტიური ენერგიის კერა, ამავე დროს, ფორმათა გამოვლინების განსაკუთრებული მრავალგვარობით ხასიათდება. ამ მრავალფეროვნების მიზეზი ორ გარემოებასთანაა დაკავშირებული. ესაა ორგანული სამყაროს ხანგრძლივი განვითარება და გეოგრაფიული გარსის სივრცობრივ-დროითი ცვლილების შეგუებლობა. ცოცხალი ორგანიზმები გარე სამყაროსთან განუწყვეტლად დაკავშირებული. გეოგრაფიულ გარსთან ეს კავშირები ნივთიერებათა ცვლითაა გამოხატული. ყოველი ორგანიზმის არსებობის საფუძველი ხომ ორი შესაკრებისაგან შედგება. პირველი, ნივთიერებათა ათვისება და აკუმულაცია (ასიმილაცია) და, მეორე – ნივთიერებათა ხარჯვასა და გამოყოფას (დისიმილაცია) მოიცავს.

ცოცხალ სამყაროს გააჩნია გეოგრაფიული გარსის ნივთიერებების განუწყვეტელი გარდაქმნისა და თავის თავს მიმსგავსების უნიკალური უნარი. ამ მხრივ, ცხოველები ორგანული ბუნების ნივთიერებების, ხოლო მცენარეები არაორგანულის ასიმილაციას ახდენენ. ორივე შემთხვევაში არაცოცხალი (მინერალური შენაერთები) სამყაროს ორგანულ (ცოცხალ) ნივთიერებად გარდაქმნას აქვს ადგილი. ნივთიერებათა ცვლის ერთიანი პროცესის მეორე შემადგენელ ნაწილს – დაშლა და გამოყოფა შეადგენს. ამ დროს, ცოცხალ სამყაროში მიმდინარე ყველა ბიოქიმიური რეაქცია (დაჟანგვა, დუღილი ანუ ფუილი) განსაკუთრებული თანმიმდევრობისაა, ანუ დროითი მოწესრიგებულობითა და სისტემური კავშირურთიერთობებით ხასიათდება. სწორედ, ამ ასპექტითაა უზრუნველყოფილი ორგანიზმების აგებულებისა და შემადგენლობის მუდმივობა.

ორგანიზმებისა და გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების კავშირებითაა განსაზღვრული გარემოსთან მათი ადაპტაცია, ანუ შეგუებლობა. ამ თვისებითაა განსაზღვრული ორგანიზმის ფორმა, შეფერილობა, ფიზიოლოგიური ფუნქციები, ქცევა და სხვა ნიშნები. სწორედ, ეს ნიშან-თვისებები უზრუნველყოფენ ორგანიზმების მიერ გარემოს ოპტიმალურ ათვისებას, საშიშროებისაგან თავის დაღწევას, მსხვერპლზე თავდასხმის შემსუბუქებას, სიცოცხლისა და გამრავლების პირობების შექმნას.

ბუნების მრავალფეროვნებაში თავისი ადგილის მონახვა და შენარჩუნება, შეგუებლობა და ერთიან სისტემად გადაქცევა არა მარტო ხანგრძლივი ბიოლოგიური, არამედ გეოგრაფიული განვითარების კანონზომიერებებში უნდა ვეძებოთ. და მაინც, ბუნებრივია, ისმის კითხვა როგორ განვითარდა ორგანიზმებს გარე სამყაროსთან შეგუებლობა? რითაა გამოწვეული სიცოცხლის წარმოშობისა და მისი განუწყვეტელი განვითარების ალღურის იმპულსები? ნაწილობრივ, ამ კითხვებზე პასუხის გაცემა სახელმძღვანელოს ამავე ნაწილში მოგვიწევს. სიცოცხლის წარმოშობისა

და განვითარების გეოგრაფიული იმპულსების შესახებ პასუხები სახელმძღვანელოში არ განიხილება.

უკვე დიდი ხანია დამტკიცებულად ითვლება, რომ ორგანიზმები თავის მსგავს შთამომავლობას იძლევა. ამ ბიოლოგიურ ინერციას – შეინარჩუნოს დამახასიათებელი ნიშნები, მემკვიდრეობითობა ეწოდება. ამავე დროს, ორგანიზმებს მეორე თვისება – ბიოლოგიური პლასტიკურობა, ანუ ცვალებადობა, არაერთგვაროვანი ბუნებრივი პირობების ორგანიზმებზე ზემოქმედებითა გამოწვეული. მემკვიდრეობის პრინციპით ყოველი ორგანიზმი შთამომავლობითი მსგავსების შენარჩუნებას ცდილობს. თუმცა, ისინი არასტაბილურ გარემოში იმყოფებიან და მუდმივი დატვირთვის ქვეშ უხდებოდა ცხოვრება. ამიტომ, გარემო პირობები მცირე ცვლილებას განიცდის, რომელიც ორგანიზმების მოთხოვნილების ფარგლებში ჯდება. მაშინ მემკვიდრეობაც არ ირღვევა. გეოგრაფიულ გარსში, ცოცხალი სამყაროს საცხოვრებელი პირობების სერიოზულ შეცვლას, ნივთიერებათა ცვლის ახალი ტიპის ჩამოყალიბება მოჰყვება, რომელიც ორგანიზმის დაღუპვას, ან ახალ პირობებთან შეგუებასა და თავისი მემკვიდრეობითობის ძირეულ გარდაქმნას გამოიწვევს.

ამგვარად, ორგანიზმი სამყაროს განვითარებას შეგუებლობითი ხასიათი გააჩნია. ამავე დროს, ცოცხალი ორგანიზმების მრავალგვარობა, სწორედ შეგუებლობის ფორმათა არაერთგვაროვნების შედეგია, რომელსაც შეთარღვებითი და დროებითი ხასიათი აქვს. იგი მხოლოდ განსაზღვრულ სასიცოცხლო პირობებში გამოვლინდება. თუკი იცვლება ვითარება, მდგომარეობა, პირობები, გარემო – უწინდელი მემკვიდრეობითობა თავის მნიშვნელობას კარგავს. აღსანიშნავია, რომ საკუთრივ ორგანიზმებს შთამომავლობის ცვლის მიზანმიმართული მისწრაფების უმნიშვნელოდ მცირე ნიშნებიც კი არ გააჩნიათ. მათი მოწყობის, ფუნქციებისა და ქცევის გარდაქმნა ხანგრძლივი ბუნებრივი შერჩევის ისტორიული შედეგია და არაყოცხალი ბუნების საწყისი თვისება.

ბუნებრივი შერჩევის ხანგრძლივი და განუწყვეტელი პროცესის შედეგად გარე სამყაროს მიმართ ორგანიზმები უფრო და უფრო სრულყოფილი ხდება. ისინი სულ უფრო ვითარდებიან, ხოლო მრავალი მათგანი რთული და პროგრესული ხდება. ამავე დროს, ბუნებაში, პროგრესულთან ერთად, კონსერვატიული და რეგრესიული მოვლენებიც გვხვდება. რეგრესიული განვითარების მაგალითია უმაღლესი ორგანიზმები, რომლებსაც პარაზიტული ცხოვრების წესი განუვითარდათ, ხოლო კონსერვატიზმის ნიშნები უმარტივეს ორგანიზმებს გააჩნიათ, რომლებმაც მრავალი გეოლოგიური პერიოდების განმავლობაში უმნიშვნელო ცვლილებები განიცადეს. ამგვარი, „სტაგნაციის“ მიზეზი, მათი სამყოფელ-სამკვიდრებელის შეუცვლელი ან უმნიშვნელოდ ცვლადი გარემოა, რომელიც ძლიერი განვითარების სტიმულს, როგორც წესი, არ იძლევა.

შეგუებლობის მახასიათებელი თვისება ორგანიზმებზეცაა დამოკიდებული. ახალ გარემოში ერთნი იღუპებიან, მეორენი ცოცხალი რჩება, მესამენი მრავლდებიან კიდევაც. ზოგიერთნი კი, გარესამყაროს ცვლასთან ერთად, შეგუების სრულიად ახალ ფორმებს ივითარებს. ამ მხრივ, ცნობილია საყოველთაო აცივების (გამყინვარების) პერიოდში, თუ როგორ დაიფარა ბალნით

მამონტის კანი. ორგანიზმების ნაწილი კი უკვე ჩამოყალიბებული ჩვევებით ცხოვრობენ: ავსტრალიური შავი გელი თავის სამშობლოში კვერცხებს შემოდგომით (ნოემბერ-დეკემბერში) დებს, ხოლო ევროპის ზოგადრეზერვში დამკვიდრებული იგივე ფრინველი იმავე „საქმიანობას“ გაბატონულს (მარტი-აპრილი) ეწევა. ორივე შემთხვევაში, სეზონური თვალსაზრისით – გაბატონებულია. თუმცა, მათ შორის განსხვავება – ნახევარი წელიწადია. ამის მიზეზი მარტივია. ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროებში კლიმატური პროცესების მიმდინარეობა ნახევარი წლითაა ერთმანეთისაგან განსხვავებული.

ეკოლოგიური ფაქტორები და ცოცხალი სამყარო. ბიოსფერო, როგორც გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი უმთავრესი კომპონენტი, მჭიდრო ურთიერთობაში იმყოფება ორგანიზმების საცხოვრებელ გარემოს ბუნებრივ ფაქტორებთან. მათ ეკოლოგიურ ფაქტორებს (სინათლე, სითბო, წყალი, ჰაერი, ნიადაგი, საკვები) უწოდებენ. ისინი ქმნიან გარემოში სიცოცხლის არსებობის პირობებს. ამასთან ერთად, გარემო და საარსებო პირობები ერთნაირი მნიშვნელობის ცნებებს სრულიად არ წარმოადგენენ. გარემო – ორგანიზმების გარემომცველი სივრცეა, საარსებო პირობები კი გარემოს ის ნაწილია, რომელიც აუცილებელია ორგანიზმების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. თუმცა, ეკოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედება ორივე მათგანის გამოვლინების თანამეხამეობაზე დამოკიდებული: ტუნდრაში ჰაერის დაბალი ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების, მაგრამ შედარებით მაღალი შეფარდებითი სინოტივის, პირობებში უტყეო სივრცეა განვითარებული, რომელშიც მხოლოდ ხაჩებების, მღიერების, ჯუჯა ბუჩქნარებისა და მრავალწლიანი მღვლოების ფრაგმენტებია წარმოდგენილი; ზომიერი განედებისა და ტროპიკულ უდაბნოებში კი, ასევე მცირე ატმოსფერული ნალექების, მაგრამ მაღალი ტემპერატურისა და სიმშრალის პირობებში მცენარეულობა ასევე ღარიბია, თუმცა ქსეროფიტული (აბზინდა, საკსაული, ეფემერები) ხასიათისაა.

გარემოსა და ორგანიზმებს შორის ურთიერთობანი იმდენად დიდია, რომ ამ კავშირებს ბიოლოგიის ერთ-ერთი დარგი – ეკოლოგია შეისწავლის. გეოგრაფიული თვალსაზრისით კი ეკოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინება, ორგანიზმებსა და ლანდშაფტური გარსის კომპონენტებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების დონეზე განიხილება. ამ ურთიერთობათა შედეგები ბუნებაში შეუქცევადია: გარემოს გავლენით იცვლება ორგანიზმი, ხოლო შეცვლილი ორგანიზმის გავლენით გარემოს გარდაქმნას აქვს ადგილი.

მცენარეული საფარი ცყუილუბრალოდ კი არ ითვლება გეოგრაფიული გარსის ამრეკლავ სარკედ. მოძრაობის უნარს მოკლებული მცენარე, იძულებულია შეეგუოს გარემო პირობებს ან კიდევ დაიღუპოს. რაც შეეხება ცხოველთა სამყაროს, მათი კავშირი გარემო პირობებთან და, რაც იგივეა – ლანდშაფტებთან შედარებით ნაკლებადია ასახული. აქედან გამომდინარეობს, ცხოველთა სამყაროსა და ლანდშაფტურ ჯგუფებს (გეოგრაფიულ ზონებს) შორის ურთიერთკავშირების კონსერვაციულობა თუ დამოკიდებულობა. ცხადია, რაც უფრო მეტად მოძრაი და მარდია ცხოველი, მით უფრო ნაკლებად უახლოვდება (უკავშირდება) მოცემულ გარემოს, რომელშიც ის

ცხოვრობს და რომლისგანაც იგი შორეულ მიგრაციას ასრულებს. შემდგომში, ჩვენ განვიხილავთ ცხოველთა სამყაროს გავრცელების დამოკიდებულებას ჰავის პირობებთან, გარემოს ქიმიურ შემადგენლობასთან, საკვების სიუხვესა და ხასიათთან და ურთიერთკავშირებს სხვა ორგანიზმებთან. ამ მხრივ, უმთავრესი მნიშვნელობა კლიმატურ ფაქტორებს მიეკუთვნება. ამ მნიშვნელობათა ყოველმხრივი გარკვევის მიზნით, უმთავრესი ყურადღების გამახვილება ეკოლოგიურ ფაქტორებსა და ცოცხალი სამყაროს ურთიერთობათა განხილვას უნდა მიეძღვროს.

სინათლის გავლენა მცენარეულ სამყაროზე უაღრესად დიდია, თუმცა არაერთგვაროვანია სინათლისადმი მცენარეულობის მოთხოვნილება. ამ მხრივ, ქვემოთ მოგანილ რიგში მცენარეები დალაგებულია სინათლის მოთხოვნილებისადმი კლებადი ხარისხის მიხედვით: ლარიქსი – არყის ხე – ფიჭვი – მუხა – ნაძვი – ნეკერჩხალი – წიფელი – ბზა. მწვანე მცენარეულობაზე გავლენას არა მარტო განათების ინტენსიურობა, არამედ მისი ხანგრძლივობაც ახდენს. ამ თვალსაზრისით, მათ „მოკლე დღის“ და „გრძელი დღის“ მცენარეებად ყოფენ. პირველ მათგანს მიეკუთვნება თამბაქო, სოია, ფეიქვი, სიმინდი, ბამბა, ლობიო და სხვ. დღის ხანგრძლივობის შემოკლება ამ მცენარეების ყვავილობასა და მსხმოიარობის დასაწყისის მომასწავებელია. მეორე ჯგუფის მცენარეების (ხორბალი, ჭვავი, შერი, ქერი, სელი, ჭარხალი, ყაყაჩო, ბარდა, ოსპი) ყვავილობა დღის ხანგრძლივობის გაზრდასთან ერთად იწყება.

სინათლის უკმარისობისას, მწვანე მცენარეები სწრაფად იღუპებიან. ამას, მცენარეებში CO_2 -ის ბალანსის დარღვევით ხსნიან: მცენარის არსებობისათვის საჭიროა CO_2 -ის უფრო მეტი ასიმილაცია, ვიდრე მისი ხარჯვა სუნთქვაზე. სინათლის უკმარისობა კი CO_2 -ის შემცირებასა და, შესაბამისად, მის უარყოფით ბალანსს იწვევს. ამდენად, სასინათლო მინიმუმი დამოკიდებულია მცენარის სუნთქვის ინტენსიურობასა და, ფოტოსინთეზის პროცესში, მისი გამოყენების ენერგიულობაზე. სინათლის ჭარბი რაოდენობაც ასევე დამღუპველია მცენარისათვის, როგორც მისი ნაკლებობა. ზედმეტი სინათლე შლის ქლოროფილს, მცენარე კარგავს წყალს, ნიადაგი კი მეტისმეტად შრება.

მცენარეთა მიერ სინათლის განსხვავებული მოთხოვნილების გამო, მათ მზის სხივებისადმი შეგუების სხვადასხვა ფორმა განუვითარდათ. ასე, მაგალითად, სინათლის მოყვარული მცენარეთა ფოთლებს ქლოროფილის შემზღუდული რაოდენობა უვითარდებათ, ან კიდევ, სშირ და დაბურულ ტყეში მცენარეები იარუსებად განლაგდებიან ხოლმე. სინათლის მოყვარულნი – ყველაზე მაღალ იარუსს ქმნის, გენის მოყვარულნი – დაბლა ვითარდება. თუმცა, ზოგი დაბალი იარუსის წარმომადგენელი, ცოცვით მაღლა, ანუ სინათლისაკენ მოიწევს, ან კიდევ ინტენსიურად ადრე გაზაფხულზე ვითარდება ე. ი. მაშინ, როცა ზედა იარუსის მცენარეები ჯერ კიდევ გაუფურჩქნელია და ვერ ჩრდილავენ მინის ზედაპირს.

მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სინათლე ცხოველთა სამყაროშიც. ჯერ ერთი, ცხოველები ხომ მზის ენერგიით შექმნილი მზა მცენარეულობით იკვებება. ამავე დროს, სინათლე და სითბო უშუალოდ მოქმედებს ცხოველების ორგანიზმზე. ერთნი გაურბიან სინათლეს, მეორენი

(ცივის სხეულები) საცივად არიან მათთან დაკავშირებული. ყოველ მათგანს სინათლე შედგენილობისათვის სჭირდება. მუდმივი წყვილის – მღვიმეების ცხოველებს, ცხოვრება სინათლეში უხდებათ. ამიტომ, მათი შედგენილობის ორგანო, ფუნქციის დაკარგვის გამო რეგულირებულია. თვალის ფუნქციას კი შეხების მაღალი გრძნობის ორგანოების განვითარება ასრულებს.

სინათლის მიმართ დამოკიდებულების მიხედვით, ცხოველთა ერთი ნაწილი ღლისით, ხოლო მეორე – ღამის წყვილში ატარებენ თავიანთ ცხოვრების წესებს: ღამურები ნადირობას მზის ჩასვლასთან ერთად იწყებენ; ზღარბები სარჩოს საძებნელად თავიანთი ბუნებიდან ბნელ ღრის გამოდიან. ღლის ან ღამის პირობებში ცხოველთა ქცევები იმდენად განუყოფელია ინდივიდების ორგანიზმისაგან, რომ სინათლისა და სინათლის ყოველგვარი შემთხვევითი ცვლილება, ჩვეულებად ქცეულ, შესაბამისი რეფლექსების უმცდომოდ და ადეკვატურ გამოვლინებას იწვევს. ასე, მაგალითად, მზის დაბნელებისას ცხოველები ღამის თაღარიგს შეუდგებიან ხოლმე: ღამის მწერები (გარაკანები, ჭრიჭინები, კოლოები), ჩვეულებრივად იწყებენ თავიანთ საქმიანობას, ხოლო ღლისანი (პეპელა, ბუზი, ფუტკარი) კი, პირიქით – მუშაობას წყვეტენ და „დასვენებისათვის“ ემზადებიან.

ამგვარად, ღლისა და ღამის მორიგეობა, როგორც წესი, მცენარეულობისა და ცხოველების აქტიურობის რიტმულ გამოვლინებას იწვევს. ამავე ღრის, ორგანიზმების ფუნქციონირება, მიმდინარეობს რა სითბური რეჟიმის საკმაოდ ფართო დიაპაზონში – რამდენადმე ამ ფაქტორითაც განისაზღვრება. ამ მხრივ, მცენარეები საკმაოდ მგრძნობიარენი არიან. თეორიულად, მათი არსებობა შესაძლებელია წყლის გაყინვის ტემპერატურიდან 70-75⁰-მდე სითბურ რეჟიმში. თუმცა, ზოგიერთი სახეობისათვის სითბოს აღნიშნული დიაპაზონი საკმაოდ დიდია. ასე, მაგალითად, საფუარისათვის ეს მნიშვნელობა 40⁰-ია, სიმინდისათვის – 37⁰, ფიჭეს შეუძლია ჰაერის ტემპერატურის 27⁰-იანი ამპლიტუდის ატანა, ნეკერჩხალს – 19⁰ და ა.შ. ამავე ღრის, მცენარეთა სხეულში წყალი დაბალ ტემპერატურაზე არ იყინება იმის გამო, რომ ის ჯერ ერთი, კაპილარულ სადენებში მოძრაობს და, მეორეც, კონცენტრირებულ ხსნარს წარმოადგენს. დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, მცენარეთა სახეობების ინდივიდუალურ (მაგ. წყლის ხსნარების რაოდენობას) თვისებებს: ცირცელი, მურყანი, თხილნარი, არყის ხე 20-25⁰-იან ყინვებს უძლებს, მაგრამ მუხა და წიფელი -25⁰-ზე იყინება, ვაშლისა და მსხლის ხეები -33⁰ -ზე იღუპება, კვიპაროსი კი 7-8⁰ ყინვასაც შეუძლია გაახმოს.

დაბალი ტემპერატურის დამლუპველი მოქმედებისაგან თავდაცვის მიზნით, მცენარეებს მრავალი ჩვევა აქვთ გამოუმუშავებული. მათ შორისაა ორგანიზმებში თავისუფალი წყლის შემცირების, შაქრისა და ცხიმების კონცენტრაციის გაზრდის მაღალალი უნარი. ზრდის შეწყვეტა ან შეჩერება („ზამთრის მუდროება“), ფოთოლცვენა და ა.შ. მცენარეებისათვის ჰაერის მაღალი ტემპერატურა – ასევე მომაკვდინებელია, როგორც უკიდურესად ყინვიანი პირობები. მცენარეთა დაღუპვას იწვევს არა მარტო ორგანიზმში პლაზმის შედგენა, არამედ CO₂-ის უკმარისობით გამოწვეული ორგანული ნივთიერების უარყოფითი ბალანსი. ამასთან ერთად, ცოცხალი ორგანიზმების ნაწილს მაღალი ტემპერატურა თავისუფლად გადააქვს: ბაქტერიების დიდი ნაწილი

50-60⁰-ზე მხოლოდ ნახევარი საათის შემდეგ ილუბება, ხოლო ზოგი მათგანი 100-110⁰-ზეც ცოცხალია რამდენიმე საათის განმავლობაში, 75⁰-ზე კი ნორმალურად ვითარდებიან.

ამრიგად, მცენარეთა ყოველი ფიზიოლოგიური პროცესის (ფოტოსინთეზი, სუნთქვა, ზრდა, გამრავლება) მეტაბოლურ ენერგიული მიმდინარეობა გარემოს ტემპერატურასთანაა დაკავშირებული. გარემოს იმ სითბური რეჟიმისას, როცა აღნიშნული პროცესის მსვლელობა ყველაზე უფრო ხელსაყრელია – ოპტიმალური ანუ ტემპერატურული *ოპტიმუმი* ეწოდება. აქედან გამომდინარე, ტემპერატურული უკიდურესობის ორივე მხარეს მცენარეთა ფიზიოლოგიური პროცესის შესუსტებას აქვს ადგილი. ამავე დროს, სითბურ რეჟიმთან ერთად მცენარეთა განვითარებაში ხელშეწყობ ან ხელშეშლელ როლში სხვა ეკოლოგიური ფაქტორებიც (მაგ. წყალი) აღმოჩნდება ხოლმე. ამიტომაც, ნოტიო და თბილი ქვეყნების ფლორის სახეობრივი შემადგენლობა საკმაოდ მრავალფეროვანია (ინდოეთი – 20 ათასზე მეტი, კ. ცეილონი – 3100-მდე) მაშინ, როცა არქტიკაში (კ. სიბირიაკოვი – 62) იგი უმნიშვნელოა.

სითბოს დიდი (ხშირად გადაშეყვანილი) როლი აქვს არა მარტო მცენარეების, არამედ ცხოველთა სამყაროს ფიზიოლოგიურ პროცესებზეც. დაბალი ტემპერატურა, ისე როგორც მაღალი – დამლუბველია ცხოველთა სახეობების უმრავლესობისათვის. ცნობილია, რომ სისხლი -15⁰-ზე იყინება, თუმცა წყლის შემცველობის გაზრდით, იგი შეიძლება რამდენადმე შემცირდეს კიდეც. მაღალ ტემპერატურაზე (50-60⁰) ფერმენტები ადვილად იშლება, ხოლო ცილები 47⁰-ზე მაღლა შედედებას განიცდიან. სიცოცხლის ზედა ზღვარი ამებასათვის 40-45⁰-ია, თბობა 38-46⁰-ზე ილუბება, თევზები კი 37-38⁰-ზე კვდება, ხოლო ადამიანები 43-44⁰-ზე კარგავს სიცოცხლის ნიშანწყალს.

სითბოს რყევის შეგუებასთან დაკავშირებით ცხოველებს ყოფენ: *ევრითერმულ* – ფართო დიაპაზონის ტემპერატურული რყევის პირობებში მცხოვრებლები და *სტენოთერმული* – სითბოს მცირე დიაპაზონში რყევის პირობებს მიჩვეულები. ევრითერმულ ცხოველებს მიეკუთვნება ხამანკა -2-დან +20⁰-მდე, კამალოტი, ვეფხვი და სხვ. სტენოთერმულთა შორისაა მარტინები. ცხოველთა ნაწილი წლის განმავლობაში იცვლის საცხოვრებელ გარემოს. ცივისსხლიანები მინაში ან თოვლში ჩაფლდებიან ხოლმე, ზოგნი ხის ფულეროში იცავენ თავს. ზაფხულში ცხოველთა ერთი ნაწილი ხაფხუბში, მეორე – ნიადაგში, ზოგი კი ხის ფოთლებზე ბინადრობს. ცხოველთა ნაწილს სიცვისაგან თავდასაცავად კანი ბალნითა და ბუმბულით აქვს დაფარული. ჭიანჭველები გამოზამთრებას ჯგუფურად ახდენენ. სიცვისაგან თავდასაცავად, ზამთარში ჩხრიალა გველების დიდი რაოდენობა მღვიმეში გროვდება და გაზაფხულამდე გაშეშებულ მდგომარეობაში იმყოფება. უდაბნოს ხვლიკი ცხელ ქვიშას გაურბის და მაღლა ბუჩქებზე ადის. ორგანიზმის გავრძელებას ცხოველთა ზოგი სახეობა (ძაღვები, ფრინველები) თავიანთი პირის ღრუს ლორწოვანი გარსიდან ჰაერის აორთქლებით აღწევს.

ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება გეოგრაფიული გარსის ელემენტებს შეუცვლელად არ ცოვებს. ამიტომ, ცოცხალი ორგანიზმების შეგუება მხოლოდ სითბოსადმი კი არ არის

მისადაგებული, არამედ მცენარეები და ცხოველები გარემოს მდგომარეობათა ცვლილებებისამებრ განიცდიან ვარიაციას. გარემოს ცვლასთან ერთად ორგანიზმებს თავის დაცვის შესაბამისი ფუნქცია უვითარდებათ. ასე, მაგალითად, საკმაოდ შესაძენეია ზაფხულობით ცხოველთა მოკლე ბენვის ზამთარში უფრო ფაფუკი და თბილი საბურველით შეცვლა. ასეთი ცვლილებები – ორგანიზმების რეაქციაა ჰაერის ტემპერატურის ცვლაზე. ან კიდევ, ფრინველების გადაფრენა თბილ ქვეყნებში, ან ცხოველთა ზამთრის ძილის მიცემა – ესეც რეაქციაა რეგიონში საკვების უკმარისობისადმი. ყველა შემთხვევაში, ორგანიზმების რეაქციები გარემოსადმი ჰაერის ტემპერატურის დაცემასთანაა დაკავშირებული.

ეკოლოგიური ფაქტორებიდან ცოცხალ ორგანიზმებზე ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გავლენას ბუნებრივი წყლები ასრულებენ. ამ მხრივ, სამი უმთავრესი მომენცია აღსანიშნავი: პირველი – წყლის მაღალი სითბოტევალობის გამო წყლით გაჟღენთილი ორგანიზმები ტემპერატურის მკვეთრ რყევას არ განიცდიან; მეორე – წყლის ზედაპირული დაჭიმულობის მაღალი მაჩვენებელი, კაპილარული მოვლენის წყალობით, მცენარეებში სხნარების ვერტიკალურ მოძრაობას განსაზღვრავს; მესამე – ქიმიური ინერტულობის გამო, წყალი შესანიშნავი გამსხნელია. ამ ქიმიური თვისებით მცენარეები მრავალ მინერალურ ელემენტებსა და ნაერთებს ითვისებს. მათი რაოდენობა შესაძენეად დიდია. ერთი ძირი მზესუმზირა, სეზონის განმავლობაში, 200 კგ წყლის შენოვასა და ორგანიზმში გატარებას ახერხებს. შენოვილი წყლის ფუნქცია – უმთავრესად ფიზიოლოგიურია. ამასთან, წყლით უზრუნველყოფის ხარისხი დამოკიდებულია ნიადაგის წყლის ტემპერატურასა და კონცენტრაციაზე, ატმოსფერული ნალექების წლიურ განაწილებაზე და მათ სახეებზე, ჰაერის ტენიანობაზე, ტენის ბალანსზე (ფესვებით წყლის შთანთქმა და მისი ტრანსპირაცია) და სხვა ფაქტორებზე.

მცენარეულობაში წყლის ბალანსი განსაზღვრავს მათი გვალვადამძლეობის უნარს. ამ თვალსაზრისით, გამოიყოფა: *ჰიდატოფიტები* – წყლის მცენარეები (მაგ. ღუმფარა) მყენთავი ფოთლებით; *ჰიდროფიტები* – წყალში ჩაფლული მცენარეების (ბრინჯი, ლერწამი) მხოლოდ ქვედა ნაწილი; *ჰიგროფიტები* – ტენიანი უბნების ჩრდილის მოყვარული (გვიძრა, უკადრისა, ჭილი, შვიგა) მცენარეები; *მეზოფიტები* – დატენიანების, სინათლისა და სითბოს საშუალო რეჟიმის შეგუებული მცენარეულობა; *ქსეროფიტები* – ტენის მცირე რაოდენობის მომთხოვნი (აბზინდა, ვაცინვერა) მცენარეები.

სინოტივის დეფიციტის პირობებში მცენარეები შეგუებულია ერთ სეზონში არსებობას. ასეთი ერთწლიანები (ეფემერები) მხოლოდ წლის ნოგო სეზონში ხარობენ. ამგვარ, მრავალწლიან მცენარეებს *ეფემეროიდებს* უწოდებენ. გაზაფხულის ეფემერებს მიეკუთვნება ბურღული, ია, ყაყაჩო და სხვა. ეფემეროიდები იზრდება და ვითარდება ერთხელ წელიწადში – გაზაფხულზე (ტიგა, ზამბახი) ან შემოდგომათ (ზაფრანა). ნოგო არელების მცენარეთა სახეობების მრავალფეროვნება (ტროპიკულ აფრიკაში – 13 ათასი, პირენეში – 5500, ხოლო ალჟირში – 3 ათასი სახეობა) მიუთითებს წყლის დადებით როლზე, მშრალ პირობებთან (საჰარაში – 300-მდე სახეობა)

შედარებით. ასევე, კლებადია სახეობების რაოდენობა დასავლეთ ევროპული ქვეყნებიდან აღმოსავლური მიმართულებით. შეინიშნება, აგრეთვე, მცენარეთა სიმეტრიის პირდაპირი დამოკიდებულება სინოტივის სიხვედრთან.

ცხოველთა სამყაროს აქტიურობაც წყლის ფაქტორთანაა დაკავშირებული. ზოგიერთი ცხოველის (მელეზა, მოლუსკები) ორგანიზმის მთავარი (80-95 %) კომპონენტი – წყალია. ცხოველთა ნაწილს სინოტივის ფართო დიაპაზონში რყევად, საკმაოდ ადვილად გადააქვს. მათ *ვერიპეგრობიოტები* (ტუტუშნოვრები, ფრინველები, მწერები) ჰქვია; *სტენოპეგრობიოტები* კი პირიქით – ტენის რყევის მიმართ საკმაოდ მკაფიო რეაქციას ამჟღავნებენ. ვერიპეგრობიოტების ციპიური წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია მოქცევა-უკუქცევის ზღვისპირა არელების მანგრული მცენარეები, ზღვის ღორჯოსებრი და სხვანი. ცხოველთა ნაწილი (მღრნელები) ცხოვრებას მიწისქვეშა სოროებში ატარებს, თუმცა მცირე სიმძლავრის თოვლის საფარის ქვეშ გაყინული ნიადაგის სოროში, ისინი სწრაფად იღუპებიან. სქელი თოვლის საფარის ქვეშ კი მათი უმრავლესობა (მაგ. მემინდვრია) ასეთ „ზამთრის ბინებში“ თავს კარგად გრძნობენ.

ცოცხალი ორგანიზმების სასიცოცხლო ფუნქციები ატმოსფერულ ჰაერთან მჭიდროდაა დაკავშირებული. მცენარეთათვის განსაკუთრებით აუცილებელია (O_2) და ნახშირბადის დიოქსიდი (CO_2) მნიშვნელოვანი. ამ უკანასკნელის კონცენტრაცია განაპირობებს მცენარეთა უმთავრეს ფიზიოლოგიურ (ფოტოსინთეზი) პროცესს. ატმოსფეროში CO_2 -ის უმნიშვნელო (ჰაერის მოცულობის 0,03 %) რაოდენობის მიუხედავად, მცენარეთა პროდუქტიულობაში მისი როლი უსაზღვროდ დიდია. თუკი CO_2 -ის შემცველობა ჰაერში სწრაფად და შესაძლებლად გაიზარდა (მაგ. ვულკანიზმის გააქტიურების გამო), ფოტოსინთეზის მსვლელობა თავდაპირველად ასევე მოიმატებს, მაგრამ მოგვიანებით (CO_2 -ის 1%-ზე მეტი მნიშვნელობისას) მცენარეთა მონამვლის დროც დადგება, რაც ფოტოსინთეზის დაღუპვას მოახსენავს.

მცენარეების სიცოცხლესა და იერსახეზე პირდაპირ ზემოქმედებას ატმოსფერული ქარებიც ახდენენ. მათი მეშვეობით ადგილი აქვს ტრანსპირაციის ზრდას. თუმცა, ცხელი ქარი პირიქით – მცენარის დაღუპვას იწვევს. მცენარეულობაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, გაბატონებული ქარების მოქმედებანი. ასე, მაგალითად, მცენარეთა ქარპირა მხარეს კვირგები, როგორც წესი – გამომშრალია, გოგებიც სუსტად ვითარდება და მცენარეები ბაირალისებურ (დროშისებურ) ფორმას ღებულობს. სენტ-იაგუს კუნძულზე (მწვანე კონცხის არქიპელაგი) მცენარეებს, პასატების მოქმედებით, „ბუნებრივი ფლუგერის“ ფორმა აქვთ მიღებული. მთის შედარებით მრგვალ თხემებზე, ძლიერი ქარების მიერ, ჯუჯა მცენარეები მინაზა განთხზული (განოლილი). მსგავსი მაგალითები ბუნებაში მრავლადაა.

ქარი ხელს უწყობს მცენარეთა გამრავლებას. მის მიერ მცენარეთა ყვავილის მტვრის, თესლისა და ნაყოფის მიმოფანტვას აქვს ადგილი. ქარის მეშვეობით განიცდიან დამტვერვას წიწვიანები, მარცვლოვნები, ისლი, გირიფი, მურყანი, თელა, არყის ხე, მუხა, წიფელი, პალმა,

სიმინდი, ჭინჭარი, კანაფი და სხვ. მცენარეული მცვერი კი კოლოსალური რაოდენობით იქმნება. ასე, მაგალითად, ერთი ძირი სიმინდი 50 მლნ. მცვერის მარცვალს იძლევა. სწორედ, მცვერის დიდი რაოდენობითაა მიღწეული დამცვერებისათვის გამომზადებული ეგზემპლარების გამრავლების გარანტია.

დიდია ჰაერის როლი ცხოველთა სამყაროსათვის. სწორედ, ჰაერი შეიცავს სუნთქვისათვის აუცილებელ ელემენტს – ჟანგბადს, რომელიც ასრულებს ფიზიოლოგიური წვისა (ალის გარეშე) და სითბოს გამოყოფის ფუნქციებს. თუმცა, ჰაერის ერთგვაროვანი შემადგენლობის გამო, ჰაერის ბიოგეოგრაფიული როლი საკმაოდ დაბალია. უფრო მეტ გავლენას ცხოველებზე ქარის ეფექტი ახდენს. მისი მეშვეობით (გემპერატურასა და სინოტივესთან ერთად) რეგულირდება ცხოველთა ორგანიზმიდან წყლის აორთქლების ინტენსიურობა. ძლიერი და მუდმივი ქარების გავრცელების გამო, ოკეანურ კუნძულებზე, მრავალ მწერს ფრთები არ უვითარდებათ ეს იცავს მათ ქარის მიერ გატაცებისაგან.

მცენარეთა უდიდესი ნაწილი საკვებს ნიადაგიდან იღებს. უფრო მეტიც, მცენარეებსა და ნიადაგს შორის მუდმივი ურთიერთობაა, რაც ნივთიერებათა ცვლაშიც გამოიხატება. თუკი მცენარეულობის ძირითადი ნიშნები ჰაერთა და რეგიონის განვითარებით გამოიხატება, მაშინ ნიადაგური (ედაფური) ფაქტორები მცენარეული დაჯგუფებების გავრცელების დეტალებს განსაზღვრავენ. ამ მხრივ, მცენარეთა ერთი ნაწილი მჭიდროდ რეაქციის ნიადაგებზე ხარობს, მეორე – ტუტე ნიადაგებზე. *კალცოფილური* მცენარეულობა უფრო კირით მდიდარ ნიადაგებს ეგანება, სხვები კი მლაშობებზე (ჰალოფიტები) კარგად გრძნობენ თავს. ამ უკანასკნელს სუკულენტებს („ცხიმოვანი მცენარეები“ წყალს აგროვებენ ფოთლებში, ღეროსა და ფესვებში) განაკუთვნიან ხოლმე. თუმცა მათგან განსხვავდებიან მარილების შემცველობით, რომელთა მაღალი კონცენტრაციის მიღწევას დაგროვილი წყალი უშლის ხელს.

მცენარეთა ეკოლოგიურ ნიშნებს განაპირობებს ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა. წყალგაუმტარი თიხოვანი ნიადაგები სუსტი აერაციისაა, თუმცა საკვებით მდიდარია. ქვიშებზე მზარდი მცენარეულობა (ფსამოფიტები) კი სრულიად სხვა პირობებში იმყოფება. ფხვიერი ნიადაგის წყლის გატარებისა და განთავსების მაღალი უნარი შეხამებულია ქვიშების ინტენსიურ ქარისმიერ გადაადგილებასთან. ამიტომ, არსებობს მცენარეთა ქვიშით დაფარვის ადგილი საშიშროება. მისგან თავდაცვა ფსამოფიტებს თავიანთი სიმსუბუქით უხდება. ისინი ქვიშებზე უფრო სწრაფად მოძრაობენ და ყოველ „ახალ მოსახლეობის“ ადგილზე, ბასრი ფესვების მეშვეობით, სამყოფელს მტკიცედ იმკვიდრებენ.

ნიადაგი და გრუნტი ცხოველთა სამყაროს ადგილსამყოფელია, მათი სამოძრაო გზა და საყრდენია. ამიტომ, მათი მოძრაობის ორგანოების ფორმა სუბსტრატის თვისებებთანაა შეგუებული. ასე, მაგალითად, ჩრდილოეთის ირმებს თოვლზე სასიარულოდ ფართო ჩლიქები აქვთ. ჭაობის ლელქაში წყლის მცენარეთა მოტივტივე ფოთლებზე მორბენალ მეჩაღიას გრძელი თითები განუვითარდა. მრავალი ორგანიზმი მთელ თავის სიცოცხლეს მინის ქვეშ ატარებს. ნიადაგის

ზედაპირის ტემპერატურა კი სწრაფად იცვლება. თუკი საპარაში ქვიშები 78⁰-მდე ხურდება, ხოლო ტუნდრაში იყინება კიდეც, გრუნტის უმნიშვნელო სიღრმეზე, პირიქით – სიცოცხლის ნორმალური სითბური რეჟიმი იქმნება და პოლარული თუ უდაბნოს ორგანიზმები მინის ქვეშ – სოროებში თავს კარგად გრძნობენ. ამ ცხოველთა სიკვდილის შემდეგ, კი მათი ხრწნის პროდუქტი ნიადაგის ნარმოქმნაში მონაწილეობს. ასე, შორეულ აღმოსავლეთის მდინარეებში ქვირითის დასაყრელად შემოსული ორაგულის უცილებელი და მასიური დაღუპვის გამო, მათი პროდუქტი წყალდიდობისას, მდინარის მიერ შლამთან ერთად, განიერ ჭალაზე მიმოიფანტება, რაც მოგვიანებით ე.წ. „თევზიან“ ალუვიურ ნიადაგში გადადის.

მცენარეულობა თავის პროდუქციას ფოტოსინთეზის გზით ქმნის, ცხოველები კი ამ მზა პროდუქციით – მცენარეებით იკვებება. ცხოველები, მცენარეებთან შედარებით, სამჯერ მეტი სახეობრივი შემადგენლობისაა. მცენარეულობის მასა ცხოველურს 2500-ჯერ აღემატება. ცხოველთა არსებობა მთლიანადაა დამოკიდებული მათი ადგილსამყოფელის საკვებით უზრუნველყოფასთან. ამ მხრივ, უფრო კარგად თავს გრძნობენ ის ცხოველები, რომლებსაც კვების პროდუქტების ამორჩევის ფართო დიპაზონი აქვთ. ამასთან დაკავშირებით, ცხოველთა სამყარო ორ ჯგუფად იყოფა: *ევრიფაგები* – საკვების ფართო მოხმარების ცხოველები. მათ შორის, განასხვავებენ: *ყველაფრისმჭამელებს, მცენარეებით მკვებავებსა და ხორცის მჭამელებს*. ადამიანიც ევრიფაგებს მიეკუთვნება. ცხოველთა ნაწილის (ჭიანჭველაჭამია, ციმბირის მეთხილია) საკვები ასორტიმენტი მეტად მოკრძალებულია. მათ *სტენოფაგებს* უწოდებენ.

ცხოველთა ნაწილი, გარემო პირობების შესაბამისად, შიმშილობასთანაა შეგუებული. ამ შემთხვევაში, მათ უვითარდებათ საკვები ნივთიერების (ცხიმი, გლიკოგენი) მარაგის შექმნისა და შენახვის უნარი. ამ მარაგის მოხმარება შიმშილობის პერიოდში მიმდინარეობს. ზოგიერთი ცხოველი შიმშილობას სრულიად ვერ იტანს. თხუნელა უჭმელად მხოლოდ 5-6 საათს თუ გასტანს. ნიბლიას ერთი დღე-ღამის შიმშილობა შეუძლია, წურბელა და მახრჩობელა კი 9 თვესაც გაიტანენ თავს უჭმელად, კუს – ერთი წლის, ხოლო ლოგინის ბალღინჯოს ექვსი წლის საკვების მარაგის შემონახვა შეუძლია. უფრო სწორედ, ამ ხნის მანძილზე მათ საკვების გარეშე შეუძლიათ არსებობა. ცხოველთა ნაწილი არა მხოლოდ წყალში, ხმელეთზე და ჰაერში, არამედ თავის სიცოცხლეს სხვა ორგანიზმებში ატარებს. მათ *პარაზიტებს* უწოდებენ. უფრო იშვიათია *სიმბიოზის* შემთხვევა. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ზოგი კიბორჩხალასა და აქტინიის, ან კიდეც ჭიანჭველასა და მცენარეული ტილის – ბუერის სასიცოცხლოდ დაკავშირებული ურთიერთობანი. ფართოდაა ცნობილი ადამიანისა და ცხოველთა ურთიერთდამოკიდებულებანი.

ცხოველები ერთად ეწევიან ცხოვრებასა და ჯგუფებად ამჯობინებენ მსხვერპლზე ნადირობას, გამრავლების დროს შორი მანძილიდან ილგვიან ერთმანეთისაკენ, ერთად იცავენ შთამომავლობას. ხშირად, მათ „დანაწილებული“ აქვთ (ფუტკარი, კრაზანა, ჭიანჭველა, ტერმიტები) თავიანთი საქმიანობა. მათ კოლონიებში, ცალკეულ „პირებს“ შესაბამისი „სპეციალიზაცია“ აქვთ დაკისრებული: ყოველ მათგანს – უფროთ მუშას, დედალს თუ მამალს, თავისი „საქმე“ აქვს შესასრულებელი.

ორგანიზმთა აღნიშნულ ფორმებს ბუნებრივი შერჩევის შედეგი ეცემა. მათი მოქმედება მხოლოდ ინსტიტუტით იმართება, ხოლო შრომის დანაწილება – ფიზიოლოგიური მოვლენაა.

რაც შეეხება მცენარეთა შორის ურთიერთდამოკიდებულებებს – მათ ეკოლოგიური ფაქტორები განსაზღვრავს; ამ მხრივ, გამოყოფენ: *საპროფიტებს* – იმ მცენარეებს, რომლებიც საკვებად მკვდარ ნივთიერებებს იყენებენ. მათ მიეკუთვნება მრავალი ბაქტერია, სოკოები და ა.შ. მიკროორგანიზმებში აღიღილი აქვს *ანტაგონიზმი*, რომლის მიხედვით სოკოები და ბაქტერიები გამოყოფენ რა ქიმიურ ნივთიერებას – ზოგი ორგანიზმის მიმართ „სასიკვდილო განაჩენი“ გამოაქვთ. ასეთ სოკოებს თუ ბაქტერიებს *ანტიბიოტიკებს* უწოდებენ. მცენარეთა შორის, ეკოლოგიური ფაქტორების თვალსაზრისით - ურთიერთდამოკიდებულებათა მეორე ჯგუფს პარაზიტებს მიაკუთვნებენ, ანუ მცენარეთა თანაცხოვრების ისეთ ფორმას, როცა ერთი მათგანი იკვებება მეორეს მზა პროდუქტით. მათ მიეკუთვნება მრავალი მიკრობი, სოკო, ბაქტერია და ვირუსი. ხშირად, ასეთ თანაცხოვრებას (სიმბიოზი) ორივე მცენარისათვის დადებითი შედეგი მოაქვს. მისი მაგალითია ლიქენებისა და სოკოების ურთიერთობა. პარაზიტებს შორის გამოყოფენ: *ეპიფიტებს* – ანუ ისეთ მცენარეებს, რომლებსაც დაკარგული აქვთ ნიადაგთან კავშირი და სხვა მცენარეზე – მცოცავი მცენარეებია, რომლებიც საყრდენად ხე-მცენარეებს იყენებენ. მათ მიეკუთვნება ვაზი, ზოგიერთი ვარდი, პლუმი, ვანილი, სვია, პარკოსნები და ა.შ.

როგორც ჩანს, მცენარეულობა ისტორიულად ჩამოყალიბებული და ურთიერთკავშირში მყოფი ბუნებრივი წარმონაქმნი და კანონზომიერი მოვლენაა, რომლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან უნარს, ერთიანი ნიშნების მაგარებელი სისტემის არსებობა წარმოადგენს. მცენარეთა არა იზოლირებულ, არამედ სახეობათა კანონზომიერ შეხამებას, რომელიც ხანგრძლივი დროის მანძილზე ბუნებრივი პროცესების შედეგად ჩამოყალიბებული, ახასიათებთ კონკრეტული ურთიერთობანი და არსებობის გარეგან პირობებთან მჭიდრო კავშირში იმყოფებიან – *ფიტოცენოზი* ეწოდება. ცეც – ფიტოცენოზს წარმოადგენს. წინვანი ცეც – ფიტოცენოზია. ამდენად, ფიტოცენოზი – ზოგადი ცნებაა, რომელშიც ნაგულისხმევია მცენარეთა კანონზომიერი გაერთიანების (დაჯგუფების) სივრცობრივი (გეოგრაფიული) განფენილობა – განვრცობა.

როგორც ჩანს, მცენარეული საფარი და ცხოველთა სამყარო ურთიერთდაკავშირებული წარმონაქმნებია. თითოეული მათგანი საკუთარი კანონზომიერების გავლენით წარმოიქმნება, ვითარდება და ვრცელდება. ამავე დროს, მათ ფრიად საინტერესო ურთიერთობაში, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, გარემო პირობებთან ერთად სისტემურობის ერთიან-მთლიანობის ნიშნები ისახება.

ამდენად, გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი ძირითადი და მსხვილი კომპონენტი – ბიოსფერო საკმაოდ დინამიური წარმონაქმნია. თუმცა, მიღებულია, რომ თუკი ცხოველები მოძრავ ორგანიზმებადაა მიჩნეული, მცენარეები პირიქით – თავისუფალ გადაადგილებას მოკლებულია. მაგრამ, მოძრაობა არც მცენარეებისთვისაა (ან მათი ორგანოებისათვის) სრულად გამორიცხული.

მათ უჯრედებში მუდმივად მოძრაობს პროტოპლაზმა, აქტიურია სქესობრივი უჯრედები – იმლება და იხურება ყვაილი და ა.შ.

ამგვარად, მცენარეთა და ცხოველთა შორის მრავალი საერთო ნიშნებია ფორმირებული. მათ ურთიერთკავშირზე მიუთითებს მცენარეთა მიერ ორგანული ნივთიერებისა და თავისუფალი ჟანგბადის შექმნა, ხოლო ცხოველთა მიერ კი ორივე წარმონაქმნის მოხმარება. ამავე დროს, ცხოველთა მიერ გამოყოფილ CO₂-ს ისევ მცენარეულობა მოიხმარს. ასე, რომ მცენარეთა არსებობა – მზის ენერგიის პოტენციურ ქიმიურ ენერგიად გარდაქმნაა. ცხოველთა სიცოცხლე – ამ ქიმიური ენერგიის სითბოს სახითა და მოძრაობად გარდაქმნაა.

ცხოველები აქტიურად მონაწილეობენ მცენარეთა გამრავლებაში, რაც მათ დამცვერვასა და თესლის გადაცანაში მონაწილეობის მიღებითაა გამოვლენილი. კოდალასა და ჩხიკვს წინვინების, აგრეთვე, მუხის, ნაბლის, წიფელის, თხილის ნაყოფის საკვებად მიღების გამო, თავისდა უნებურად, საკმაოდ შორ მანძილზე გადააქვთ მათი თესლები. ხშირად, მცენარეები მოხერხებულად იზიდავენ ხოლმე თესლის დამცარებლებს თავიანთი მკვეთრი შეფერილობითა და სუნით. მთავარი დამცვერიანელები არიან პეპლები, სიფრიფანაფრთიანები და ორფრთიანები. ხშირად, მცენარეს მხოლოდ თავისი დამცვერიანელები ჰყავს: სამყურას მხოლოდ ბაზი ამცვერიანებს; ვაშლის ხეს – ფუტკარი. ასევე, აღსანიშნავია, რომ ჭაობის მცენარეები, მოკლებულია რა მინერალურ მარილებსა და აზოტის შენაერთებს – ამგვარი დეფიციტის შევსებას, მწერების საკვებად გამოყენებით ახდენენ.

მოგანილი მაგალითები ცხადყოფენ არა მარტო ფაუნისა და ფლორის ბუნებრივ გარემოსთან შეგუების კანონზომიერ გამოვლინებას, არამედ, ამავე დროს, სახეზეა თვით მცენარეთა და ცხოველთა ურთიერთკავშირების შესამება გეოგრაფიული გარსის მრავალ კომპონენტთან. დანამდვილებით შეიძლება ითქვას, რომ გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორები, საკმაოდ მაღალ დონეზე, განაპირობებენ ბიოსფეროს ცოცხალი ელემენტების ბიოლოგიურ თავისებურებებს. არაცოცხალი გარემოს ბუნებრივ პირობებსა და ცოცხალ არსებებს შორის ხანგრძლივი ისტორიის განმავლობაში ჩამოყალიბებული ურთიერთობანი, დღეს უკვე ორგანიზმებს ჩვევად ექცათ და ქცევის ნორმებად აქვთ აღიარებული.

ჩვენი პლანეტის სამყაროსეული თავისებურებები დროში განმეორებადი ხასიათისაა და, ცხადია რიგმული ნიშნებით გამოვლინდებიან ხოლმე. გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების რიგმიკასთან დაკავშირებული თავისებურებები მაგისტრატურის პროგრამითაა გათვალისწინებული. ამჟერად, დეტალურად შევხებით მხოლოდ მცენარეთა და ცხოველთა სეზონურ რიგმულ გამოვლინებას, რომელიც კიდევ ერთხელ და დამატებლად წარმოგვიდგენს ბუნებრივ-ეკოლოგიური ფაქტორების წარმოშობის პლანეტარულ წყაროებსა და მათ მიერ გამონეულ მცენარეებისა და ცხოველების ქცევებს.

ყოველი მცენარეული დაჯგუფება, მთელი წლის განმავლობაში გარეგანი და შინაგანი თავისებურებების სხვადასხვა ასპექტებით ხასიათდება. ამ ასპექტების ცვლილება ფიგოცენოზის

სეზონური რიტმების გამოვლინებაა. ერთი შეხედვით, მათი მონაცვლეობა წლიდან წლამდე რეგულარული ანუ ჩაკეტილი ციკლური განმეორადობის ხასიათისაა. სინამდვილეში კი, ფორმალურად ციკლური მონაცვლეობის მიმდინარეობაში პროგრესიული განვითარების ელემენტები შეიმჩნევა. მართლაც, ყოველი ფოთლოვანი მცენარე შემოდგომის დადგომისთანავე ჩამოყრის რა თავის ფოთლებს, გაზაფხულზე ისევ შეიმოსება. ამავე დროს, მცენარე წლითწლილობით იზრდება და გასულ წელთან შედარებით იგი სრულიად ახალ ფორმას ღებულობს. ამდენად, მცენარის ყოველი ასპექტის პერიოდული მიმოცვლა შეუქცევადი და განუმეორებელი პროცესია.

ამჟამად, რომ სეზონური რიტმები უფრო მკვეთრად მათი მკაფიო გამოვლინების არეალშია წარმოდგენილი. ეკვატორულ სარტყელში სეზონური პერიოდულობა ნაკლებადია შესამჩნევი. გროპიკებსა და სუბტროპიკებში მშრალი და ნოტიო პერიოდების მონაცვლეობის გამო, შესაბამისი სეზონების პირობებში, ცოცხალი ორგანიზმების რიტმიკა უფრო ნათელია. პოლარული მხარეების ხანგრძლივი ღლისა და ნახევარწლიანი ღამის მორიგეობას, ცხადია, ცოცხალი ინდივიდის შესაბამისი ქცევა მოსდევს. რაც შეეხება საშუალო განედების მკაფიო ბიოლოგიური რიტმების მონაცვლეობას, ცხადია, მათი ფორმირება ოთხი მკვეთრად გამოხატული (გაზაფხული, ზაფხული, შემოდგომა, ზამთარი) სეზონების მორიგეობას უკავშირდება. უდავოა, რომ სეზონური მოვლენები, საბოლოო ჯამში, გეოგრაფიულ ლანდშაფტებში აირეკლება და მათ შესახებ სრული წარმოდგენის მიღება, მხოლოდ გარემოს სეზონური ცვლილებების სუბარული ზემოქმედების აღქმის შედეგადია შესაძლებელი.

ბუნების სეზონური განვითარების კანონზომიერების შესახებ მოძღვრებას ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 30-40-იან წლებში ჩაეყარა საფუძველი, რომელიც ცოდნის დარგის – ფენოლოგიის წარმოქმნით დამთავრდა. იგი თავიდანვე მხოლოდ ცოცხალ გარემოს სეზონური მიმოცვლის შესწავლას მოიცავდა. მოგვიანებით, მას უკვე მთლიანად გეოგრაფიული გარსის რიტმული განვითარების შესასწავლადაც იყენებდნენ. ცხადია, რომ გარემოს მოვლენების პერიოდულ რიტმებს მცენარეთა ფაზების თანმიმდევრული მონაცვლეობა შეესაბამება. მათ შორისაა ვეგეტაციური ფაზების მონაცვლეობა, როგორცაა ვარდის კოკორის მომწიფებისა და ყვავილობის, თესლის გაღვივებისა და ნაყოფის დამწიფების, ან კიდევ, მცენარეთა ფოთოლცვენისა და კვირტის გაშლის ფაზები. აღნიშნული ფაზების ფორმირება მცენარეთა ერთ ჯგუფში ერთგვარი ტემპით მიმდინარეობს, მეორეგან კი – სრულიად სხვაგვარად.

აღნიშნული ფაზებისა და მათი შესაბამისი ასპექტების მორიგეობა ფიგოცენოზის დამახასიათებელი უნარია, რომელიც მას ჩამოუყალიბდა ხანგრძლივი განვითარებისა და გარემო ფაქტორების პერიოდული მიმოქცევების პირობებში. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივი წარმონაქმნების კანონზომიერი ცვლის დროითი ფაქტორით შეპირობება განსაზღვრავს მათი ასაკისა (განვლილი დროის) და პროცნობის (მომავალი დროის) შესახებ უეჭველი ცოდნის წარმოდგენას.

ლანდშაფტების დროითი ცვლილებებისა და შესაბამისი რეჟიმის ჩამოყალიბების სტრუქტურა საკმაოდ რთული აღმოჩნდა. მისი პარამეტრების (მზის რადიაცია, ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები) დროითი მსვლელობა ლანდშაფტების მდგომარეობის განმსაზღვრელ ფაქტორებად გვევლინება. ამ ტერმინის გეოგრაფიული აღქმა (ნ. ბერუხაშვილი) სისტემური ანალიზის თეორიიდანაა მიღებული. გარემოს მდგომარეობა – ეს ლანდშაფტის პარამეტრების რაიმე დროითი თანამდებობაა, როცა შემოსული ნივთიერებისა და ენერგიის კონკრეტული ზემოქმედება სისტემის შიგნით ახდენს გამოსასვლელი ფუნქციის (ფიგომასის ნაზარდი, მყარი და აირიანი წყლის ნაკადები და ა.შ.) „შემოქმედებით“ ტრანსფორმაციას. მდგომარეობათა ასპექტები, რომლებიც განპირობებულია სეზონური რიტმიკით, ამინდითა და განვითარების დინამიკური ტენდენციით – „სტეკების“ სახელწოდებითაა ცნობილი.

მცენარეთა სეზონური აგრეთვე, მათი ფიზიოლოგიური ფუნქციებისა და იერ-სახის მონაცვლეობისას საყურადღებოა მათი უკურეაქციები ფიზიკურ-გეოგრაფიული პარამეტრების დატვირთვების საპასუხოდ. ასე, მაგალითად, საშუალო განედებში მცენარეთა ნაწილი, ჯერ კიდევ, თოვლის დნობის დასრულებამდე იღვიძებს. მათ მიეკუთვნება ვირისტერფა, ენძელა, თეთრი და ყვითელი ფრინგა, სუმბული, გიგა და სხვ. ოდნავ მოგვიანებით კი მათი კვირტებიც იწყებენ გაფურჩხნას. ამავე დროს, იწყებს ყვავილობას მურყანი და თხილნარი. თუმცა, ჯერ კიდევ, მზე აქტიურად ვერ ათბობს არემარეს – მცენარეები გაფურჩხნისათვის საჭირო ენერგიას ზამთრის მარაგიდან იღებს.

ზაფხულის დადგომასთან ერთად კი, აქტიური ფოტოსინთეზის წყალობით, მცენარეებში ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა ინტენსიურად მიმდინარეობს. ზაფხულის დასასრული და, შესაბამისად, შემოდგომის შემოსვლა მცენარეთათვის ფოთოლცვენის მომასწავებელია. მანამდე კი მცენარეთა ფოთლებს ფერი თანდათან ეცვლება: რცხილისა და ნეკერჩხლის ფოთლები ღია-ყვითელ ფერს ღებულობს; ცირცელი წითელ ფერს იძენს. ფოთოლცვენა ორგანული ნივთიერების დროებით დაკარგვასთანაა დაკავშირებული, თუმცა, გახრწნის შედეგად, ფოთლების მკვდარი მასა ისევ მინერალური ნაერთების ნაწილობრივ შექმნას ხმარდება.

ფოთოლცვენა რამდენიმე დადებით მოვლენას იწვევს. ჯერ ერთი, იგი მცენარეებს მაგნეზ პროლეტებს ამორებს, ანუ ფოთოლცვენა – ეს მცენარის გრანდიოზული მასშტაბის გამოყოფითი ფუნქციაა. მეორეც, ფოთლის ჩამოყრა მცენარეს იცავს გამოშრობისაგან, რადგან ზამთრობით ფესვების მიერ წყლის შეწოვა მეტად გაძნელებული პროცესია, ფოთლები კი (თუ მათ ცვენას არ ექნებოდა ადგილი) წყლის აორთქლების მიზნით, ფესვებიდან წყლის მონოდებას „მოითხოვდნენ“, რაც მისი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია. ამის გარდა, ფოთოლცვენა – მცენარის მიერ გამოქვეყნებული ჩვევაა, რომელიც მომავალი (ზამთრის) სეზონის ყინვიანი ფაზის არსებობით სრულებითაც არ არის განპირობებული. მცენარის ეს თვისება (ფოთოლცვენა) შენარჩუნებულია არაყინვიანი ზამთრის არელებისათვისაც. ასე, მაგალითად, კუნძულ მაღეირას ბოტანიკურ პარკებში შუა განედებიდან შეგანილ მუხას ზამთარში ისევე სცვივა ფოთლები, როგორც ჩვენთან –

საქართველოში ან კიდევ რუსეთში, თუმცა, იქ (კუნძულ მაღირაზე) იანვრის ჰაერის ტემპერატურა +15⁰-ს აღწევს. აღსანიშნავია, რომ მცენარეთა ნაწილს ფოთოლცვენა წლის ცხელ ფაზაშიც კი აქვთ. ამ თვისებით მცენარეები ზაფხულის პაპანაქება სიცხეში თავს იცავენ გამოშრობისაგან. ამდენად, მცენარეულობას, თავისი განვითარების ხანგრძლივი ისტორიის მანძილზე, ბუნებრივად გამოუმუშავდა „მიზანსწრაფვა“ – შეეგუოს ლანდშაფტურ მდგომარეობათა მონაცვლეობას, მიაღწიოს თავისი ფიზიოლოგიური ნიშნების ჩამოყალიბებასა და არსებობისათვის შესაფერისი პირობების შექმნას.

ამა თუ იმ სახეობის ცხოველთა საბინადრო გარემოს ბუნებრივი პირობები შედარებით მცირე დიაპაზონში განიცდის მონაცვლეობას. ამავე პირობებსაა შეეგუებული ცხოველთა სამყაროც. ასე, მაგალითად, ცროპიკული (ცხელი) სარგელოს ცხოველების ბალანი თხელი, მოკლე და უხეშია, პოლარულისა კი ხშირი, გრძელი და რბილი; თეთრი დათვი თავის შეფერილობას არ იცვლის, რადგან მუდმივად ყინულთა შორის ან თოვლიან გარემოში უხდება ყოფნა; უდაბნოს ცხოველები – ლომი, აქლემი, ანტილოპა, გველები – უფრო ქვიშის ფერისა, ცროპიკული ტყეების ცხოველებში მწვანე შეფერილობა ჭარბობს, ზღვის მრავალი ორგანიზმი წყალქვეშა ლანდშაფტის მსგავსადაა „მოხატული“, ხოლო ზოგიერთი მათგანი – გამჭვირვალეა.

ლანდშაფტების მდგომარეობის სეზონური ცვლილებების შესაბამისად ცხოველთა შეგუებლობა დინამიურ ხასიათს ღებულობს. ამ მონაცვლეობის მკვეთრი გამოვლინება ამტკიცებს გარემო პირობებისადმი ორგანიზმთა მჭიდროდ დამოკიდებულებას. ასე, მაგალითად, თუ კი მღვიმის ცხოველების სასიცოცხლო ფაზებში, გარემო პირობების უცვლელობის გამო, სეზონური პერიოდულობა არ შეინიშნება, მიწისზედა ორგანიზმებს პირიქით, ამ ფუნქციების დროითი მონაცვლეობის საკმაოდ მრავალფეროვანი ასპექტები აქვთ ჩამოყალიბებული. ეს ასპექტები გამოიხატება ზამთრის სარჩოს მომარაგებაში (ფუტკარი, მღრღნელები), ზამთრის მყუდრო ბუნავის (სოროებისა და ბუდეების) მოწყობაში, ახალი ფიზიოლოგიური თვისებების მიღებაში, საბინადრო ადგილის შეცვლაში, ზამთრის ძილში, შეფერილობის სეზონურ შეცვლაში (ზოგი კურდღელი ზამთარში თეთრი, გაზაფხულზე ჭრელი, ხოლო ზაფხულში მუქი რუხია) და მრავალი სხვა თავისებურებათა ცვლილებებში.

სეზონური შეგუების ერთ-ერთი გამოვლინება ცხოველთა მიგრაციაა. იგი სხვა მრავალ მიზეზთან ერთად, საკვების მოპოვებასთანაცაა დაკავშირებული. ასე, ანტილოპებისა და ლემინგების ჯოგი საკვების მოსაპოვებლად განსაკუთრებულად დიდ მანძილზე დაუოკებელ გადარბენას ასრულებს. ამ დროს, მათ ვერ აკავენ მრავალი დაბრკოლება – მდინარეები, დიდი მანძილი, დაქანცულობა, დაუძლურება და ჩასაფრებული მტაცებლები. ცხოველთა სეზონური დინამიკის ტიპური მაგალითია თევზების მიგრაცია, ფრინველების გადაფრენა, ნიადაგის სიღრმეში გამოზამთრება და სხვ. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ჩრდილოეთის ორაგულის მიერ ქვირითის დასაყრელად მდინარეში შემოსვლა და მისი დაყრის შემდეგ, როგორც წესი, აუცილებელი დაღუპვა. აღსანიშნავია, აგრეთვე, მდინარის გველთევზას (ცხოვრობს ევროპის მდინარეებსა და ტბებში) მიერ, სქესობრივი მომნიშვნის დადგომისთანავე, ზღვის გავლით ატლანტის ოკეანეში შემოსვლა და,

საბოლოოდ, სარგისის ზღვისავე ლტოლვა. ამ ზღვის ფსკერზე მდინარის გველთევა ყრის ქვირით, რომლისაგან ლიფსიგები იჩეკება. ამ უკანასკნელს, სამი წელიწადი სჭირდებათ ამ ზღვიდან ევროპის მდინარეებში დასაბრუნებლად, რომ ისევ გაუდგნენ გრძელ გზას ევროპიდან ამერიკის აღმოსავლეთი სანაპიროსაკენ.

ფრინველთა გადაფრენაც ხომ ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემო პირობების მონაცვლეობის ურთიერთდაკავშირებული დინამიური გამოვლინებაა. გადაფრენას აწყობენ ბატები, გელები, იხვები, ცოროლები, გუგულები, წეროები. გადაფრენის თანმიმდევრულობა მათი საკვების გამოლევისთანაა დაკავშირებული. ასე, მაგალითად, ყველაზე ადრე მწერიჭამიები მიფრინავენ, ხოლო მოგვიანებით მათ მარცვლის მჭამელები მისდევნენ. გადაფრენის სიჩქარე 30-დან 200-მდე კმ-ს აღწევს დღე-ღამეში. ევრაზიის ფრინველები გამოზამთრებისათვის იყენებენ სამხრეთის თბილ ქვეყნებს – ინდოეთსა და ეგვიპტეს. ჩრდილოეთი აზიის ფრინველები კი არაბეთში, ირანში, ინდოეთში, ჩინეთში და ავსტრალიაშიც კი მიფრინავენ. ევროპის ფრინველებს გამოზამთრება აფრიკასა და მცირე აზიაში უხდებათ. ჭილეყავი და წერო მდ. ნილოსის ნაპირებისაკენ მიფრინავს. ბუბული, მერცხალი და გუგული – ცენტრალურ აფრიკაში, არწივები – ეგვიპტეში, შოშია და ციმბირის ყარანა – ინდოეთში გამოზამთრებენ ხოლმე.

აღსანიშნავია, რომ ფრინველთა გადაფრენის გზები (ნახ. IX.1) აშკარად განსაზღვრულია და წლიდან წლამდე არ იცვლება. ამავე დროს, ფრინველთა ერთი ნაწილის გადაფრენის გზა ზღვისპირეთებს ემთხვევა, მეორენი მდინარეთა გაყოლებით მიფრინავენ, სხვათა გზები კი ხმელეთზე გადის. გადაფრენის გზების შერჩევა, უმეტეს შემთხვევაში, ფრინველების საკვების გავრცელებას უკავშირდება. დაბრუნებისას ფრინველები უკვე სხვა გზას ირჩევენ.

სწორედ, ფრინველთა მიგრაციის გზები ჩრდილოეთის ცივი ჰაერის მასების სამხრეთი მიმართულებით გავრცელების გზებს ემთხვევა. თუმცა, ზღვისპირეთებში გადაფრენებისათვის ყოველთვის როდია სათანადო პირობები. ამ მხრივ, საინტერესოა ფრინველების გადაფრენა კავკასიის გავლით. ამ გზის გადალახვა უხდებათ მწყერს, წეროს, იხვს, საფათს, გარეულ ბატს, ცყის ქათამს, შაშვს, მერცხალს, შოშიას, თოლიას. შემწნეულია, ამავე მარშრუტით, პეპლების დიდი ნაკადის გადაფრენაც. ფრინველთა გადაფრენის გზების მკაცრად დაცვის საფუძველი მეძველდროებით მიღებული ინსტიტუტებია. ამ მხრივ, მეცნიერთა შეხედულებები განსხვავებულია. ერთი ნაწილის აზრით, მიგრაციისას გამოჩენილი ასეთი „მწყობრი“ მარშრუტები ზოგიერთი ფრინველის მიერ გზის გაგნებაში მზისა და ვარსკვლავების გამოყენებაა. სხვა მოსაზრებით, ფრინველებს ორიენტირებაში გეომაგნიტური ველი ეხმარება.

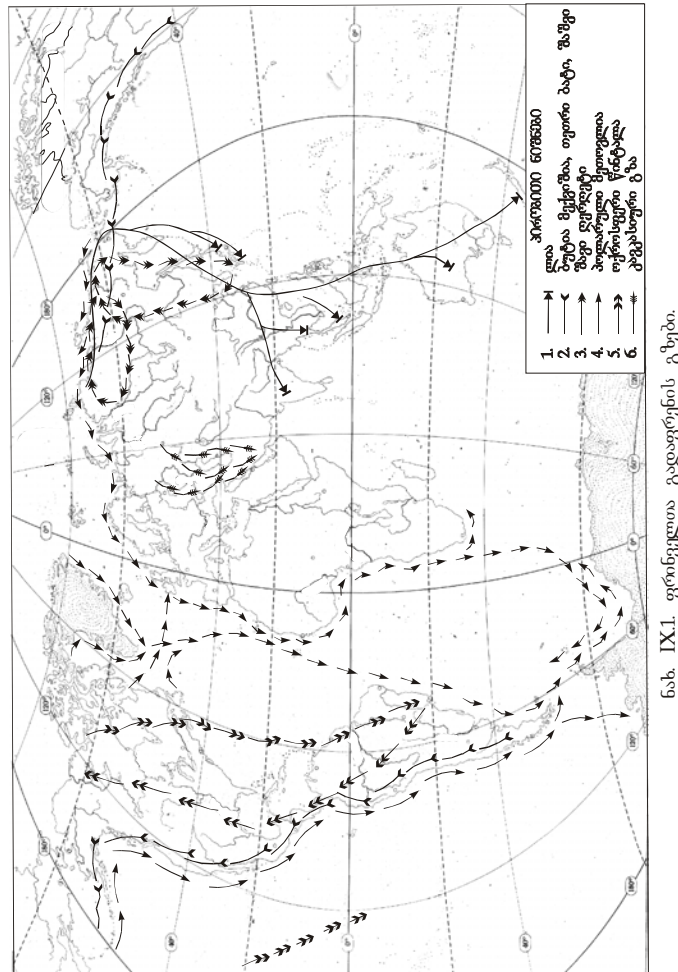
გარემოსადმი ამგვარი შეგუების არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ცხოველები არახელსაყრელი პირობებისაგან „გაქცევით“ შევლიან თავს. გარემოსადმი მცირე წინააღმდეგობის უნარის გამო, მათ თავდაცვის შესაფერისი უნარი გამოუქმავდათ. იმავე ნიშნებითაა შეპირობებული ცხოველთა ზამთრის თუ ზაფხულის ძილი, რომელიც ფიზიოლოგიური ნიშნების მკვეთრ ცვლასთანაა

დაკავშირებული. ასე, მაგალითად, ფიზიკური (უძილო) მდგომარეობაში ვირბაზუნა საათში 1500 ჩასუნთქვას (ყოველ 2,4 წმ-ში ერთი ჩასუნთქვა) ასრულებს, ხოლო ძილის დროს მხოლოდ 14-ს, ანუ ასჯერ ნაკლებს. ცხოველთა ნაწილი ძილის პერიოდისათვის ცხიმის მომარაგებას ახდენს, რომელიც მათ, ამ პასიური ფაზაში, დახარჯული ენერგიის აღსადგენად სჭირდება. მრავალ ცხოველთა დამახასიათებელი ნიშანია, აგრეთვე, ზაფხულის ძილი. იგი ჰაერის ცხელი და მშრალი ფაზის არახელსაყრელობითაა გამოწვეული. არცთუ იშვიათად, ამავე მოვლენას ადგილი აქვს ზომიერი განედების ბინადარ ცხოველებშიც. კერძოდ, ჩრდილოეთი ამერიკის თრია, საკვების უქონლობის გამო, ზამთრის ძილს ეძლევა. ამგვარი მაგალითები ბუნებაში მრავალია.

ამგვარად, გეოგრაფიული გარსის არა მხოლოდ ცალკეული ფაქტორების, არამედ მათი რთული კომბინაციის ურთიერთმოქმედებისა და ურთიერთკავშირების შედეგად ფორმირებული ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო პირობები, უშუალოდ ან მეშვეობით, განსაზღვრავენ გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას, რომლებიც ცხოველთა სადგომ-სამყოფელოს გეოგრაფიული დიფერენციაციის საშუალებას იძლევა. ამ მხრივ, საცხოვრებელი - ერთგვაროვანი პირობების არელების სახელწოდებად *ბიოტოპი* არის მიღებული. მისი მაგალითებია: მაღალღეროიანი წიწვოვანი ტყე, ჭაობი, მდელო, ტბა, თხილნარი და სხვ. მათი უმნიშვნელო დეტალები ფაქტობრივად წოდებული. ბიოტოპი შეიძლება იარუსებად (მინისტრემა, მინისტრედა, ბალახეული, ბუჩქოვანი, ხე-მცენარეული) დაიყოს. ასე, რომ ბიოტოპი ის რეალური მდგომარეობა, რომელშიც მოცემული ცხოველი ბინადრობს.

ერთმანეთთან ახლომყოფი ბიოტოპების გაერთიანებას *ბიოქორეტი* ეწოდება. მისი მაგალითია ტყე. უფრო მაღალი ან უმაღლესი ერთეული – *ბიოცენოზი*. ცნობილია მხოლოდ სამი – ხმელეთის, ზღვისა და შიგა წყალსატევების ბიოცენოზები.

წინამდებარე სახელმძღვანელოსაგან განსხვავებით, სხვა წინამორბედ მონოგრაფიებში (მაგ., ს. კალესნიკისა და სხვ.) ბიოსფეროს განხილვასთან ერთად მოცემულია დედამიწის გლობალური ფიზიკური და ცხოველთა საბინადრო არელების კანონზომიერი გეოგრაფიული გავრცობა და ამ წარმონაქმნების რეგიონული დახასიათება. ჩვენ, აღნიშნული ტრადიციისაგან ამჯერად თავს ვიკავებთ, ხოლო მის მნიშვნელოვან საფუძვლებს გეოგრაფიული ზონალურობის ასპექტებს დავეუკავებთ და ლანდშაფტური ზონების განხილვას (იხ. ფიზიკური გეოგრაფიის თეორიული საფუძვლები) მივუხდებით. ამგვარი მიდგომა იმითაც არის გამართლებული, რომ აღნიშნული (რეგიონული) შინაარსის მსჯელობა რეგიონულ-გეოგრაფიული დისციპლინების შესწავლის შემადგენელი ნაწილია და მისი დატვირთვა მესამე-მეოთხე კურსებზეა გათვალისწინებული.



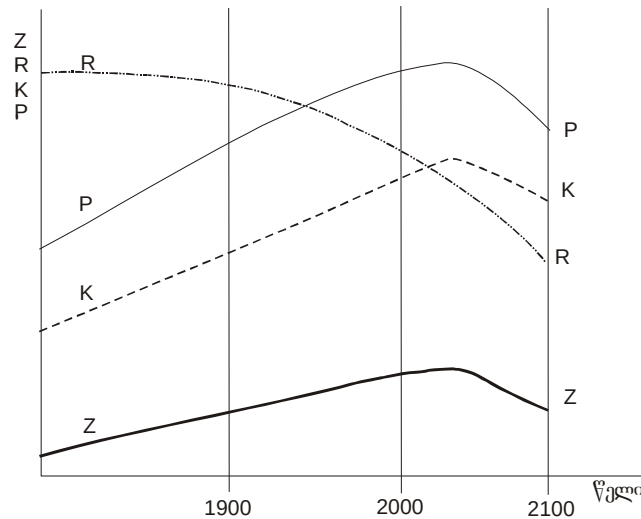
გლობალური ეკოლოგიური კრიზისები და კატასტროფები. ადამიანთა საზოგადოების წარმოშობისა და მისი სამეურნეო საქმიანობის წარმართვასთან ერთად ადგილი ჰქონდა საკმაოდ აქტიურ გემოქმედებას ბიოსფეროზე, რასაც, თავის მხრივ, თან სდევდა ეკოლოგიური კრიზისები. პირველი ეკოლოგიური კრიზისი შეფუარდება ცოცხალი ორგანიზმების საცხოვრებელი გარემოს მკვეთრ გაუარესებას, რომელიც დღევანდელი ადამიანის უშუალო და შორეული წინაპრების მიერ იყო გამოწვეული. მას არიდიზაციის ანთროპოგენურამდელი ეკოლოგიური კრიზისი დაარქვეს და ამ სამი მილიონი წლის წინ იყო გაბატონებული. მეორე კრიზისი ადამიანის მიერ სარენი და შესაგროვებელი რესურსების გაღარიბებით იყო გამოწვეული. ეს კრიზისული სიტუაცია 35-40 ათასი წლის წინანდელ პერიოდს ემთხვევა. მესამე (პირველი ანთროპოგენური) კრიზისი დაკავშირებულია ცხოველთა „გადამეტებულ რენვასთან“, რის შედეგად სახეზე იყო ე.წ. „კონსუმენტური კრიზისი“. იგი გამოიწვია პალეოლითური მონადირეობის საკმაოდ მაღალმა დონემ. მეოთხე ეკოლოგიური კრიზისი უკავშირდება, ნიადაგების დამლაშების გამო, მიწის სავარგულების დეგრადაციას. მას „პროდუცენტური კრიზისი“ ეწოდება. იგი, ამ ორი ათასი წლის წინ იყო გამოწვეული.

თანამედროვე ეკოლოგიური კრიზისი პროდუცენტების დაბინძურებითა და მინერალური რესურსების დეფიციტითაა გამოყვანილი, რომელიც ამ 150-350 წლის წინ დაიწყო. გლობალური თერმოდინამიკური (სითბური) კრიზისი XX საუკუნის შუა წლებიდან მომდინარეობს. თანამედროვე გლობალური კრიზისი ეკოლოგიურ სისტემებზე ახდენს ზემოქმედებას.

აღსანიშნავია, რომ ყოველი ეკოლოგიური კრიზისი ადამიანთა საზოგადოებისაგან საპასუხო რეაქციებს, ანუ დამაბალანსებელ რეგულაციებს იწვევდა. ასე, მაგალითად, კონსუმენტური კრიზისის საპასუხოდ ადამიანმა სამეურნეო წარმოება გააჩაღა, ხოლო ნიადაგების დეგრადაციის გამო პრიმიტიული სარწყავი სისტემები ამოქმედდა, მინერალური რესურსების დეფიციტმა კი ადამიანი ალტერნატიული ენერგეტიკული წყაროების გამოძებნაში მიიყვანა. ამჟამად, გლობალური კრიზისის ეპოქაში, საზოგადოება ცდილობს ეკოლოგიური დაგეგმარების პრინციპებით იმოქმედოს.

ამჟამად, ცნობილია გლობალური ეკოლოგიური კრიზისების მოდელირებისა და პროგნოზირების მრავალი ცდა, რომელთა დიდი ნაწილი რთული მათემატიკური მოდელების გამოყენებას ემყარება. ამგვარი მიდგომით ბუნებას განიხილავენ, როგორც ერთმანეთთან დაკავშირებულ და მრავალი ურთიერთგარდამქმნელი ფაქტორებისაგან შემდგარ რთულ სისტემას. მოდელირების შედეგად მიღებული პროგნოსტიკული შედეგებით ცალსახად აღიარებულია გლობალური ეკოლოგიური კრიზისების, შედარებით ახლო მომავალში, სრული ბალანსირებული მდგომარეობის ჩამოყალიბება.

ცხადია, რომ გლობალური ეკოლოგიური კრიზისის ბალანსირება გულისხმობს ეკონომიკური და დემოგრაფიული ასპექტების მდგრადი განვითარების მიღწევას. ამჟამად, გლობალური ეკოლოგიური კრიზისების მრავალი პროგნოსტიკული მოდელია შემუშავებული. მათ შორისაა ფორსტერ-მიდლოუზის მოდელი, რომლის მიხედვით ბუნებრივი გარემოსა და ადამიანთა საზოგადოების თანაარსებობა წარმოდგენილია განტოლებათა სისტემის სახით, რომელიც ითვალისწინებს ოთხი ცვლადი ფუნქციის დროითი დინამიკის ასახვას. ცვლადებად ჩათვლილია დედამიწის მოსახლეობა (P), კაპიტალი ანუ ძირითადი ფონდები (K), დედამიწის ამონრეზი ბუნებრივი რესურსები (R) და გაჯუჭყიანების (Z) მაჩვენებელი. იგულისხმება, რომ ოთხივე კომპონენტების ურთიერთგავლენები ბუნებრივი პროცესების სახით მიმდინარეობს.



ნახ. IX. 2. გლობალური განვითარების მოდელი.
P – მოსახლეობა; K – კაპიტალი;
R – ბუნებრივი რესურსები; Z – გაჭუჭყიანება..

აღნიშნული მოდელირების საფუძველზე მიღებულია 2100 წლამდე დედამიწის გლობალური განვითარების (ნახ. IX.2) ნათელი სურათი. როგორც ამ მოდელიდან ჩანს, მსოფლიოს მოსახლეობა XXI საუკუნის პირველ მეოთხედში კლავინდებურად გაიზრდება. ამავე დროს, მოდელის თანახმად, ადგილი აქვს ამონურვადი ბუნებრივი რესურსების, ერთი მხრივ, გამოლევადასა და, მეორეც მათი თვითღირებულების ზრდას. ამავე მოდელის მიხედვით მოსახლეობა 2025 -2100 წწ თითქმის 2 მილიარდით შემცირდება და 4 მილიარდი კაცი გახდება. გარემოს გაჭუჭყიანების დონე კი XXI ს-ის შუა წლებამდე ჯერ გაიზრდება, ხოლო შემდეგ, მოსახლეობისა და ბუნებრივი რესურსების კლების გამო, თანდათანობით შემცირდება. მოდელის ხელოვნურად შეცვლის (მოსახლეობა უცვლელად ჩაითვადა, ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისა და გაჭუჭყიანების სიდიდეები კი შეიზღუდა) შედეგად პროგნოსტიკულმა მოდელმა მიიღო „გლობალური წონასწორობის“ იერ-სახე. უნდა აღინიშნოს, რომ სინამდვილეში გარემოსა და ადამიანთა საზოგადოებას შორის ასეთი თეორიული შედეგის – წონასწორობის მდგომარეობის მიღწევა, საკმაოდ ძნელი წარმოსადგენია და პრაქტიკულად თითქმის შეუძლებელი.

მეორე „კიბერნეტიკული“ (მესაროვიჩ-პასგელის) მოდელის მიხედვით გარემოსა და საზოგადოების ურთიერთთანაარსების პროგნოზის მისაღებად მსოფლიოს ქვეყნები ორ ჯგუფადაა დაყოფილი. დაყოფის საფუძველად ამ ქვეყნების სოციალურ-ეკონომიკური დონეებია აღებული. მიღებული პროგნოსტიკული მოდელის მიხედვით, დედამიწის მთელი რიგი ქვეყნების ეკონომიკური განვითარების არსებული ტემპების შენარჩუნების პირობებში, ეკოლოგიური კატასტროფა მოსალოდნელია არა XXI ს-ის ბოლოს (ფორესტერ-მიდლუზის მოდელი), არამედ გაცილებით ადრე და, ამავე დროს, თითოეულ რეგიონში არსებული ფაქტორების გათვალისწინებით, ეკოლოგიური კატასტროფის საწყისი ეტაპი შეიძლება დროში რამდენადმე გადაადგილდეს კიდევაც. იმავე მოდელის თანახმად, გლობალური კრიზისი უკვე დაიწყო XX ს-ის 70-80-იან წლებში. იგი

გამოიხატა მოსახლეობის ნაწილის უბინაობით, ბავშვთა სიკვდილიანობის ზრდით, შიმშილით, განათლების დაბალი დონითა და სხვ. ფაქტებით.

პროგნოსტიკული მოდელების ანალიზით შესაძლებელია „გლობალური წონასწორობის“ სისტემის აღქმა. ამგვარი სისტემის მიხედვით შეიძლება წარმოვიდგინოთ მსოფლიოს „კომფორტული მდგომარეობა“, რომლის ოპტიმალური პარამეტრების მნიშვნელობებია: მოსახლეობა – 5 მლრდ. კაცი; ბუნებრივი რესურსების თავისებურებისა და გარემოს გაჯუჭყიანების მაჩვენებელი – 1970 წლის შესაბამისი სიდიდეების მერვედი ღონე; ოჯახის წევრთა სასურველი რაოდენობა – 4 სული.

ეკონომიკურ-ეკოლოგიური სისტემების ელემენტებს შორის მუდმივი კავშირების დაშვების გამო, აღნიშნული მოდელები შეიძლება არასრულყოფილად წარმოვიდგინოთ. მართლაც, კაცობრიობის განვითარების ისტორია გვიჩვენებს, რომ ეკონომიკის მსვლელობა მუდმივი ხარისხობრივი ცვლილებით ხასიათდებოდა. მომავლის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური მოდელის წარმოდგენა, აღნიშნული ცვლილებების გაუთვალისწინებლად, მხოლოდ პირობით ხასიათს ატარებს და კაცობრიობის არარეალურ მომავალს ახასიათებს.

თანამედროვე პირობებში, გლობალური ეკოლოგიური კრიზისის „ვადამდელი“ დადგომა კაცობრიობის შესაძლებელ საფრთხეების რეალიზაციასთანაა დაკავშირებული. ერთ-ერთ მთავარ საფრთხეს თვითონ თერმობირთვული ომი წარმოადგენს. გამოთვლებით დადგენილია, რომ თერმობირთვული ომის შემთხვევაში და პოსტატომური ეპიდემიების შედეგად მსოფლიოს მოსახლეობის ნახევარზე მეტი დაიღუპება. კატასტროფის წინაშე დადგება ადამიანთა საცხოვრისი გარემო, მცენარეულობა, ცხოველთა სამყაროს დიდი ნაწილი, უვარგისი გახდება ნიადაგების უდიდესი ნაწილი. ამიტომ, მსგავსი კატასტროფის შედეგები უშუალოდ უკავშირდება ბიოსფეროს ბედს. საგარეოდ, პოსტთერმობირთვული კლიმატის გლობალური ცვლილებისაგან, განსაკუთრებული საფრთხე ცოცხალ ორგანიზმებს ელის რომელსაც ალბათ კატასტროფული ხასიათი ექნება.

გლობალური ეკოლოგიური კატასტროფები დედამიწისათვის უცხო არ არის. ცნობილია გეოლოგიური წარსულის გლობალური ეკოლოგიური კრიზისები, რომელთა შედეგები ცხოველთა სამყაროსა და მცენარეულობის განადგურებით მთავრდებოდა. ამ მხრივ, ალსანიშნავია 65 მლნ. წლის წინანდელი დედამიწისა და მსხვილი კომეტის ორბიტების გადაკვეთა, რასაც პლანეტის ცოცხალი ორგანიზმებისა და, მათ შორის, დინოზავრების გადაშენება მოჰყვა, რადგანაც ცოცხალი ორგანიზმების საცხოვრებელი პირობები სრულიად უვარგისი და გამოუსადეგარი გახდა. მათ აღდგენას რამდენიმე მილიონი (საგარეოდ, 10 მლნ. წწ) წელიწადი დასჭირდა. თერმობირთვულ ომს უფრო მეტი კატასტროფის მოტანა შეუძლია. ცოცხალი ორგანიზმების ამონეკვეტასთან ერთად, ატომურ კატასტროფას შეუძლია მთლიანად გაანადგუროს განვითარებული ნოოსფეროს შექმნისა

და ბიოსფეროს ხანგრძლივი არსებობის, ანუ და ადამიანთა საზოგადოება – ნოოცენოზის მართვად-რეგულირებადი სისტემის პერსპექტივა შორეულ მომავალშიც კი.

აღნიშნული კატასტროფების წარმოდგენა ბიოსფეროს მომავალზე სახარბიელოს ვერაფერს გვპირდება. თერმობირთვული კატასტროფის თავიდან აცილების შემთხვევაში, რაც უშუალოდ საზოგადოებაზე დამოკიდებული, გარემო-საზოგადოების ურთიერთობაშიც არსებობს მომავლის განვითარების არასახარბიელო პროგნოზი. ამ მდგომარეობის თავიდან აცილება ადამიანთა საზოგადოების გარემოზე შეზღუდული ზემოქმედების შეგნებულ-რეგულირებადი ღატვირთვების აღიარებითაა შესაძლებელი. ამავე დროს, უნდა გვესმოდეს, რომ ბუნებრივი ციკლის – „ადამიან-ბუნება“ ცალმხრივი დამოკიდებულებიდან აუცილებელია ორმხრივ ადაპტაციაზე (კოევილუცია) გადასვლა. იგი გულისხმობს ადამიანთა საზოგადოების რაციონალურ გარდაქმნას, მის შეგუებას ობიექტურ ბუნებრივ გარემოსთან და საზოგადოებრივი წარმოების განვითარებას ეკოლოგიური შეზღუდულობის გათვალისწინებით. საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთობის ხარისხის განმსაზღვრელი ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი სწორედ ჯანსაღი მოსახლეობაა, საღი გონება, დღევანდელი და შინაარსიანი სიცოცხლე.

დასკვნები

1. გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების გამაერთიანებელი და ერთ-ერთი უმთვარესი მექანიზმით აღჭურვილი სისტემა – ბიოსფერო ანუ ცოცხალი ორგანიზმების „საასპარეზო ადგილი“ და ენერგიის განსაკუთრებულად აქტიური წყარო, წარმოადგენს რა დედამიწის ზედაპირზე ნივთიერებათა მასების გარდაქმნის (ტყევის გაბარდვა, მარჯნის ნაგებობის გაჩენა, გამოფიტვისა და ნიადაგწარმოქმნის მიმდინარეობა, ქანების წარმოქმნა, მზის ენერგიის დაგროვება და ხანგრძლივი კონსერვაცია) და გადაადგილების მამოძრავებელ ძალას, თავისი „საქმიანობის“ წარმართვას ასრულებს ეგზოგენური პროცესების მსვლელობის თანაზომიერად, მოიცავს თავის მიერ გარდაქმნილ ლანდშაფტური გარსის მნიშვნელოვან ნაწილს და ორგანიზმების თვისებრივი ფუნქციების საყოველთაო (ფართო) გავრცელებულობის ნიშნებით (გამრავლების უნარი) ხასიათდება;

2. ორგანული სამყაროს როლი გეოგრაფიულ გარსში არა მარტო მისი მასით, საყოველთაო გავრცელებითა და თვისებრივი სპეციფიკურობითაა განსაზღვრული, არამედ სახეზეა მისი არსებობის ფორმათა უსასრულო მრავალფეროვნება და საკმაოდ არაერთგვაროვანი გარემოს მიმართ სივრცე-დროითი ცვლილებების მიხედვით შეგუებულობის უნარი, რომლის ჩამოყალიბება

გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურულ-დინამიკური თავისებურებების ჩამოყალიბების ხანგრძლივი პროცესის შედეგია;

3. ბიოსფეროს უმთავრესი ელემენტი – მცენარეული საფარი იმყოფება რა მჭიდრო კავშირში გარემოს კომპონენტებთან - სახეზეა მათი ურთიერთკავშირებისა და ურთიერთგანპირებულობის ნიშნები და, კლიმატური ფაქტორების გავლენით, მკვეთრად აისახება მისი სახეობრივ-რაოდენობრივ მაჩვენებლებსა და ჰავის პირობების ურთიერთგანსაზღვრულობაში, რაც საბოლოო ჯამში, ხელს უწყობს ჰავის ჩამოყალიბების ბუნებრივ მსვლელობას;

4. გეოგრაფიული გარსის კანონზომიერ მრავალფეროვნებაში აღბეჭდილია რა განედურობის დალი (კვალი) როგორც ბუნების კომპონენტების არაცოცხალ კომპლექსებზე, ისე ბიოსფეროს უმთავრეს (მცენარეულობა, ცხოველთა სამყარო) ელემენტებზე, სახეზეა მათი ზონალური გავრცელებულობა, მიგრაციული ასპექტები რიგზელობა, კვებისა და ცხოველმოქმედების ნიშნები, გარემოსადმი ადაპტაციის უნარი, რომელიც, საბოლოო ჯამში, ბიოსფეროსა და ბუნებრივი პირობების ერთიან-მთლიან სისტემად ცამოყალიბებას განსაზღვრავს;

5. მცენარეულობასთან დაკავშირებული ნიადაგური საფარი, გარემო პირობების კანონზომიერი სივრცობრივ ცვლილებასთან ერთად, ამჟღავნებს რა მათი ტიპების ზონალურ გავრცელებას, კლიმატური და ნიადაგური ზონალურობის ამრეკლავს წარმოადგენ, ხოლო ამ უკანასკნელთა ტიპების შემცვლელი ფაქტორების (მაგ. რელიეფი) შედეგად აშკარაა სიმაღლებრივი სარგებლობის გამოვლინება;

6. მცენარეულობათა თანასაზოგადოების რაიმე ტიპების დედამიწის ზედაპირზე არათანაბარი გაფანტვა ხასიათდება არა მარტო მათი საერთო (მსგავსი) ნიშნებით, არამედ განმასხვავებელი თვისებების არსებობითაც, რაც ერთგვაროვანი ეკოლოგიური კონსტრუქციისა (მსგავსება) და ფლორისტიკული შემადგენლობის (სხვაობა) თავისებურებებით გამოიხატება, რაც ფოტოცენოზისა და ცალკეული სახეობების განვითარების ისტორიის სხვადასხვაობითაა განსაზღვრული;

7. დედამიწის ცხოველთა სამყაროს, ისე როგორც მცენარეულობის, დამოკიდებულება გეოგრაფიული გარსის ელემენტების მიმართ გამოვლენილია ჰავის, ნიადაგებისა და ორგანიზმთა თანასაზოგადოების მჭიდრო კავშირებით, თუმცა თავისი აქტიური გადაადგილების უნარით, მოკლებულია რაიმე არეალზე „მიჯაჭვულობას“, შესაძლებლობა აქვს ადვილად გაითავსოვოს სასიცოცხლო პირობები, რომელთა საზღვრები ეკოლოგიური ვალენტურობითაა განსაზღვრული;

8. გეოგრაფიული გარსის ელემენტებისა და ცხოველთა სამყაროს შორის კავშირები ამ უკანასკნელის ადაპტაციური უნარითაა შეპირობებული, მისი შეფარდებითი ღირებულებით ანუ მკაცრად განსაზღვრული გეოგრაფიული ჩარჩოების აშკარა მიზანშეწონილობითაა განსაზღვრული, რაც განაპირობებს გარემოსა და ცხოველებს შორის დამოკიდებულებებს: მფარველობითი ფერი (ფორმა), სხეულის იერ-სახე, კიდურების მოწყობილობა, ქცევა, სასიცოცხლო რიგებები;

9. ცხოველები არათუ დამოკიდებულია გარემოსაგან, არამედ აშკარაა მათ მიერ ამ უკანასკნელის შესამჩნევი გარდაქმნა, რაც აშკარად ჩანს მცენარეთა გაჩანაგებაში, მტაცებელთა მიერ სხვა ცხოველთა განადგურებაში, ნიადაგის მექანიკურ და ქიმიურ გარდაქმნაში, ნაგებობათა აგებაში (ტერმიტები, მარტინები), ლითონგენებში, თუმცა ჰაერის, მცენარეულობისა და ნიადაგების კანონზომიერი გავრცელების კვალდაკვალ - ცხოველთა ბიოლოგიური ციკლების ზონალურობა, იმავე ზონალური ბუნების – გარემოსადმი ადაპტაციის მქონე უნარითაა განპირობებული;

10. ცხოველთა სამყაროს ბუნებრივ წყლებთან დაკავშირებული ნაწილი – ჰიდროსფეროს გეოგრაფიული ასპექტების ხელშეწყობით, პრინციპულ გეოგრაფიულ კანონზომიერებებსაა დამორჩილებული, რომელშიც ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი ადაპტაციის კანონის საყოველთაო გამოვლინებაა, თუმცა მისი ფორმები და შეგუების გზები წყლის გარემოს მიმართ მოთხოვნილების მიხედვითაა ფორმირებული, ხოლო ამ კავშირების სიძლიერე ოკეანის ზედაპირიდან ორივე მიმართულებით თანდათანობით კლებულობს და გეოგრაფიული გარსის გარე საზღვრებთან სრულიად ქრება კიდევაც;

11. სისტემის „ადაპტირება-ბუნება“ ურთიერთობის ანთროპოგენური დატვირთვების ეპოქაში, მოსალოდნელია გლობალური ეკოლოგიური კრიზისების მასშტაბებისა და პოსტკრიზისული გარემოს არასახარბიელო მდგომარეობის თავიდან აცილების მიზნით, და მსოფლიოს „კომფორტული მდგომარეობის“ ოპტიმალური პარამეტრების გათვალისწინებით, ე. წ. კოეფიციენტი (ორმხრივი ადაპტაცია) პრინციპის ამოქმედება და საზოგადოების რაციონალური გარდაქმნა - შეზღუდული გარემო პირობებთან შეგუებისკენაა მიმართული, რაც აღნიშნულ სისტემაში ურთიერთობის ხარისხის ფაქტორებს განსაზღვრავს: ჯანსაღი მოსახლეობა, საღი გონება, დღევანდელი და შინაარსიანი ცხოვრება.

ლიტერატურა

1. ალფენიძე მ., ელიზბარაშვილი ე., ხარაძე კ. ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია. თსუ, 2003.
2. გამოჩენილი მოგზაურები და ბუნების მკვლევარები. თბ., 1989.
3. გეხტმანი გ. ნარკვევები გეოგრაფიის ისტორიიდან. თბ., 1955.
4. ელიზბარაშვილი ე., ჭავჭავაძე ზ. გვალვები, უნაღვეო და ნალექიანი პერიოდები საქართველოში. თბ., 1992.
5. ელიზბარაშვილი ე., ჭავჭავაძე ზ. ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა. თბ., 1992.
6. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი – 50. თბ., 1984.
7. ბარდალიშვილი გ. გამოჩენილი ქართველი გეოგრაფები და მოგზაურები. თბ., 1966.
8. კალესნიკი ს. დედამიწის ზოგადი გეოგრაფიული კანონზომიერებანი. თბ., 1972.
9. მარუაშვილი ლ. საქართველოს გეოგრაფიული შესწავლის ფუძემდებელი, ვახუშტი ბაგრატიონი. თბ., 1956.
10. მგელაძე კ. ბიოგეოგრაფია. თბ., 1974.
11. უკლება ნ. ჰიდროლოგია. თბ., 1974.
12. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 3. თბ., 1977.
13. ცხოვრებაშვილი შ. ზოგადი გეომორფოლოგია. თბ., 1996.
14. ცხოვრებაშვილი შ. ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფიის პრაქტიკუმი. თბ., 1955.
15. ხარაძე ე. ასტრონომიის საფუძვლები. ტ. I და II, თბ., 1991.
16. ხარაძე კ. გეოგრაფიული ცოდნის ისტორია ძველ საქართველოში. თბ., 1996.
17. ხარაძე კ. XII-XV სს. ქართველი და უცხოელი მოგზაურები. თბ., 1987.
18. ხარაძე კ. XVII-XIX სს. ქართველი მოგზაურები. თბ., 1987.
19. ხარაძე კ. გეოგრაფიული აზროვნება ძველ საქართველოში. თბ., 1988.
20. ხვედელიძე ზ., ელიზბარაშვილი ე. რელიეფის გავლენა ატმოსფერულ პროცესებზე. თბ., 1982.
21. ჭანაშვილი ა. ბიოგეოგრაფია. თბ., 1974.
22. ჭანელიძე ალ. ზოგადი გეოლოგიის მოკლე კურსი. თბ., 1968.
23. Алисов Б. П. и др. Курс климатологии. Л-д, 1952.
24. Баррет Э., Куртис Л. Введение в космическое землеведение. М., 1979.
25. Беручашвили Н. Л. Геофизика ландшафта. М., 1990.
26. Боднарский М. С. Античная география. М., 1953.
27. Братков В.В., Овдиенко Н.И. Геоэкология. Москва — 2005
28. Будико М. И. Глобальная экология. Л-д, 1977.
29. Будико М. И. Изменения климата. Л-д, 1974.
30. Будико М. И. Климат и жизнь. Л-д, 1971.
31. Будико М. И. Эволюция биосферы. Л-д, 1984.
32. Бунге В. Теоретическая география. М., 1967.
33. Вейль П. Популярная океанография. Л-д, 1977.
34. Вернадский В. И. Биосфера. Л-д, 1926.

35. Владимирив А. М. и др. Охрана окружающей среды. Л-д, 1991.
36. Герасимов И. П. Ресурсы биосферы на территории СССР. М., 1971.
37. Герасимов И. П. Советская конструктивная география. М., 1976.
38. Геренчук К. И., Боков В. А., Черванев И. Г. Общее землеведение. М., 1984.
39. Геттнер А. География, ее история, сущность и методы. Л.-М., 1930.
40. Долгушин Л. Д., Осипова Г. Б. Ледники. М., 1989.
41. Ермолаев М. М. Введение в физическую географию. Л-д, 1975.
42. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л-д, 1979.
43. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980.
44. История открытий – Энциклопедия I. М., 1998.
45. Калесник С. В. Основы общего землеведения. М., 1955.
46. Калесник С.В. Краткий курс общего землеведения. М., 1957.
47. Кормилицин В. И., Цицкишвили М. С., Яламов Ю. И. Основы экологии. М., 1997.
48. Краткая географическая энциклопедия. т. I-V. М., 1960-1966.
49. Лебедев В. Л. и др. Океан как динамическая система. Л-д, 1974.
50. Леонтьев О. К. Дно океана. М., 1968.
51. Магидович И. П., Магидович В. И. Очерки по истории географических открытий. т. I-V. М., 1982-1986.
52. Марков К. К. и др. Введение в физическую географию. М., 1973.
53. Марков К. К. и др. Физическая география мирового океана. М., 1980.
54. Монин А. С. История земли. Л-д, 1977.
55. Мировой водный баланс и водные ресурсы земли. Л-д, 1974.
56. Рябчиков А. М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М., 1972.
57. Соломенцев Н. А. и др. Гидрология суши. Л-д, 1976.
58. Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли. М., 1974.
59. Степанов В. Н. Мировой океан. М., 1974.
60. Опарин А. И. Возникновение жизни на Земле. М., 1957.
61. Подобедов Н. С. Общая физическая география и геоморфология. М., 1974.
62. Федоров Е. К. Взаимодействия общества и природы. Л-д, 1972.
63. Чеботарев А. И. Общая гидрология. Л-д, 1975.
64. Шипунов Ф. Я. Организованность биосферы. М., 1980.
65. Шубаев Л. П. Общее землеведение. М., 1977.
66. Якушова А. Ф., Хаин В. Е., Славин В. И. Общая геология. М., 1988.
67. Флинт Р. История Земли. М., 1978.
68. Jacobson M., Charlson R., Henning R. and Orians G. Rarth system siense. From biogeochemical cicles to Global Change. Academic press, New York, London, 2000.
69. <http://loveopium.ru/priroda/smerch-v-ssha.html>
70. <http://miigaik.ru/library.miigaik.ru/uchebnieposobiya/20160226141540-1423.pdf>
71. <http://www.okeanavt.ru/kontinentalnye-okrainy-i-osadki-okeanicheskikh-bassejnov/1225-kontinentalnyj-sklon.html>

Алпенидзе Мелор Джотоевич

Элизбар Элизбарашвили, Коба Харадзе

Общее земледелие

(На грузынском языке)

Сухумский государственный университет

Тбилиси 2016