

რამინ გობეჯიშვილი, ემილ წერეთელი, ცეცილია დონაძე, ვაჟა ტრაპაიძე
გიორგი დვალაშვილი, ლამზირა ლაღიძე, თინათინ ნანობაშვილი, თეონა თიგეშვილი

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა (სალექციო კურსი)

თსუ
2012

სარჩევი

ნაწილი I. დედამიწისმცოდნეობის როგორც მეცნიერული დარგის ზოგადი მიოხილვა

თავი 1. დედამიწისმცოდნეობის საგანი, კვლევის ობიექტი და ამოცანა

- 1.1. გეოგრაფიულ მეცნიერებათა სისტემა
- 1.2. დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერების შესწავლის ობიექტი.
- 1.3. ამოცანები და ფუნქციები.
- 1.4. კვლევის მეთოდები
- 1.5. გეოგრაფიული სივრცის ცნება

თავი 2. დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერული დარგის განვითარების ეტაპები საერთო გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების ფონზე

- 2.1. I ეტაპი - გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების ანტიკური ხანა
- 2.2. II ეტაპი - დიდი გეოგრაფიულ აღმოჩენათა პერიოდი
- 2.3. III ეტაპი - გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების თანამედროვე პერიოდი
- 2.4. დიდი ქართველი მოგზაურები და გეოგრაფები

ნაწილი II - გეოგრაფიული გარსის ფორმირების პირობები

თავი 3. კოსმოსური ფაქტორები

- 3.1. გალაქტიკები, გალაქტიკების მოძრაობა
- 3.2. ვარსკვლავები, მზე და მათი გამოსხივება
- 3.3. მზის სისტემა, პლანეტებისა და თანამგზავრების ურთიერთზემოქმედება
- 3.4. მთვარე-დედამიწის თანამგზავრი
- 3.5. ასტეროიდები, კომეტები, მეტეორიტები

თავი 4. პლანეტარული ფაქტორები

- 4.1. დედამიწის ორბიტალური მოძრაობა და მისი გეოგრაფიული მნიშვნელობა
- 4.2. დედამიწის მოძრაობა თავის ღერძის გარშემო და მისი გეოგრაფიული მნიშვნელობა
- 4.3. დედამიწის ფორმა და განზომილებანი, მათი გეოგრაფიული მნიშვნელობა
- 4.4. სასაათო სარტყლები
- 4.5. ადგილობრივი დრო
- 4.6. თარიღთა ცვლის მერიდიანი
- 4.7. კალენდარი
- 4.8. დედამიწის შინაგანი აგებულება და შედგენილობა
- 4.9. გეოფიზიკური ველები (გრავიტაციული ველი, მაგნიტური ველი)

ნაწილი III – გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურა, მისი შემადგენელი სფეროების დახასიათება

თავი 5. ატმოსფეროს აგებულება და შედგენილობა.

- 5.1. ატმოსფეროს მნიშვნელობა და აგებულება.
- 5.2. ატმოსფეროს შედგენილობა.

თავი 6. ჰაერის მასები, ატმოსფერული და კლიმატური ფრონტები.

- 6.1. ჰაერის მასები.
- 6.2. კლიმატური ფრონტები.

თავი 7. სითბოს მიმოქცევა ატმოსფეროში.

- 7.1. მზის რადიაცია, მისი განაწილება დედამიწის ზედაპირზე.
- 7.2. ალბედო, დედამიწის რადიაცია.
- 7.3. დედამიწის ზედაპირის და ატმოსფეროს რადიაციული ბალანსი.
- 7.4. ატმოსფერის სითბური რეჟიმი
- 7.5. დედამიწის ზედაპირის სითბური რეჟიმი

თავი 8. ტენის მიმოქცევა ატმოსფეროში.

- 8.1. ტენის მიმოქცევა ანუ წყლის ბრუნვა დედამიწაზე.
- 8.2. აორთქლება და აორთქლებადობა.
- 8.3. ჰაერის ტენიანობა.
- 8.4. წყლის ორთქლის კონდენსაცია, ჰიდრომეტეორები.
- 8.5. ნისლი, ღრუბლები.
- 8.6. ატმოსფერული ნალექები, თოვლის საფარი.
- თავი 9. ატმოსფეროს ცირკულაცია. ზოგადი ცირკულაცია, ციკლონები და ანტიციკლონები
- 9.1. ატმოსფეროს წნევა.
- 9.2. ქარები.
- თავი 10. ამინდი, კლიმატი
- 10.1. კლიმატწარმომშობი პროცესები და ფაქტორები
- 10.2. კლიმატთა კლასიფიკაციის პრინციპები
- თავი 11. ატმოსფერო და ადამიანი
- თავი 12. ჰიდროსფეროს აგებულება.
- 12.1. ჰიდროსფეროს სტრუქტურა და მნიშვნელობა, “ჰიდროსფერო-ატმოსფეროს” ერთიანი სისტემა
- 12.2. ბუნებრივი წყლის თვისებები.
- თავი 13. სითბოსა და ტენის მიმოქცევა ჰიდროსფეროში.
- თავი 14. მსოფლიო ოკეანე.
- 14.1. მსოფლიო ოკეანის სტრუქტურა.
- 14.2. მსოფლიო ოკეანის წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ტემპერატურული რეჟიმი
- 14.3. წყლის მოძრაობა ოკეანეში.
- 14.4. წყლის მასები და დინებები.
- თავი 15. ხმელეთის წყლები.
- 15.1. მიწისქვეშა წყლები.
- 15.2. მდინარეები.
- 15.3. ტბები.
- 15.4. ჭაობები, დაჭაობებული მიწები.
- 15.5. წყალსაცავები.
- 15.6. მყინვარები.
- თავი 16. ჰიდროსფერო და ადამიანი.
- თავი 17. ლითოსფერო საზღვრები. ამგები ქანების თავისებურებანი
- 17.1. ლითოსფერო, ლითოსფეროს საზღვრები
- 17.2. ამგებელი ქანების თავისებურებანი
- 17.3. გეოქრონოლოგია
- თავი 18. გამოფიტვის ქერქი
- თავი 19. სითბოს მიმოქცევა ლითოსფეროში
- თავი 20. ტენის მიმოქცევა ლითოსფეროში
- თავი 21. დედამიწის რელიეფი.
- 21.1. რელიეფი. რელიეფის კლასიფიკაცია.
- 21.2. ზოგადი წარმოდგენა რელიეფის განვითარებაზე, რელიეფწარმომქმნელი ფაქტორები.
- 21.3. გეოქრონოლოგია
- თავი 22. ენდოგენური პროცესების როლი რელიეფის ფორმირებაში
- 22.1. ბაქნები და გეოსინკლინები
- 22.2. ტექტონიკური მოძრაობები
- 22.2.1. ვერტიკალური ტექტონიკური მოძრაობები
- 22.2.2. ლითოსფეროს ფილების ახალი გლობალური ტექტონიკა
- 22.3. ვულკანები და მიწისძვრები
- თავი 23. ეგზოგენური პროცესების რელიეფის ფორმირებაში
- 23.1. ფლუვიალური პროცესები და რელიეფი

- 23.2. ეოლური პროცესები და რელიეფი.
- 23.3. კრიოგენული პროცესები და რელიეფი
- 23.4. გლაციალური პროცესები და რელიეფი
- 23.5. ფერდობული პროცესები და რელიეფი
- 23.6. კარსტული პროცესები და რელიეფი
- 23.7. სანაპირო პროცესები და რელიეფი
- 23.8. ბიოგენური პროცესები და რელიეფი
- თავი 24. დედამიწის რელიეფის თავისებურებანი
- 24.1 დედამიწის ზედაპირის აგებულების ძირითადი თავისებურებანი, ჰიფსოგრაფიული მრუდი
- 24.2. ხმელეთის რელიეფი
- 24.3. ოკეანის ფსკერის რელიეფი
- 24.4. რელიეფის გავლენა სითბოსა და ტენის განაწილებაზე
- თავი 25. ლითოსფერო და ადამიანი
- თავი 26. ცნება ბიოსფეროზე
- 26.1. ბიოსფეროს აგებულება და შედგენილობა
- 26.2. სიცოცხლის წარმოშობა და განვითარება დედამიწაზე
- 26.3. ბიოსფეროს ძირითადი ფუნქციები გეოგრაფიულ გარსში
- თავი 27. სითბოს და ტენის მიმოქცევა ბიოსფეროში
- 27.1. სითბოს მიმოქცევა ბიოსფეროში.
- 27.2. ტენის მიმოქცევა ბიოსფეროში, ტრანსპირაცია
- თავი 28. ბიოსფერო და ადამიანი

ნაწილი IV – გეოგრაფიული გარსი, ნოსფერო

- თავი 29. გეოგრაფიული გარსის განვითარების ეტაპები
- თავი 30. გეოგრაფიული გარსის ძირითადი კანონზომიერებები
- 30.1. რიტმული მოვლენები გეოგრაფიულ გარსში
- 30.2. გეოგრაფიული გარსის ერთიანობა, მთლიანობა – ნივთიერებისა და ენერჯის მიმოქცევა გეოგრაფიულ გარსში
- 30.3. გეოგრაფიული გარსის ზონალობა და აზონალობა
- 30.4. გეოგრაფიული გარსის სიმეტრია, დისიმეტრია
- თავი 31. ნოსფერო
- 31.1. ცნება ნოსფეროზე

ნაწილი V - გეოგრაფიული გარსი და საზოგადოება

- თავი 32. გეოგრაფიული გარსი და მისი როლი საზოგადოების განვითარებაში
- გეოგრაფიული ტერმინების განმარტებანი
- ეს საინტერესოა
- ლიტერატურა

ნაწილი 1. დედამიწისმცოდნეობის როგორც მეცნიერული დარგის ზოგადი მიოხილვა

თავი 1. დედამიწისმცოდნეობის საგანი, კვლევის ობიექტი და ამოცანა

უძველესი დროიდან მოყოლებული გეოგრაფია სხვადასხვა ქვეყნის ბუნების, მოსახლეობისა და მეურნეობის შესახებ არსებულ ცოდნათა ერთიან კრებულს წარმოადგენდა. გეოგრაფია ჯერ კიდევ უხსოვარ დროში წარმოიქმნა. შემორჩენილია ხმელთაშუაზღვის აღმოსავლეთ ნაწილის და ქალაქ ბაბილონის გეგმები, რომლებიც ჩვ.წ–ად–მდე IX-VII ს–ით. თარიღდება, ასევე აღმოჩენილია დედამიწის ზედაპირის გამოსახულებანი უძველეს ეგვიპტეში, ჩინეთში, ინდოეთში და სხვ. ამჟამად, იგი ერთი მეცნიერება კი არა, საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ დისციპლინათა მთელი კომპლექსია, რომელთაგან პირველი – დედამიწის ზედაპირის ბუნებას, მეორე კი – საზოგადოებრივი წარმოების ტერიტორიული განლაგებისა და განვითარების თავისებურებებს და პირობებს შეისწავლის.

ადამიანთა საზოგადოების მიერ დაგროვილი ცოდნა სამ დიდ ჯგუფად იყოფა: 1. **საბუნებისმეტყველო** 2. **საზოგადოებრივი** და 3. **ტექნიკური**.

მოვლენები და ობიექტები, რომელსაც თანამედროვე გეოგრაფია შეისწავლის, მეტად ფართო სპექტრისა და მასშტაბისაა; მათი წარმოშობისა და განვითარების სრული სურათის დადგენა შეიძლება მხოლოდ საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ მეცნიერულ დარგებზე დაყრდნობით. აქედან გამომდინარე გეოგრაფია ითვლება არა ერთ, „მონო“ მეცნიერულ დარგად, არამედ ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებულ საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივი მეცნიერული დარგების რთულ სისტემად.

1.1 . გეოგრაფიულ მეცნიერებათა სისტემა

. გეოგრაფია თავის თავში აერთიანებს ორ ჯგუფს – საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ ცოდნას. ამით იგი გამორჩეული მეცნიერული დარგია – კომპლექსური, რომელიც ოთხ დიდ ბლოკად იყოფა: 1. **ფიზიკურ–გეოგრაფიული** 2. **სოციალურ–ეკონომიკურ გეოგრაფიული**, **ანუ საზოგადოებრივი გეოგრაფიული** 3. **ქვეყანათმცოდნეობა** და 4. **კარტოგრაფია**.

ზემოაღნიშნული გეოგრაფიულ მეცნიერებათა სისტემა ჩამოყალიბდა უძველესი ერთიანი გეოგრაფიის თანდათანობითი დანაწევრებით; ზოგი მათგანი შეისწავლის დედამიწის ზედაპირის ბუნებას, ზოგიერთი კი – საზოგადოებრივი წარმოების ტერიტორიულ განლაგებას, განვითარების პირობებს და თავისებურებებს; ამასთანავე, ყველა გეოგრაფიულ დარგს აერთიანებს წარმოშობის და ინტერესების ერთიანობა, რაც განპირობებულია მათი კვლევის ობიექტების ურთიერთკავშირიდან. ამასთან დაკავშირებით ერთიანია მათი საბოლოო მიზანიც – ბუნებისა და საზოგადოების განვითარებისა და ურთიერთკავშირის კანონზომიერებების დადგენა.

1 **საბუნებისმეტყველო, ანუ ფიზიკურ–გეოგრაფიული** ბლოკს მიეკუთვნება: გეომორფოლოგია, კლიმატოლოგია, ხმელეთის ჰიდროლოგია, ოკეანოგრაფია, გლაციოლოგია, მზრალობამცოდნეობა, ნიადაგთმცოდნეობა, ბიოგეოგრაფია, ფიზიკური გეოგრაფია და ფენოლოგია.

2. **საზოგადოებრივ, ანუ სოციალურ–ეკონომიკურ გეოგრაფიულ მეცნიერებათა** ბლოკს მიეკუთვნება საერთოდ გეოგრაფიის და მისი ცალკეული დარგების ისტორია, ტოპონიმისა და ეკონომიკური გეოგრაფია, მისი ყველა მთავარი განშტოებით: მოსახლეობისა და დასახლებული პუნქტების, მრეწველობის, სოფლის მეურნეობის, ტრანსპორტის, ბუნებრივი და შრომითი რესურსების, გაცვლა–გამოცვლისა და მოხმარების და ენერგეტიკის გეოგრაფია, მომსახურეობის გეოგრაფია, საერთაშორისო მრეწველობის გეოგრაფია, პოლიტიკური გეოგრაფია, რეგიონული გეოგრაფია, ანუ ტერიტორიულ–სამრეწველო კომპლექსები და სხვ.

3. **ქვეყანათმცოდნეობა** აერთიანებს მხარეთმცოდნეობას, სამედიცინო და სამხედრო გეოგრაფიას; ამ დარგების მთავარი მიზანია საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ გეოგრაფიული მეცნიერებების მიერ მოპოვებული მასალების გაერთიანება–განზოგადება, ამავე დროს, იგი სწავლობს გეოგრაფიულ მეცნიერებათა ფარგლებს გარეთ მოპოვებულ ფაქტებს და მონაცემებს.

4. **კარტოგრაფია** არის გამაერთიანებელი გეოგრაფიული დარგი, რომელიც ემსახურება გეოგრაფიის ყველა ბლოკს თავისი შემადგენელი დარგებითურთ.

1.2. დედამიწისმცოდნეობის როგორც მეცნიერების შესწავლის ობიექტი

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის გეოგრაფიულ მეცნიერულ დარგად ჩამოყალიბება ხანგრძლივ პროცესს წარმოადგენდა. XX საუკუნის 60-იან წლებში იყო მცდელობა გეოგრაფია წარმოედგინათ როგორც მეცნიერებათა კომპლექსი, იმის საფუძველზე, რომ ყველა გეოგრაფიულ დარგს თითქოსდა გააჩნდა ერთი და იგივე კვლევის ობიექტი – **გეოგრაფიული გარემო** (ანუჩინი, 1960). ამ კონცეფციას წარმატება არ ხვდა წილად, ვინაიდან შეუძლებელია, საზოგადოებრივი და საბუნებისმეტყველო გეოგრაფიული დარგების ერთ გეოგრაფიად წარმოდგენა, ამისათვის საჭიროა მათ ჰქონდეთ ისეთი კვლევის ობიექტი, რომლის სპეციფიური თვისებები და განვითარების კანონები ერთნაირად დამახასიათებელი იქნება ბუნებისთვისაც და საზოგადოებისთვისაც, მაგრამ ჩვენთვის ცნობილია, რომ ასეთი ობიექტი არ არსებობს.

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა ერთ–ერთი გეოგრაფიული დარგია. ბერძნულიდან თარგმანში გეოგრაფია ნიშნავს „მიწის აღწერას“. ასეთი განმარტება გეოგრაფიის, როგორც მეცნიერული დარგის შესახებ თანამედროვე წარმოდგენას აღარ შეესაბამება, ვინაიდან აღწერა ეს არის ფაქტების ჩამონათვალი, ხოლო ნებისმიერი მეცნიერული დარგის ამოცანაა მოახდინოს მოვლენების, ფაქტების სისტემატიკა, დაადგინოს მათი წარმოშობისა და კანონზომიერი განვითარების მიზეზ–შედეგობრივი კავშირი.

ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის ამოცანაა შეისწავლოს გეოგრაფიული, ანუ ლანდშაფტური გარსი, როგორც დინამიური სისტემა, განსაზღვროს მისი სტრუქტურა და სივრცითი დიფერენციაცია, ანუ ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა, როგორც გეოგრაფიული დარგი, წარმოადგენს მეცნიერებას დედამიწის ძირითად კანონზომიერებებზე.

დედამიწის სფეროსებური გარსი, რომელმაც მიიღო გეოგრაფიული, ანუ ლანდშაფტური გარსის სახელწოდება, ესაა თავისი თვისებებით განსაკუთრებული ბუნებრივი კომპლექსი, უნიკალური მზის სისტემაში, მასში ურთიერთზემოქმედებს და ერთიანდება დედამიწის ზედაპირის–ლითოსფეროს და ატმოსფეროს ნაწილები, ჰიდროსფერო და ბიოსფერო მთლიანად. მისთვის დამახასიათებელია: 1) ნივთიერებათა სამივე, ანუ მყარ, თხევად და აიროვან აგრეგატულ მდგომარეობაში არსებობა; 2) ყველა იმ ქიმიური ელემენტის არსებობა, რაც კი მზის სისტემაშია; 3) ნივთიერებათა ბრუნვისა და ცვლის სხვადასხვა ფორმები; 4) პლანეტის შიდა ნაწილებიდან და კოსმოსიდან (ძირითადად მზისაგან) გზავნილი ენერგიის და მატერიის ათვისება და გარდაქმნა; 5) სიცოცხლის არსებობა– ცოცხალი ორგანიზმების მიერ არსებული ენერგიის აკუმულირება და გარდაქმნა.

გეოგრაფიულ ანუ ლანდშაფტურ გარსს ასევე ახასიათებს: **1) ერთიანობა; 2) ნივთიერებისა და ენერგიის მუდმივი ცვლა; 3) სტრუქტურის მზრდადი განვითარება, რითმულობა, სონალობა–აზონალობა, სიმეტრია–დისიმეტრია.**

ჩვენი პლანეტის ხანგრძლივი განვითარების შედეგად ჩამოყალიბებული გეოგრაფიული გარსი შედგენილობისა და აგებულების სირთულით გამოირჩევა, მას გააჩნია პერიფერიული ფენა, სადაც ერთმანეთს ეხება, ერთმანეთში იჭრება და ურთიერთზემოქმედებს სრულიად განსხვავებული ოთხი სფერო: ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო და ბიოსფერო. ამ ფენის სიმძლავრე დაახლოებით 40 კმ–ია და იგი შემდეგ საზღვრებშია განფენილი: ზემოთ ატმოსფეროში – 25–30 კმ–ის სიმაღლეზე, ქვემოთ – დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან ოკეანეში 10–11 კმ–ის სიღრმეზე, ხოლო ხმელეთზე გეოგრაფიული გარსის საზღვარს სხვადასხვა სიღრმეზე ატარებდნენ. საზღვარს ატარებდნენ დედამიწის ქერქის ძირშიც, სეისმური, ან ვულკანური კერების საშუალო სიღრმეზე, თანამედროვე პროცესების გათვალისწინებით ლითოსფეროს ფარგლებში გეოგრაფიულ გარსს უნდა მივაკუთვნოთ მხოლოდ ჰიპერგენეზის არე, რომელიც მოიცავს როგორც დანალექ, ისე მაგმურ ქანებს. ჰიპერგენეზის არე დიდი სისქის არ არის, მაგრამ ცალკეულ ადგილებში იგი 500–800 მ–ს აღწევს.

გეოგრაფიული გარსიდან დედამიწის წიაღის უფრო ღრმა ნაწილების გამოთიშვა სრულიადაც არ ნიშნავს ენდოგენური პროცესების უგულებელყოფას, მათ ეფექტზე საუბარს გვერდს ვერ ავუვლით, როდესაც ვახასიათებთ აბსოლუტურ სიმაღლეებსა და დედამიწის რელიეფის ფორმებს; ხოლო

ვულკანების ამოფრქვევის და მიწისძვრის დროს ვითვალისწინებთ ამ მოვლენების ზეგავლენას ლანდშაფტზე.

რაც შეეხება ზედა საზღვარს, ანუ ატმოსფეროში 25–30 კმ-ს, იგი გატარებულია სტრატოპაუზაზე, ვინაიდან ამ საზღვრამდე შეიმჩნევა დედამიწის ზედაპირის სითბური გავლენა ატმოსფერულ პროცესებზე.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ გეოგრაფიული გარსი ესაა მატერიალური სისტემა, წარმოქმნილი ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს და ბიოსფეროს (თანამედროვე ეტაპზე უკვე ადამიანთა საზოგადოებისაც) ურთიერთზემოქმედებით.

დედამიწისმცოდნეობის კვლევის საგანს, მის ობიექტს კი სწორედ ეს გეოგრაფიული ანუ ლანდშაფტური გარსი წარმოადგენს, ე.ი. დედამიწისმცოდნეობა ესაა მეცნიერება გეოგრაფიულ გარსზე, მის შედგენილობასა და სტრუქტურაზე, ფორმირებისა და განვითარების თავისებურებებზე, სივრცით დიფერენციაციაზე.

1.3. ამოცანები და ფუნქციები.

დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერული დარგის განვითარება, განუყოფელია გეოგრაფიისაგან, ამიტომ ყველა ის ამოცანა, რაც გეოგრაფიის წინაშეა, ვრცელდება და ითვლება დედამიწისმცოდნეობის ამოცანად.

ამასთანავე მასაც ასევე გააჩნია შემეცნების სამი საფეხური:

- ფაქტების შეკრება და დაგროვება
- მათი სისტემაში მოყვანა, კლასიფიკაცია და თეორიული საფუძვლების ჩამოყალიბება
- მეცნიერული პროგნოზირება, თეორიის პრაქტიკაში დანერგვა–გამოყენება, მონიტორინგი.

გეოგრაფიის დარგების წინაშე დასახული ამოცანების გადაწყვეტის გზები და მეთოდები იკვლევოდა მეცნიერების და საზოგადოების განვითარების კვალდაკვალ.

ანტიკურ გეოგრაფიას ძირითადად აღწერილობითი (ემპირიული) ფუნქცია ეკისრებოდა; ამ დროის შემორჩენილ ფოლიანტებში აღწერილია ახლად აღმოჩენილი მიწები, დამწერლობის შემოღებამდე კი სიტყვიერად გადაეცემოდა ინფორმაცია აღნიშნული მიწების შესახებ. ემპირიულ ფუნქციას გეოგრაფია ასრულებდა დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების პერიოდამდე (XVI-XVII ს.ს.)–მდე. აღწერილობით გეოგრაფიას დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა ბოლომდე, ვინაიდან იკვლევდნენ რა ოკეანის ფსკერს, კაცობრიობამ მხოლოდ XX ს–ის შუა პერიოდში გაიგო შუა ოკეანური ქედების პლანეტარული სისტემის არსებობის შესახებ; ოღონდ აღწერის საფუძველზე შეიქმნა უფრო სხვა მიმართულება, დაისახა უფრო რთული ამოცანა – ანალიტიკური კვლევა; თეორიული საფუძვლების შექმნა, რაც აუცილებელია ნებისმიერი მეცნიერული დარგის განვითარებისათვის; აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ პირველი მეცნიერული თეორიის ავტორად, ანტიკური ხანის წარმომადგენელი არისტოტელე ითვლება; მან თავის ნაშრომში “მეტეოროლოგიკა”– მიუთითა, რომ დედამიწის წყლიანი და ჰაეროვანი გარსები ერთიანია და ამ ერთიან სისტემაში მიმდინარეობს წყლის მიმოქცევა.

XVIII-XIX ს.ს.–ში, როდესაც მსოფლიო თითქმის მთლიანად იქნა აღმოჩენილი და აღწერილი, წინა პლანზე გამოვიდა გეოგრაფიის ანალიტიკური და თეორიულ–განმარტებითი ფუნქციები: გეოგრაფები უკვე ანალიზს უკეთებდნენ დაგროვილ ფაქტებს, მონაცემებს და ქმნიდნენ პირველ ჰიპოთეზებს და თეორიებს.

ბოლო ეტაპზე, ანუ გეოგრაფიული გარსის განვითარების *ნოოსფერულ* ფაზაში, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პროგნოზსა და მონიტორინგს; ბუნების მდგომარეობის კონტროლს და მისი შემდგომი განვითარების შეცნობას, პროგნოზირებას. თანამედროვე გეოგრაფიის უმთავრესი ამოცანაა შეიმუშაოს მეცნიერული საფუძვლები ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად ასათვისებლად, ამასთანავე, შეინარჩუნოს, სასიკეთოდ გარდაქმნას და დაიცვას ბუნებრივი გარემო.

ასევე მნიშვნელოვანია სტიქიური უბედურებების, ბუნებრივ და ტექნოგენური კატასტროფების შესწავლა და პროგნოზირება, ვინაიდან ძლიერაა გახშირებული მათი გამოვლინება. მოსახლეობის ზრდის და ტექნიკის განვითარების კვალდაკვალ მოსალოდნელია, რომ მათი მასშტაბები კიდევ უფრო გაიზრდება.

გეოგრაფიის ამჟამინდელ უმთავრეს ამოცანად ითვლება ადამიანისა და ბუნების ურთიერთზემოქმედების კვლევა, ანუ ადამიანისა და ბუნების კოევიოლუციის სტრატეგიის შემუშავება.

გეოგრაფიას გააჩნია აღმზრდელიობითი ფუნქცია, შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ მეტ-ნაკლებად განვითარებული ადამიანი, რომელმაც არ იცის გეოგრაფია.

1.4. კვლევის მეთოდები.

არსებობს გეოგრაფიული კვლევის სხვადასხვა მეთოდი, რომელიც სამ კატეგორიად იყოფა: **ზოგადი, დარგთაშორისი და კერძო, ანუ სპეციფიური**, ამა თუ იმ დარგისთვის.

ზოგადმეცნიერული მეთოდებიდან ცნობილია ისტორიული მეთოდი, რომელმაც გამოხატულება პალეოგეოგრაფიაში ჰპოვა.

დარგთაშორისი მეთოდებიდან აღსანიშნავია საბუნებისმეტყველო და ზუსტი მეცნიერებების ჯგუფური მეთოდები: მათემატიკური, გეოლოგიური, გეოქიმიური, გეოფიზიკური და მოდელირების. ბოლო დროს განსაკუთრებით ინტენსიურად გამოიყენება მასალის და მოდელების კომპიუტერული დამუშავება. მათემატიკური მეთოდი აზროვნების საერთო ანალიტიკური დონის განვითარებაზე მოქმედებს. გეოფიზიკური და გეოქიმიური მეთოდები კი საშუალებას იძლევა შეფასდეს ნივთიერებებისა და ენერჯის თვისობრივი და ხარისხობრივი მიმოქცევა გეოგრაფიულ გარსში, მათი რეჟიმი.

მოდელი, ანუ ობიექტის გრაფიკული გამოსახულება, თვალნათლივ გამოხატავს მის სტრუქტურას, დინამიკას, კავშირურთიერთობებს სტრუქტურულ ელემენტებსა და გარესამყაროს შორის, რაც საბოლოო ჯამში, კვლევის შემდგომი ეტაპის დაგეგმვის და პროგრამირების საშუალებას იძლევა.

კერძო, ანუ სპეციფიურ მეთოდებად გეოგრაფიაში ოდითგანვე ითვლებოდა აღწერილობითი, შედარებითი, კარტოგრაფიული, ექსპედიციური, ხოლო შემდგომში აეროკოსმოსური მეთოდები.

გეოგრაფიაში აეროფოტოსურათების კვლევა XX ს-ის 30-იანი წლებიდან გამოიყენება, ხოლო აეროკოსმოსური სურათების დემიფირების მეთოდი კი მოგვიანებით დაფუძნდა. იგიფართო დიაპაზონისაა და დიდი ფართობის ტერიტორიის სიმაღლიდან კომპლექსურად შესწავლის საშუალებას იძლევა; ამასთანავე, აზუსტებს და აღრმავებს აღრინდელი კვლევის მეთოდებით მოპოვებული მასალის ხარისხს.

თანამედროვე მეცნიერი გეოგრაფი წარმოადგენს ძლიერ ერუდირებულ, მრავალსპექტრიან მკვლევარს, რომელიც აღჭურვილია განსაკუთრებული გეოგრაფიული კომპლექსური ხედვით და აზროვნებით. მას ძალუძს ერთი შეხედვით უმნიშვნელო მოვლენებშიც კი დაინახოს დროსა და სივრცეში განვითარებული სისტემის სტრუქტურულ ნაწილებს შორის მიმდინარე ურთიერთზემოქმედება. მას ამ ამოცანების გადაწყვეტაში ძლიერ ეხმარება ბოლო დროს გეოგრაფიულ მეცნიერებაში დამკვიდრებული უახლესი კომპიუტერული პროგრამები – გეოინფორმაციული სისტემები.

სამყაროს შესახებ ახალი ცოდნის შემენის სურვილი, ისევე როგორც, შორეულ წარსულში, დღესაც აიძულებს გეოგრაფს დატოვოს მყუდრო გარემო და ექსპედიციის შემადგენლობაში გაემართოს დედამიწის საიდუმლოებების ამოსაცნობად.

1.5. გეოგრაფიული სივრცის ცნება.

დედამიწისა და კოსმოსურ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირი მყარდება ნაწილობრივ უშუალოდ დედამიწის ზედაპირზე, ნაწილობრივ კი – ამ ზედაპირის გარეთ. გარეთა პროცესები განაპირობებს გეოგრაფიული მოვლენების საერთო მსვლელობას, ხოლო დედამიწის ზედაპირზე არსებული – ამ მოვლენების განაწილებას გეოგრაფიულ გარსში.

„გეოგრაფიული სივრცის და დრო“–ის იდეის კვლევით მრავალი მეცნიერი იყო დაკავებული, მათ შორის ისეთები, როგორებიც არიან **ი. ეფრემოვი, დ.არმანდი, კ.მარკოვი, ნ. სვიატკოვი, ვ. ლიამინი, ს. კალუსნიკი და სხვ.**

ვ.ლიამინი თვლის, რომ სამყაროში უამრავი რეალურად არსებული სივრცისა და დროის ფორმა, თუნდაც ქიმიური, ბიოლოგიური, გეოგრაფიული; **სივრცე** ეს არის გარკვეული სისტემის კომპონენტების ურთიერთშეთანხმებული განლაგება, **დრო** კი – მოცემული თვითგანვითარებადი სისტემის მდგომარეობის მონაცვლეობა. გეოგრაფიულ ენციკლოპედიურ ლექსიკონში გეოგრაფიული სივრცის

შემდეგი განმარტებაა მოცემული: „გეოგრაფიული სივრცე ესაა გეოგრაფიულ გარსში ობიექტებისა და მოვლენების არსებობის გარკვეული ფორმა, ასევე ურთიერთზემოქმედება იმ გეოგრაფიულ ობიექტებს შორის, რომლებიც განლაგებულია ამა თუ იმ კონკრეტულ ტერიტორიაზე და ვითარდება დროში“.

„გეოგრაფიულ სივრცეს“ კიდევ უფრო ფართო გაგებით წარმოგვიდგენენ *მ.ერმოლაევი (1967–1969 წ.წ.) და კ. პაშკანგი (2000 წ.)*, ისინი თვლიან, რომ გეოგრაფიული გარსი მჭიდრო ურთიერთკავშირშია კოსმოსურ სივრცესა და დედამიწის შინაგან სამყაროსთან. მზიდან დედამიწაზე შემოსული ენერგია ითვლება ყველა გეოგრაფიული პროცესის წყაროდ: მზის მიზიდულობის ძალა იკავებს დედამიწას ორბიტაზე, ხოლო მთვარის მიზიდულობის ძალა – თვალნათლივ იწვევს მიმოქცევის ტალღებს ჰიდროსფეროში, ასევე მრავალ, თვალთ უხილავ თუ ხილულ პროცესებს ლითოსფეროსა და ბიოსფეროში. დედამიწის ზედაპირზე კოსმოსური სამყაროდან ცვივა მეტეორიტები. ეს არის მცირე ჩამონათვალი იმისა, თუ დედამიწას რა კავშირი აქვს კოსმოსთან, რაც შეეხება დედამიწის წიაღთან კავშირს, აღსანიშნავია, რომ აქედან ზედაპირზე გამოვლინდება ენდოგენური ენერგია, რაც იწვევს დედამიწის მეტ–ნაკლებად მსხვილი ფორმების ჩამოყალიბებას.

აქედან გამომდინარე, გეოგრაფიული სივრცე ესაა ბუნებრივი სისტემა, რომელიც ვრცელდება დედამიწის მაგნიტური ველის ზედა საზღვრიდან (10–ჯერ დედამიწის რადიუსი) *მოხოსოვიჩის ანუ „მოხოს“ ზედაპირამდე*.

ზემოაღნიშნულ საზღვრებში გეოგრაფიული სივრცე 4 ნაწილად იყოფა:

1.ახლო კოსმოსი – ქვედა საზღვარი გადის დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან 1500–2000 კმ–ის სიმაღლეზე. ეს არის კოსმოსური ფაქტორების, დედამიწის მაგნიტური და გრავიტაციული ველის მოქმედების არე, აქვეა რადიაციული სარტყელი; მაგნიტოსფერო აკავებს მზის კორპუსკულარულ გამოსხივებას.

2.მაღალი ატმოსფერო – ქვედა საზღვარი გადის ოზონის ეკრანზე, დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან 25 კმ–ის სიმაღლეზე. აქ ხდება პირველადი კოსმოსური სხივების (პროტონების) შეკავება და მათი გარდაქმნა მეორად სხივებად (ელექტრონები და მეზონები); აქვე ხდება თერმოსფეროს გათბობა, რის შედეგადაც, გაიბნევა წყალბადი და ჰელიუმი, ყალიბდება *ოზონის შრე ანუ ეკრანი*, რომელიც მიკროორგანიზმებს იცავს ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი სხივების დამლუპველი დოზებისაგან. გარდაქმნილი, ანუ მეორადი კოსმოსური სხივები აუცილებელია დედამიწის ბიოლოგიური სამყაროს ევოლუციისათვის.

3.გეოგრაფიული ანუ ლანდშაფტური გარსი – ჩვენ მასზე ზემოთაც გვქონდა საუბარი, მისი სიმძლავრე დაახლოებით 40 კმ–ია და სტრატოპაუზიდან ქვემოთ ოკეანეებში 11 კმ–ის სიღრმეზე, ხოლო ლითოსფეროში – *ჰიპერგენეზის არის* ფუძეს შორის (400–800 მ) ვრცელდება.

4.ქვეფენილი ქერქი – გავრცელებულია *ჰიპერგენეზის* ქვედა საზღვრიდან *მოხოს* ზედაპირამდე. ესაა პლანეტის პირველადი რელიეფის შემქმნელი ენდოგენური ფაქტორების არენა, სწორედ აქ ყალიბდება დედამიწის გეოტექტურა და მორფოსტრუქტურა, ანუ ის პირველადი რელიეფი, რომელსაც ჯერ არ განუცდია ეგზოგენური, ანუ გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედება. გეოგრაფიული სივრცის ქვედა საზღვარი (მოხოს) წყვეტილია მხოლოდ კუნძულთა რკალებში, ანუ კონტინენტური და ოკეანური ტიპის ქერქის შეხების ადგილებში, სადაც ტექტონიკური რღვევები მანტიის სიღრმეში ასეულობით კილომეტრის სიღრმეზე ვრცელდება – აქ გეოგრაფიულ სივრცეს ქვედა საზღვარი არ გააჩნია.

თავი 2

დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერული დარგის განვითარების ეტაპები საერთო გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების ფონზე.

ჯერ კიდევ პირველყოფილმა ადამიანმა იცოდა როგორ გამოეყენებინა ის მატერიალური სიკეთე, რომელსაც იგი გარემომცველი ბუნებისაგან მზამზარეულად იღებდა. ასევე გააჩნდა ადგილზე ორიენტირების უნარი, რაც შეუძლებელია თუნდაც პრიმიტიული გეოგრაფიული ცოდნის გარეშე. იგი ვითარდებოდა ამ გარემოში და გარემოსთან ერთად, სადაც პირველად მხოლოდ საკვებს, ხოლო მოგვიანებით – მატერიალურ ღირებულებებსაც მოიპოვებდა, შემდეგ მან ისწავლა შეექმნა და მოეხმარა სხვადასხვა პროდუქცია.

დამწერლობის შექმნამდე ყოველგვარი ინფორმაცია თაობიდან თაობას სიტყვიერად გადაეცემოდა, უნდა აღინიშნოს, რომ ელემენტარული გეოგრაფიული წარმოდგენა იმდროინდელ ყველა საზოგადოებას გააჩნდა. აღნიშნული წარმოდგენები გამოიხატება ადგილობრივ გეოგრაფიულ ტერმინებში. პირველი წერილობითი ინფორმაციები, ცდები ადგილის აღწერისა და გამოსახვის შესახებ, დამწერლობის შექმნისთანავე გამოჩნდა ადრეულ მონათმფლობელურ სახელმწიფოებში: ეგვიპტეში, ჩინეთში, ინდოეთში და სხვ. თუმცა სისტემატიური გეოგრაფიული აზრი ჩამოყალიბდა მხოლოდ ძველ ბერძენ ნატურფილოსოფიურ ცოდნაში ჩვ. წ-ალ-ის IV-II ათასწლეულში, მას შემდეგ გეოგრაფიამ გაიარა განვითარების გრძელი და რთული გზა, რომელიც სამ ეტაპად იყოფა:

I ეტაპი – ჩვ. წ-ალ-მდე VII-V სს-დან ვიდრე ახალი წელთაღრიცხვის V ს- მდე- გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების ანტიკური ხანა.

II ეტაპი – V ს-დან XVII ს-მდე – დიდ გეოგრაფიულ აღმოჩენათა პერიოდი.

III ეტაპი – XVII ს-დან დღემდე – გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების თანამედროვე პერიოდი, დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერული დარგის ჩამოყალიბება.

2.1. I ეტაპი – გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების ანტიკური ხანა - ჩვ. წ-ალ-მდე VII-V სს-დან ვიდრე ახალი წელთაღრიცხვის V ს-მდე-

ჩვ. წ-ალ-მდე V-II სს. გეოგრაფია ატარებდა აღწერილობით, ანუ ემპირიულ ხასიათს და დედამიწის შემსწავლელი სხვა დარგებისაგან გამოყოფილი არ იყო, ადგილის შესახებ ცოდნა მოიცავდა მხოლოდ ცივილიზაციის კერების აღწერას. ანტიკური პერიოდის მოღვაწენი აღწერდნენ და გადმოგვცემდნენ იმ დროისათვის ცნობილი ქვეყნების და ხალხების, აგრეთვე გეოგრაფიული გარემოს თავისებურებებს. მათი ინტერესის საგანს წარმოადგენდა დედამიწის ფორმა, დედამიწის ადგილი სამყაროში, მართალია მცდარი, მაგრამ პირველი წერილობითი დოკუმენტი დედამიწის ფორმის შესახებ ეკუთვნის *ჰომეროსს* (ჩვ. წ-ალ-მდე VIII ს); ოდისეუსის მოგზაურობაში იგი დედამიწას აღწერდა ფარისებრ სხეულად, რომელსაც გარს ოკეანე ერტყა. თანამედროვეების მსგავსად ძველი ხალხებიც მოგზაურობდნენ ხმელეთით, თუ ზღვით; ალბათ, კვეთდნენ ოკეანეებსაც; ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩეოდნენ ხმელთაშუაზღვის აღმოსავლეთით მცხოვრები *ფინიკიელები*, რომელთაც გააჩნდათ ცნობები დასავლეთით მდებარე ქვეყნებზე „ერებ“, ანუ დაისი, ხოლო შემდგომში ევროპა და აღმოსავლეთზე – „ასუ“, ანუ აისი- აზია (ჩვ. წ-ალ-მდე VII ს).

გეოგრაფიის ერთ-ერთი მიმდინარეობა, რომელიც ანტიკურ პერიოდში ჩაისახა იყო მიწათმცოდნეობა (ზოგადი დედამიწისმცოდნეობა), რომლის ჩარჩოებში განიხილებოდა დედამიწის ფორმა, სარტყლები, ხმელეთისა და წყლის ურთიერთკავშირი და ასევე მრავალი ბუნებრივი მოვლენის მიზეზი. ამ მიმართულების პირველშემქმნელი იყო **თალეს მილეტელი** (ძვ. წ. 624-547). იგი იყო იმდროინდელი მთელი ფილოსოფიისა და ზოგადად მეცნიერების პიონერი. თალესმა ბუნების მოვლენების ახსნა სცადა მატერიალისტურ საფუძველზე. მან სამყაროს არსად, ანუ მრავალფეროვან მოვლენათა და საგანთა პირველსაწყისად წყალი მიიჩნია. მისი აზრით, ყველაფერი წყლისგან წარმოიქმნა და წყლად გარდაიქმნება. თალესი ბუნებას გასულიერებულად წარმოიდგენდა. ამასთანავე თალესს დედამიწა წარმოედგინა, როგორც კუნძულები, რომელიც მისი აზრით დიდ მსოფლიო ოკეანეში დატივტივებდა. დედამიწის ფორმაზე, მის ზომებზე, საერთო წარმოდგენა ჯერ კიდევ ანტიკური ხანის საბერძნეთში მოიპოვებოდა; იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწა სფეროსებური სხეულია, ძველი ბერძნები შორეულ წარსულში მივიდნენ. **თალესი** (ჩვ. წ-ალ-მდე VII ს) გამოთქვავდა მოსაზრებას, რომ ვინაიდან ყველაზე სრულყოფილი ფორმა სფეროა, ღმერთი მხოლოდ ასეთად შექმნიდა დედამიწას.

პირველი გეოგრაფიული რუკა შეადგინა თალესის მოწაფემ, მილეტის სკოლის წარმომადგენელმა **ანაქსიმანდრემ** (ძვ. წ. 610-546), რომელიც თვლიდა რომ დედამიწა არის სამყაროს უძრავი ცენტრი. იგი ამასთანავე კოსმოსის პირველი **გეოცენტრული მოდელის** შემქმნელია. ჩვ. წ-ალ-მდე VI ს-ში პითაგორელებმა დედამიწის სფეროსებურების დასამტკიცებლად მთვარის დაბნელების ფაქტი გამოიყენეს, ანუ მასზე რკალისებურად აღბეჭდილი დედამიწის ჩრდილი.

ძველ საბერძნეთში მეცნიერებაზე უდიდესი გავლენა **არისტოტელემ** (ძვ. წ. 384-ძვ.წ-ის 322 წ.) მოახდინა, მას გაუჩნდა აზრი გეოსფეროების შესახებ. არისტოტელე მეცნიერებაში ფაქტებით ლაპარაკობდა. მასვე ეკუთვნის იდეა ერთიანი ოკეანის შესახებ. იგი ცდილობდა აეხსნა მიწისძვრის არსი.

თითოეული მოვლენის გარკვევისას ფაქტებს ეყრდნობოდა. არისტოტელემ განავითარა თაღის სკოლის იდეებიც; თამამად შეიძლება ითქვას, რომ არისტოტელე იყო ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის ფუძემდებელი. გამოჩენილმა მეცნიერმა და ფილოსოფოსმა *არისტოტელემ* (384 –322წ.წ. ჩვ. წ–ალ–მდე), თავის ნაშრომში „მეტეოროლოგია“ თითქმის დღევანდელი დედამიწისმცოდნეობის დარგის შესაფერისი სინამდვილით აღწერა სხვადასხვა „სფეროთა“ ერთმანეთში შეღწევა, ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროს შორის არსებული ტენზიონა, მდინარეთა წარმოშობა ზედაპირული ჩამონადენის ხარჯზე, ზღვის დინებები, მიწისძვრები, ზონალური ცვლილებები; სწორედ ამიტომ, ზემოაღნიშნული შრომა თავისი შინაარსით დღევანდელი დედამიწისმცოდნეობის მსგავსი კურსია, დედამიწის სფეროსებურობის ფაქტის დასამტკიცებლად არისტოტელე ორ ფაქტს იყენებდა:

1. ნავსადგურიდან გასული, ან შემოსული გემების ხილვადობის ეფექტს, ანუ ის რომ, ნავსადგურში დამკვირვებელი პირველ რიგში ხედავს შემოსული გემის ანძის წვერს, ხოლო შემდეგ თანდათან მთელ კორპუსს, გასულ გემზე კი პირიქით
2. ჰორიზონტზე დამკვირვებელი ხედავს მხოლოდ ხაზს ზემოთ არსებულ ვარსკვლავებს და არა – ხაზის მიღმა არსებულთ.

ერატოსტენეს (275–135 წ.წ. ჩვ. წ–ალ–მდე) ეკუთვნის დედამიწის გარშემოწერილობის პირველი გაზომვა, მან ალექსანდრიასა და სიენას (ახლანდელი ასუანი) შორის გაზომა რკალის სიგრძე და მიიღო მაშინდელი გაზომვებით 252 ათასი სტადია, ანუ დაახლოებით 40 ათასი კმ. ამჟამინდელ წყაროებში მითითებულია, რომ ერატოსტენემდე გაცილებით ადრე პითაგორამ უკვე მოახდინა დედამიწის გარშემოწერილობის ზუსტი გაზომვა, რაც ჩვენი აზრით, მართებულია, ვინაიდან ერატოსტენემ სწორედ პითაგორას თეორემა გამოიყენა თავისი ექსპერიმენტის დროს.

ჰეროდოტე. უძველესი გეოგრაფიული თხზულება, რომელმაც ჩვენამდე თითქმის მთლიანად მოაღწია არის ჰეროდოტეს ცნობილი ნაშრომი. ჰეროდოტე (დაახლ. ძვ. წ. 485–დაახლ. ძვ. წ. 424) დიდი ისტორიკოსი და მოგზაური იყო. იგი ჩვ. წ–ალ–მდე V ს–ის შუა წლებში აწყობდა მრავალწლიან მოგზაურობებს. მან მოინახულა შავიზღვისპირა სტეპები, იმოგზაურა მცირე აზიაში, ბაბილონში, ეგვიპტეში; თავის ცხრატომიან შრომაში „ისტორია“ აღწერა მრავალი ქვეყნის ბუნება, მოსახლეობა, რელიგიური მრწამსი; მან გადმოგვცა ინფორმაცია შავი ზღვის, მდინარეების დნეპრის და დონის შესახებ.

სტრაბონმა ჩვ. წ–ალ–მდე I ს–ში შექმნა მეცნიერული შრომის „გეოგრაფიის“ ჩვიდმეტტომეული, რომელშიც აღწერილი იყო არამარტო ევროპული ქვეყნები, არამედ განმარტებული იყო გეოგრაფიის საგანი და ამოცანა.

ჰიპარქემ (დაახლ. ძვ. წ. 180/190–ძვ. წ. 125), რომელიც ასტრონომიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი იყო, შემოიღო გეოგრაფიული კოორდინატები „განედი“ და „გრძედი“. ჰიპარქემ განავითარა კარტოგრაფიის სტერეოგრაფიული და ორთოგრაფიული პროექციები. იგი უძველესი ასტრონომიული და გეოდეზიური ხელსაწყო - ასტროლაბის შემქმნელია. აქვე უნდა აღინიშნოს აგრეთვე *პოსეიდონიოსის* (135-51 ძვ. წ.– გაზომვები. პოსეიდონიოსი არისტოტელეს საწინააღმდეგოდ აღნიშნავდა, რომ ეკვატორული სარტყელი შესაძლოა დასახლებული ყოფილიყო. უნდა შევნიშნოთ, რომ ფიზიკურ-გეოგრაფიულმა მიმდინარეობამ ანტიკურ პერიოდში განვითარება ვერ ჰპოვა, თუმცა ბერძენმა ნატურფილოსოფოსებმა და გეოგრაფებმა საფუძველი ჩაუყარეს ფიზიკურ-გეოგრაფიულ დისციპლინებს: ქვეყანათმცოდნეობას, ზოგად დედამიწისმცოდნეობასა და კარტოგრაფიას. ანტიკური გეოგრაფიული აზრი დაგვირგვინდა მაინც სტრაბონის და პტოლემეს შრომებით. ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის, როგორც მეცნიერების განვითარების საქმეში დიდი როლი ითამაშა *კლავდიუს პტოლემემ ანუ პტოლემეუსმა* (ჩვ. წ–ალ–ის 90–168 წ.წ.) მისი რვატომიანი წიგნით „სახელმძღვანელო გეოგრაფიაში“ დასრულდა ანტიკური ხანის გეოგრაფიული კვლევები. პტოლემემ ძველი წარმოდგენების საფუძველზე შექმნა მსოფლიოს რუკა, რომელზედაც ინდოეთის ოკეანე შეცდომით შიდა ზღვად არის გამოსახული, ევრაზია კი – დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ სინამდვილესთან შედარებით მეტად დიდ მანძილზეა გადაჭიმული. დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების ეპოქაში პტოლემეს ამ შეცდომებმა გავლენა მოახდინა ინდოეთისაკენ მიმავალი საზღვაო გზების შერჩევაში. პტოლემე განასხვავებდა „გეოგრაფიას“ და „ხოროგრაფიას“, პირველში იგი გულისხმობდა ჩვენთვის ამჟამად ცნობილი დედამიწის ნაწილების და მათზე არსებული

ელემენტების ხაზობრივ გამოსახულებას, მეორეში კი – ადგილის დაწვრილებით აღწერას. პტოლემეს მიერ იქნა შემოთავაზებული ორი ახალი კარტოგრაფიული კონუსური პროექცია, მანვე პირველად აღნიშნა ჩრდილოეთი -N (North), ანუ ზემოთ, სამხრეთი- S (South), ანუ ქვემოთ; პტოლემეს ნაშრომი აგებულია *გეოცენტრულ თეორიაზე*, რომლის მიხედვით დედამიწა სამყაროს ცენტრია და მის გარშემო ბრუნავს მზე და ციური სხეულები. პტოლემე ითვლება ამ მცდარი თეორიის ფუძემდებლად.

2.2 II ეტაპი - დიდ გეოგრაფიულ აღმოჩენათა პერიოდი – V ს–დან XVII ს–მდე

მეორე ეტაპის პირველ ნაწილში და ანტიკური მეცნიერების ზოგიერთი დასკვნისაგან, გეოგრაფიული ცოდნა მხოლოდ ქვეყანათმცოდნეობითი თვალსაზრისით განვითარდა. სხვა დისციპლინებმა, რომლებიც მჭიდროდ იყო დაკავშირებული მათემატიკასთან და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან, განვითარება ვერ ჰპოვა. მეტიც, ხშირ შემთხვევაში ისინი მივიწყებულ იქნა. ანტიკური იდეები მხოლოდ არაბულ კულტურაში არის შემონახული, შემდგომ კი განვითარება ვერ მოიპოვა. გეოგრაფიული ცოდნის მატარებლები იყვნენ: ვაჭრები, სამხედროები და მისიონერები. არაბული კულტურის გამოჩენილი მეცნიერი იყო **იბნ სინა** (980-1037 იგივე *ავიცენა*), რომელიც ჯერ კიდევ XI საუკუნეში წერდა მთიან ქვეყნებში დენუდაციური პროცესების შესახებ. მიუხედავად ამისა, არაბული გეოგრაფია თეორიულ ასპექტში ვერ განვითარდა. არაბული გეოგრაფიის წარმატება მდგომარეობს იმაში, რომ მათ განავითარეს სამყაროს სივრცითი წარმოდგენა. ეს ეტაპი გრძელდებოდა Vს–დან XVI ს–ის ბოლომდე. შუა საუკუნეები გამოირჩეოდა მეცნიერების შედარებითი დაკნინებით, რაც გეოგრაფიაზეც მკვეთრად აისახა. ამ ეტაპის პირველ ნახევარში მხოლოდ არაბების და ნორმანების მოგზაურობებს თუ გამოვყოფთ. მიუხედავად იმისა, რომ ნორმანების აღმოჩენებმა დიდი კვალი ვერ დააჩნია ისტორიას, ამერიკის პირველად აღმოჩენად კონგრესმა 1968 წელს *ლეივე ერიქსონი* მიიჩნია. ერიქსონის ბაბუამ ერიკ წითურმა 969 წელს მიაღწია კ. გრენლანდიას, სადაც შემდეგში დასასახლებლად რამდენიმე თანამემამულეც ჩამოიყვანა. სკანდინავიური საგების (ლეგენდების) თანახმად ერიქსონი თავის გემით და მცირე ეკიპაჟით XI ს –ის დასაწყისში ლაბრადორის ნახევარკუნძულის, ნიუფაუნდლენდის და ბაფინის მიწის ნაპირებს მიაღწა და შექმნა პატარა დასახლებები დასამკვიდრებლად. თუმცა ვიკინგებმა წინააღმდეგობა ვერ გაუწიეს ადგილობრივი იროკეზების შემოტევას, ამიტომ კვალიც შედარებით მკრთალია. ევროპელების მხრიდან კონტინენტის მასშტაბური ათვისება ლეივე ერიქსონის აღმოჩენას არ მოჰყოლია. II ეტაპის გეოგრაფიული აღმოჩენებიდან შედარებით მნიშვნელოვანი იყო *მარკო პოლოს* (XIII ს.) მოგზაურობა სამხრეთ აზიაში; იგი დიდხანს ცხოვრობდა და სწავლობდა ჩინეთის სხვადასხვა მხარეებს, აგრეთვე ცნობილია *ათანასე ნიკიტინის* (XV ს.) მოგზაურობა ინდოეთში. რომელიც მან აღწერა თავის წიგნში „მოგზაურობა სამ ზღვას იქით“.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენები მსოფლიო მნიშვნელობის მოვლენა იყო; იგი დაახლოებით ორ საუკუნეს გაგრძელდა. ყველაფერი კი ქრისტეფორე კოლუმბის მოგზაურობით დაიწყო და გაგრძელდა XIX საუკუნის დასასრულამდე. ამ პერიოდში დაზუსტდა დასახლებული კონტინენტების მოხაზულობა, გამოკვლეულ იქნა ხმელეთის ზედაპირის დიდი ნაწილი. მან ახალი მასალა მისცა ცოდნის სხვა დარგებსაც (მაგ: ეთნოგრაფიას, ბოტანიკას). ექსპედიციების გაგზავნის ზოგადი მიზეზები იყო: სასაქონლო წარმოების ზრდა ევროპულ ქვეყნებში; ძვირფასი ლითონების ნაკლებობა და ამით გამოწვეული ახალი მიწების ძიება ოქრო-ვერცხლის, სანელებლების, სპილოს ძვლის (ტროპიკებში), ძვირფასი ბეწვეულის, ზღვის სპილოს ეშვების (ჩრდილოეთ ქვეყნებში) მოსახვეჭად. ამ პერიოდში გეოგრაფიული აზრი თანდათან თავისუფლდებოდა საეკლესიო დოგმებისაგან. აღორძინდა დედამიწის სფერულობის იდეა და მასთან ერთად პტოლემეს კონცეფცია ევროპის დასავლეთ და აზიის აღმოსავლეთ სანაპიროების სიახლოვის შესახებ. ინდოეთი და ჩინეთი თავისი სანელებლებითა და ოქროთი ევროპელებისათვის ყოველთვის ინტერესის სფეროს წარმოადგენდა. ამ ქვეყნისაკენ ადრე გაკვალული სახმელეთო გზები თურქებმა დაიპყრეს, ამიტომ დასავლეთ ევროპა ცდილობდა ახალი საზღვაო გზების აღმოჩენას აღმოსავლეთისაკენ, ამან კი დიდ გეოგრაფიულ აღმოჩენებს მისცა დასაბამი.

მოგზაურობას დასავლეთისაკენ, რომელმაც ამერიკის სრულ აღმოჩენამდე მიგვიყვანა და რომელიც 1492 წელს იტალიელი *ქრისტეფორე კოლუმბის* (1451-1506) ხელმძღვანელობით მოეწყო უდიდესი გეოგრაფიული მნიშვნელობა ჰქონდა. კოლუმბის აღმოჩენის შემდეგ დაიწყო ამერიკის სწრაფი დაპყრობა, გეოგრაფიული შესწავლა და ათვისება ესპანელების მიერ. ესპანეთის მეფის კარზე ძლიერ

ანტერესებდათ ინდოეთის სანელებლები და ოქრო. სწორედ მათ მიერ მოხდა გენუაში 1451 წ. დაბადებული კოლონას, ანუ ესპანურად კოლუმბის აღჭურვა ხომალდებით. კოლუმბის პირველი ექსპედიცია სამი ხომალდისაგან შედგებოდა: „*ნინია*“, „*პინტა*“ და „*სანტა-მარია*“. მან 4 ექსპედიცია მოაწყო:

1. პირველი მოგზაურობა (3 აგვისტო 1492 - 15 მარტი 1493);
2. მეორე მოგზაურობა (25 სექტემბერი 1493 - 11 ივნისი 1495);
3. მესამე მოგზაურობა (30 მაისი 1498 - 25 ნოემბერი 1500);
4. მეოთხე მოგზაურობა (9 მაისი 1502 - ნოემბერი 1504).

აღმოაჩინა ცენტრალური ამერიკა. ევროპაში ჩამოიტანა უამრავი სიახლე, ბოლოს ისე გარდაიცვალა ქ. ვალიადოლიდში არც კი იცოდა, რომ ინდოეთის ნაცვლად ახალი კონტინენტი აღმოაჩინა.

ამერიკის აღმოჩენას მოჰყვა მსოფლიო ეკონომიკური, ეთნოგრაფიული, პოლიტიკური და სამეცნიერო რეზონანსი. მთლიანობაში კოლუმბმა ამერიკის მიმართულებით ოთხი მოგზაურობა განახორციელა.

ვასკო და გამამ შეძლო აფრიკის შემოვლით ინდოეთისაკენ მიმავალი საზღვაო გზის აღმოჩენა. ამ გზის აღმოჩენისათვის იღწვოდა *ბართოლომეო დიაშიც*, მაგრამ იგი ვერ გასცდა კეთილი იმედის კონცხს. ვასკო და გამამ 1497 წ. ქ. ლისაბონიდან აიღო კურსი; იგი იყო პირველი ევროპელი, რომელმაც ზღვაოსნური მიმოსვლა განახორციელა ევროპიდან ინდოეთის მიმართულებით.

მეორე ეტაპის დიდ გეოგრაფიულ აღმოჩენათა სერიაში აღსანიშნავია *ფერნანდო მაგელანის* (1480-1521) წვლილი. იგი პირველად იმ ექსპედიციებში იღებდა მონაწილეობას, რომელსაც ინდოსტანის ნ/კ შესასწავლად პორტუგალიელები აწყობდნენ. შემდეგ კი გადავიდა ესპანეთში და მეფე კარლოსის ნებართვით განახორციელა პროექტი, რომლის მიხედვით უნდა მოექმენა დასავლეთის გზები (თურქების გვერდის ავლით) ინდოეთისაკენ. 1519 წელს მდ. გვადალკვივირიდან 5 გემის შემადგენლობით: „*ტრინიდადი*“, „*სან-ანტონიო*“, „*სანტიაგო*“, „*კონსეფსიონი*“, „*ვიქტორია*“ და 265 კაციანი ეკიპაჟით იგი გაემართა დასავლეთისაკენ. მაგელანი დაიღუპა *კ. მაქტანზე* (ადგილობრივი მმართველების კონფლიქტში ჩარევის შედეგად) 1521 წელს. უკან მხოლოდ გემი „ვიქტორია“ დაბრუნდა *ხუან-სებასტიან ელ-კანოს* ხელმძღვანელობის ქვეშ მყოფი 17 კაციანი ეკიპაჟით. მაგელანის მოგზაურობას დიდი გეოგრაფიული მნიშვნელობა ენიჭება:

1. დამტკიცდა დედამიწის სფეროსებურობა
2. მსოფლიო ოკეანის ერთიანობა და მთლიანობა
3. დედამიწაზე წყლის ფართობი ბევრად აღემატება ხმელეთისას.

2.3. III ეტაპი – გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების თანამედროვე პერიოდი - XVII ს–დან დღემდე

აღნიშნული იწყება *კოპერნიკის* (განათლებლით ექიმი), *ჰელიოცენტრული* მოძღვრებით, რომელმაც შეცვალა არასწორი გეოცენტრული თეორია. მასთან ერთად აღნიშნული თეორიის მიმდევრები იყვნენ *გალილეო გალილეი*, *კეპლერი*, *ჯორდანო ბრუნო* (რომელიც ინკვიზიციის ბრძანებით სწორედ ამ აზრის გამო დაწვეს კოცონზე). კოპერნიკის მოძღვრებაზე დაყრდნობით გერმანელმა *ვარენიუსმა* გამოსცა შრომა „საყოველთაო გეოგრაფია“, საიდანაც შეიძლება დედამიწის მცოდნეობის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერული დისციპლინის ისტორიის ათვლა. წიგნი ეყრდნობა ყველა ასტრონომიული და გეოგრაფიული აღმოჩენების მონაცემებს.

ვარენიუსის მიხედვით გეოგრაფიის კვლევის საგანს წარმოადგენს „მიწაწყლიანი წრე“, რომელიც წარმოიქმნება ურთიერთდაკავშირებული და ურთიერთზემოქმედი ნაწილებისგან – წყალი, მიწა და ატმოსფერო. ამ წრეს სწავლობს საერთო გეოგრაფია, ხოლო მის ნაწილებს – კერძო გეოგრაფია. მართალია, ფრიად დიდია ვარენიუსის როლი ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის კერძო მეცნიერულ დარგად ჩამოყალიბებაში, მაგრამ არ შეიძლება არ აღინიშნოს ნაკლიც– მან საერთოდ გამორიცხა ადამიანი საყოველთაო გეოგრაფიის ინტერესებიდან.

დედამიწის ფორმის შესახებ უფრო ზუსტი შეხედულება ჩამოყალიბდა იმის შემდეგ, რაც XVIII ს–ში *ისაკ ნიუტონმა* გამოსცა ნაშრომი „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“, სადაც ავტორი აღნიშნავს, რომ დედამიწის ფიგურა, ემორჩილება რა მსოფლიო მიზიდულობის კანონს, ღერძის

გარშემო მოძრაობისას, ანუ ბრუნვისას, ცენტრიდანული ძალის სიჭარბის გამო, იღებს ელიფსის ფორმას; ნიუტონი რამდენიმე წელი ფიზიკასთან ერთად გეოგრაფიასაც ასწავლიდა. მან *ჰიუგენსთან* თანადროულად დაამტკიცა დედამიწის პოლუსებთან შებრტყელების და ეკვატორის გამოხნევილობის მიზეზები, აღმოაჩინა „მსოფლიო მიზიდულობის კანონი“, იყო ვარენიუსის მიერ დაწერილი „საყოველთაო გეოგრაფიის“ რედაქტორი.

ამ ეტაპის მოღვაწეთაგან არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ *ემანუელ კანტი*. იგი იმდროინდელ კენისბერგში (ამჟამად კალინინგრადი) ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა. 42 წელი ფიზიკურ გეოგრაფიას ასწავლიდა. იყო *კოსმოგენური ჰიპოთეზის* ავტორი (კანტ-ლაპლასის თეორია). ამ ჰიპოთეზის საფუძველს მატერიალური სამყაროს ევოლუცია წარმოადგენს.

XVIII–XX სს–ში ხდება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა დიფერენციაცია. გეოგრაფია გამოეყო დედამიწის შემსწავლელ სხვა დარგებს და თვითონაც დაიყო კერძო გეოგრაფიულ დარგებად (კლიმატოლოგია, ნიადაგთმცოდნეობა, გეომორფოლოგია და სხვ.).

თეორიული გეოგრაფიის საკითხებზე მუშაობდნენ ბუნების დიდი მკვლევარები: ალექსანდრ ჰუმბოლდტი (1769-1856) და კარლ რიტერი (1779-1859). სწორედ ამ ორმა მკვლევარმა აიყვანა გეოგრაფია პროფესიონალ დონეზე და მათ საბოლოოდ აწარმოეს გეოგრაფიული კვლევის სინთეზი. თუ ვარენიუსიდან დაიწყო ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის ისტორიის ათვლა, *ჰუმბოლდტი* (1769–1859 წ.წ.) შეიძლება, ამ მეცნიერების მწვერვალადაც ჩათვალოს. ალექსანდრ ფონ ჰუმბოლდტი იყო კაცობრიობის ერთ-ერთი უდიდესი გენია. დიდი მოაზროვნე და გეოგრაფი, რომელმაც დაწერა ცნობილი შრომა „კოსმოსი“. იგი მთელი თავისი ცხოვრება მოგზაურობდა; ა. *ჰუმბოლდტი* მეცნიერების მრავალმხრივი მცოდნე იყო. მისი შეხედულებანი დაედო საფუძველად ზოგად დედამიწისმცოდნეობასა და ლანდშაფტმცოდნეობას, აგრეთვე მეცნარეთა გეოგრაფიასა და კლიმატოლოგიას. აღსანიშნავია მისი ხუთწლიანი მოგზაურობა ლათინურ ამერიკაში. ა. *ჰუმბოლდტი* 1899 წელს გაემგზავრა სამხრეთ ამერიკაში. მოინახულა ვენესუელის სავანები (ლიანოსები), იმოგზაურა ორინოკოს ხეობაში, შეისწავლა ვულკანები კოტოპახი და ჩიმბოროსო. კანარის კუნძულებზე მოგზაურობისას *ჰუმბოლდტმა* (კ.ტენერიფეზე) შენიშნა, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად მცენარეული საფარი მკვეთრ ცვლილებას განიცდიდა. ეს მოვლენა მან ახსნა ვერტიკალური ზონალობით და სიმაღლის მატებასთან ერთად ტემპერატურის კლებას დაუკავშირა. 5 წლიანი მოგზაურობის შემდეგ დაბრუნდა ევროპაში და გამოსცა 30 ტომეული სახელწოდებით „მოგზაურობა ახალი ქვეყნების ტროპიკულ მხარეებში“. წიგნი 25 წლის მანძილზე იბეჭდებოდა. ჰუმბოლდტის დამსახურებაა ის, რომ მან პირველმა დაადგინა ურთიერთკავშირი ბუნების სხვადასხვა კომპონენტს შორის, ამით საფუძველი დაუდო და გააფართოვა გეოგრაფიის კვლევის სფერო (მცენარე–ცხოველთა სამყარო–ჰავა–რელიეფი), დაადგინა ბიოკლიმატური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზონალობა, პირველმა შემოგვთავაზა ტერმინი „იზოთერმა“, ასევე „ცოცხალი სფერო“, რაც „ბიოსფეროს“ ანალოგია; იგი საუბრობდა „გონებრივ სფეროზე“, რაც შემდგომში „ნოსფეროს“ სახელწოდებით შემოვიდა. მისი მთავარი შრომა „კოსმოსი“ დაუმთავრებელი დარჩა, 4 გამოცემული ნაწილიდან, ყველაზე მნიშვნელოვან, პირველ ნაწილში საუბარია არამარტო ჰაერის, ზღვის, რელიეფის, ორგანული სამყაროს ურთიერთკავშირზე, არამედ მათ ურთიერთზემოქმედებაზეც. ე.ი. მან გამოიტანა სწორი დასკვნა ბუნების ელემენტებს შორის მტკიცე ურთიერთკავშირის და ურთიერთზემოქმედების შესახებ, დაადგინა კლიმატური ზონალობა და მასთან დაკავშირებული ფლორისა და ფაუნის ზონალობა. დედამიწის ზედაპირზე ტემპერატურის განაწილების რუკაზე პირველად გამოიყენა იზოთერმების მეთოდი; დაადგინა ზღვის დინებების, ზღვების, ოკეანეების და რელიეფის გადამწყვეტი როლი კლიმატის თავისებურებებზე.

XIX საუკუნის გეოგრაფიაში ასევე დიდი წვლილი შეიტანა *კარლ რიტერმა*, რომელიც ა. ჰუმბოლდტის თანამემამულე, თანამედროვე და გეოგრაფიის პირველი პროფესიონალი პროფესორი იყო. მისი ავტორობით არაერთი დიდმოცულობითი შრომაა გამოცემული. კარლ რიტერის ნაშრომში "erdkunde" მოცემულია გეოგრაფიის, როგორც "ამხსნელი" მეცნიერების განსაზღვრა. იგი შედარებითი მეთოდის გამოყენებით ცდილობდა მრავალი ბუნებრივი მოვლენის კლასიფიკაციასა და ახსნას. ამით დაუახლოვდა ლანდშაფტის მთლიანობის თანამედროვე წარმოდგენას. კარლ რიტერი „*გეოგრაფიული დეტერმინიზმის*“ მიმართულების მომხრე იყო. . ბერლინის უნივერსიტეტის პროფესორმა კარლ რიტერმა შექმნა გერმანიაში პირველი გეოგრაფიული კათედრა. მიუხედავად მისი შრომების დიდი რაოდენობისა

ზოგად დედამიწისმცოდნეობაში, იგი საბუნებისმეტყველო ნაწილში დიდი ორიგინალობით ვერ გამოირჩევა. კრიტიკის ძირითად დამსახურებად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ მან პირველმა ახსენა ტერმინი „დედამიწისმცოდნეობა“ (1805 წ.). ალექსანდრ ფონ ჰუმბოლდტისა და კარლ რიტერის იდეებმა დიდი გავლენა მოახდინა XIX საუკუნისა და XX საუკუნის დასაწყისის გეოგრაფიული აზროვნების განვითარებაზე.

მ.ლომონოსოვი (1711–1765 წ.წ.) ჯერ კიდევ 1763 წ. გამოცემულ შრომაში „დედამიწის შრეების შესახებ“, იძლევა განმარტებას (რომელიც ამჟამადაც არ შეცვლილა) დედამიწის ზედაპირის რელიეფის ფორმირების კანონზომიერებაზე, რომ რელიეფი ყალიბდება შინაგანი და გარეგანი ძალების ურთიერთზემოქმედებით. იგი იყო დიდი ქართველი გეოგრაფისა და ისტორიკოსის ვახუშტი ბაგრატიონის მეგობარი. სხვა მეცნიერებთან ერთად უდიდესი წვლილი აქვს შეტანილი ფიზიკური გეოგრაფიის განვითარებაში, მანვე შემოიტანა ტერმინი „ეკონომიკური გეოგრაფია“. მ. ლომონოსოვის აზრით, გეოგრაფია კომპლექსური მეცნიერებაა. სწორედ ლომონოსოვის მიერაა მოწოდებული წინადადება არქტიკის აუცილებელი კვლევის მნიშვნელობის შესახებ, და რომელიც პირველმა თავადვე დაიწყო.

XIX ს–ის აღმოჩენებიდან, ჰუმბოლდტთან ერთად, არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ **დ. ლივინგსტონი**, რომელმაც გამოიკვლია აფრიკის კონტინენტის სამხრეთ და ცენტრალური რეგიონები.

XVIII და XIX სს–ში ფართო მასშტაბით გაიშალა მსოფლიო ოკეანის კვლევა, რაშიც პირველობას ფლობდნენ ინგლისელები და რუსები. აუცილებლად უნდა აღვნიშნოთ **ჯ.კუკი, ი.კრუზენშტერნი, ი.ლისიანსკი, ფ.ბელინსკაუზენი, მ.ლაზარევი** (ამ უკანასკნელი ორი მოგზაურის მიერ აღმოჩენილი იქნა ანტარქტიდის კონტინენტი).

უ. ტომსონის ხელმძღვანელობით ინგლისური გემით „ჩელენჯერი“ 1872–76 წ.წ. მოეწყო გარსაქვეყნო მოგზაურობა. მასში მონაწილეობას იღებდა **ჩ. დარვინი**. მათ მიერ პირველად იქნა შედგენილი იმდროინდელი სამი ოკეანის (ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის გარდა) სიღრმითი რუკები, შესწავლილ იქნა ზღვის წყლის ფიზიკურ–ქიმიური თვისებები და ორგანული სამყარო.

1909 წ. ამერიკელმა **რობერტ პირმა** ამერიკის ჩრდ. სანაპიროების გავლით მიაღწია ჩრდილოეთ პოლუსს, ხოლო 1911 წ. ნორვეგიელმა **რ.ამუნდსენმა** – სამხრეთ პოლუსს.

დიდი რუსი მეცნიერი **ვ.დოკუჩაევი** უდიდეს ყურადღებას აქცევდა ბუნების ყველა კომპონენტის ურთიერთკავშირს, მათ შორის ადამიანის როლს, თავის მონოგრაფიაში “რუსეთის შავმიწები” მან დიდი ადგილი დაუთმო ამ ურთიერთკავშირების კვლევას.

მოკლედ რომ ვთქვათ, XVIII და XIX სს–ში მოღვაწე მეცნიერები: **ვარენიუსი, ჰუმბოლდტი, ლომონოსოვი და დოკუჩაევი** ითვლებიან ფიზიკური გეოგრაფიის ფუძემდებლებად.

ვ.დოკუჩაევი მონოგრაფიაში “რუსეთის შავმიწები” (1883 წ.) იკვლევდა რა ნიადაგების წარმოქმნის თავისებურებებს, ყურადღებას აქცევდა ბუნების ყველა კომპონენტის ურთიერთკავშირს; მანვე აღნიშნა ადამიანის, ანუ ანთროპოგენური ფაქტორის ზეგავლენაც გარემოზე. მან შემოიტანა ცნება ბუნებრივ ზონებზე, **როგორც ერთიან და მთლიან ბუნებრივ კომპლექსებზე**, რომელიც დაფუძნებულია და გამომდინარეობს დედამიწის ზონალობის კანონიდან. სწორედ დოკუჩაევს ეკუთვნის მსოფლიოს ზონალობის კანონის განზოგადება, რაც ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს. ვ.დოკუჩაევმა, პეტერბურგის უნივერსიტეტის პროფესორმა, გამოჰყო ხუთი გეოგრაფიული ზონა:

1. ბინალური, 2. ტუნდრის, 3. ტყის, 4. სტეპის, 5. ნახევარუდაბნოების.

დოკუჩაევი „ბუნებრივი და გეოგრაფიული ზონების“ მაგივრად ამჯობინებდა გამოყენებინა ტერმინი „ბუნებრივ–ისტორიული“.

ა. კრასნოვის მიერ, რომელიც გეოგრაფიული სკოლის ერთ–ერთი ბრწყინვალე წარმომადგენელი იყო, გეოგრაფიის და ეთნოგრაფიის კათედრა 1889 წელს ჩამოყალიბდა ხარკოვის უნივერსიტეტში. ჩვენგან ა.კრასნოვით დაინტერესება იმითაც არის გამოწვეული, რომ იგი ბათუმის ბოტანიკური ბაღის დამაარსებელი იყო. ა.კრასნოვი არის პირველი რუსული სახელმძღვანელოს ავტორი ზოგად დედამიწისმცოდნეობაში, მისი ხედვა გეოგრაფიაზე, როგორც კომპლექსურ მეცნიერებაზე, პირველი იყო გეოგრაფიულ ლიტერატურაში.

1932 წ. გ. გრიგორიევი თავის სტატიაში „ფიზიკური გეოგრაფიის საგანი და ამოცანები“ მიდის იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწის ზედაპირი წარმოადგენს ხარისხობრივად განსაკუთრებულ ვერტიკალურ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ზონას, ანუ გარსს, სადაც მეტად მჭიდრო ურთიერთკავშირშია ლითოსფერო, ატმოსფერო, ჰიდროსფერო და მათში განვითარებული ორგანული სიცოცხლე. გ. გრიგორიევმა შემოიტანა ტერმინი „ფიზიკურ-გეოგრაფიული გარსი“, მისი მთავარი დამსახურება ის არის, რომ ჩამოაყალიბა ცნება გეოგრაფიული სარტყლების შესახებ, რომელშიც გამოიყოფა ზონები. იგი ვრცელდება ხმელეთზე და წყალზეც. ზონები შეიძლება იყოს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური.

ამავე პერიოდში მოღვაწეობდა **ლ. ბერგი**, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა მეცნიერებას ლანდშაფტსა და გეოგრაფიულ ზონაზე.

კრუბერმა 1924–1939 წ.წ. 4-ჯერ გამოსცა სახელმძღვანელო „ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის“ შესახებ, იყო ცდები ერთმანეთისათვის დაეპირისპირებინათ გ. გრიგორიევის „ფიზიკურ-გეოგრაფიული გარსის“, „ფიზიკურ-გეოგრაფიული პროცესისა“ და ლ. ბერგის „ლანდშაფტების შესახებ“ არსებული ცნებები. ერთადერთი სწორი პოზიცია ამ დისკუსიაში ს. კალესნიკმა დაიჭირა; მან აღნიშნა, რომ ეს ორი მიმართულება ერთმანეთს არ ეწინააღმდეგება, არამედ ისინი გამოხატავს ფიზიკური გეოგრაფიის საგნის, გეოგრაფიული გარსის სხვადასხვა მხარეებს. ამ აზრმა ასახვა ჰპოვა ს. კალესნიკის შრომაში „ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის საფუძვლები“, მან დაასაბუთა, რომ გეოგრაფიის კვლევის ობიექტს წარმოადგენს გეოგრაფიული გარსი, როგორც ერთიანი და მთლიანი, ასევე მისივე შემადგენელი ცალკეული კომპონენტებიც.

XX ს-ის 50-იანი წლებიდან გეოგრაფიულ კვლევაში ახალი ერა დაიწყო. ამ წლებიდან, ჩვენის აზრით, შეიძლება გამოიყოს გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების IV ანუ უახლესი ეტაპი, რომელიც დღემდე გრძელდება. კოსმოსში ადამიანის გასვლამ (1961 წლის 12 აპრილი) და მის მიერ დედამიწაზე დასაკვირვებლად ურთულესი აპარატურის გატანამ, ადამიანს საშუალება მისცა გარედან დაჰკვირვებოდა გეოგრაფიულ, ანუ ლანდშაფტურ გარსს. თანამედროვე ეტაპზე მიმდინარეობს მსოფლიო ოკეანის განუწყვეტელი კვლევა. ამერიკელების ბატისკაფი „ტრიესტი“ ეკიპაჟით ჩავიდა მარიანის ღრმულში 11 კმ-ის სიღრმეზე, შემდეგ მეორე ამერიკულმა სამხედრო-საზღვაო ფლოტის ხომალდის „სიკლივის“ ეკიპაჟმაც გაიმეორა მისი შედეგი. ფრანგულმა „ნაუტილიუსმა“ *ჯაკ-ივ კუსტოს* ხელმძღვანელობით გამოიკვლია მსოფლიო ოკეანის უდიდესი ნაწილი. რუსებსაც დიდი წვლილი მიუძღვით ამ საქმეში. ოლონდ მათ მხოლოდ 6 კმ-იანი სიღრმითი ზღვარი გადალახეს („მირ 1“, „მირ 2“).

XXI საუკუნეს გააჩნია უდიდესი პოტენციალი, რამეთუ მეცნიერებას მხარს უჭერს განვითარებული და მუდამ წინსვლადი ტექნიკა.

2.4. დიდი ქართველი მოგზაურები და გეოგრაფები

საქართველოს გეოგრაფიულ შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს. შორეულ პერიოდში ქართველ მოღვაწეებს, საერო და სასულიერო პირებს სრული წარმოდგენა ჰქონდათ საქართველოსა და მის მეზობელ ქვეყნებზე. საყურადღებო გეოგრაფიულ ინფორმაციას იძლევიან X-XII სს. ცნობილი ქართველი მოღვაწეები გიორგი მერჩულე, იოანე პეტრიწი და შოთა რუსთაველი. რუსთაველის „ვეფხისტყაოსანში“ კარგად ჩანს მაშინდელი მსოფლიოს ფართო და ღრმა გეოგრაფიული ცოდნა.

მეცნიერული გეოგრაფიით დაინტერესება საქართველოში მხოლოდ XVIII საუკუნეში დაიწყო. ამ ეპოქაში საქართველოში მოღვაწეობდა დიდი მეცნიერი ვახუშტი ბაგრატიონი, რომელმაც საქართველოს გეოგრაფიულ შესწავლას ჩაუყარა საფუძველი. ვახუშტიმ 1745 წელს რუსეთში დაასრულა ნაშრომი „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“ .

XX საუკუნემდე საქართველოსა და კავკასიის შესწავლა ძირითადად უცხოეთიდან ხორციელდებოდა, დაკვირვებებსა თუ კვლევებს აწარმოებდნენ: მისიონერები, მოგზაურები და სხვა.

საქართველოს გეოგრაფიის სისტემატური კვლევა კოლექტიური ხაზით მხოლოდ XX საუკუნიდან დაიწყო, სადაც დაარსდა უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო დაწესებულებები, და სწორედ ამ ეპოქას უნდა მივაკუთვნოთ გეოგრაფიული აზროვნების ყველაზე დიდი ხანა. აქვე აღიზარდა მრავალი გამოჩენილი გეოგრაფი, რომლებმაც თავიანთი შრომებით, მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრეს ქართული

გეოგრაფიული აზრის პრინციპები, განსაკუთრებით აღსანიშნავია დიდი ქართველი მკვლევარები - ალექსანდრე ჯავახიშვილი და ლევან მარუაშვილი.

ალექსანდრე ჯავახიშვილი გვევლინება როგორც ბუნების მკვლევარი, ასევე დედაწმინდის მეცნიერი. მისი თაოსნობით საქართველოში დაიწყო კვლევითი და სამეცნიერო-პედაგოგიური მუშაობა, რასაც უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა. ხოლო ლევან მარუაშვილი XX საუკუნის ერთ-ერთი სახელოვანი მეცნიერი, ბუნების დიდი მკვლევარი იყო, რომელმაც კავკასიის გეოგრაფიის შესწავლის საქმე ახალ ეტაპზე აიყვანა.

საერთო გეოგრაფიული აზროვნებისათვის დიდი წვლილია: გიორგი გეხტმანის, თეოფანე დავითაიას, დავით წერეთლის, ზურაბ ტატაშიძის, ვახტანგ ჯაოშვილის, დავით უკლებას, ალექსანდრე ასლანიკაშვილის, გრიგოლ დევდარიანის, ბორის დობრინინის, ლევ ვლადიმეროვის. ვსევოლოდ ზენკოვიჩის, მიტროფანე კორძახიას, მელენტი სანებლიძის, ბესარიონ ყავრიშვილის, შალვა ყიფიანის, იასე შაქარაშვილის, სერგი ცხაკაიასა და სხვათა ნაშრომები. აღნიშნულ ნაშრომებს დღესაც არ დაუკარგავთ თავიანთი მეცნიერული ღირებულება.

XX საუკუნის საქართველოში ფართოდ მოიკიდა ფეხი გეომორფოლოგიამ, კლიმატოლოგიამ, ჰიდროლოგიამ, სპელეოლოგიამ, გლაციოლოგიამ, ნიადაგების გეოგრაფიამ და ა.შ.

დღეისათვის გეოგრაფიის სწავლება მიმდინარეობს თსუ-ში და სხვა ინსტიტუტებში. სხვადასხვა დაწესებულებებში მოღვაწეობენ გეოგრაფიის დოქტორები, პროფესორები, აკადემიკოსები და სხვა.

XXI საუკუნეში ჩვენთვის ცნობილია ერთი მთლიანი მსოფლიო ოკეანე (ზღვებითურთ), რომელიც XX საუკუნის ბოლოს ექვსი კონტინენტით ხუთ ნაწილად დაიყო, გამოკვლეულია მსოფლიო ოკეანეც და მის მიერ გარშემორტყმული ხმელეთიც. და ბოლო-ბოლო ვიცით, რომ დედამიწა მრგვალია, მოქცეულია მზის სისტემაში და ბრუნავს მზის ირგვლივ ელიფსურ ორბიტაზე. XX საუკუნეში დაგროვილმა დიდმა სამეცნიერო მასალამ თავისი გაგრძელება ჰპოვა XXI საუკუნეშიც. თუმცა XXI საუკუნეს ჯერ ბევრი აქვს სათქმელი და გასაკეთებელიც. აღნიშნულ საუკუნეებს შორის არსებითი კავშირი მაინც არსებობს. XXI საუკუნე ერთმნიშვნელოვნად გეოგრაფიული აზრებისა და იდეების გაგრძელების ხანაა.

ნაწილი II

გეოგრაფიული გარსის ფორმირების პირობები

დედამიწის გეოგრაფიული გარსი განიცდის კოსმოსის და მიწის წიაღის, ანუ შინაგანი ენერჯის მუდმივ ზემოქმედებას, ეს ფაქტორები შეიძლება დაიყოს *კოსმოსურად და პლანეტარულად*.

კოსმოსურ ფაქტორებს მიეკუთვნება გალაქტიკის მოძრაობა, მზისა და ვარსკვლავების გამოსხივება, პლანეტებისა და თანამგზავრების ურთიერთზემოქმედება, მცირე ზომის ციური სხეულების: ასტეროიდების, კომეტების, მეტეორიტების გავლენა.

პლანეტარულ ფაქტორებს მიეკუთვნება დედამიწის მოძრაობა ორბიტაზე და თავის ღერძის გარშემო, მისი ფორმა და ზომა-სიდიდე, შინაგანი აგებულება, გეოფიზიკური ველები.

თავი 3. კოსმოსური ფაქტორები

კოსმოსი ეს არის მთელი არსებული მატერიალური სამყარო, იგი მუდმივია დროში და უსასრულო სივრცეში, მატერია ამ სამყაროში თავმოყრილია ვარსკვლავებში, პლანეტებში, ასტეროიდებში, თანამგზავრებში, კომეტებსა და სხვა ციურ სხეულებში; აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მთელი მატერიალური სამყაროს თვალახილული მასის 98% თავმოყრილია ვარსკვლავებში.

3.1. გალაქტიკები, გალაქტიკების მოძრაობა

ციური სხეულები ქმნის სხვადასხვა სირთულის სისტემებს, ასე მაგ.: დედამიწა მთვარესთან ერთად წარმოადგენს შედარებით მარტივ სისტემას, რომელიც ერთიანდება მეორე, უფრო რთულ-მზის სისტემაში, ეს უკანასკნელი კი, თავის მხრივ, წარმოადგენს გალაქტიკის (galaktikos- ბერძნ. „რძიანი“) ნაწილს, რომელიც შედის გალაქტიკების დაგროვებაში, ყველაზე გრანდიოზულ სისტემაში, რომელიც სამყაროს უდიდესი ნაწილია და მხოლოდ შეიარაღებული თვალით ფიქსირდება- ესაა *მეგაგალაქტიკა*.

თანამედროვე წარმოდგენით ამ უკანასკნელის დიამეტრი 100 მლნ.სინათლის წელია, ასაკი დაახლოებით 15 მილიარდი წელი და მასში შედის 10^{22} ვარსკვლავი.

სამყაროში მანძილები იზომება *ასტრონომიული ერთეულით, სინათლის წლითა და პარსეკით.*

ასტრონომიული ერთეული ესაა მანძილი დედამიწიდან მზემდე, ანუ საშუალოდ 149 600 000 კმ.

სინათლის წელი ესაა მანძილი, რომელსაც სინათლის სხივი გაივლის ერთ წელიწადში, ერთი სინ. წელი უდრის $9,46 \times 10^{12}$ კმ–ს (სინათლის სხივის სიჩქარე უდრის 300 000 კმ/წმ–ში).

პარსეკი უდრის 3,26 სინათლის წელს, უდრის 206 265 ასტრონომიულ ერთეულს, ანუ $3,08 \times 10^{13}$ კმ–ს. პარსეკი ესაა მანძილი, საიდანაც დედამიწის ორბიტის საშუალო რადიუსი 1' კუთხით ჩანს (*წლიური პარალაქსი*).

გალაქტიკაში ვარსკვლავები გრავიტაციის ძალით არის ერთმანეთთან დაკავშირებული, გალაქტიკების შესახებ აზრი პირველად იმანუელ კანტმა ჩამოაყალიბა 1755 წ. გალაქტიკები ერთმანეთისგან განსხვავდება ზომით, გარეგნული სახით და მასში შემავალი ვარსკვლავების რაოდენობით.

გარეგნული სახის მიხედვით გალაქტიკები რამდენიმე მორფოლოგიურ ტიპად იყოფა (*ე.კაბლო*):

1. *ელიპტიკური*, ანუ ელიფსის ფორმის (მთელი აღმოჩენილი გალაქტიკების 25%), ასეთია მაგალითად ქალწულის თანავარსკვლავედის გალაქტიკა.
2. *სპირალური*, ყველაზე მრავალრიცხოვანია (50%), მასში უმეტეს ვარსკვლავებს უჭირავს ლინზის მაგვარი ფორმის გალაქტიკის დისკო, საიდანაც ორი ან მეტი ერთი მიმართულებით განშტოებული სპირალისებრი ტოტია აღმართული. მათ შორისაა ჩვენი გალაქტიკა და ჩვენთვის ასევე კარგად ცნობილი *ანდრომედას ნისლეული*.
3. *უსწორმასწორო*, ანუ *არამიწიერი* გალაქტიკა. მას უჭირავს მთელი ვარსკვლავური სისტემების 5%. ყველაზე მეტად ცნობილია დიდი და პატარა მაგელანის ღრუბლების გალაქტიკა, რომელიც სამყაროს სამხრეთ პოლუსთანაა განლაგებული და მასთან ერთად ადგენს ტოლგვერდა სამკუთხედს.
4. ელიფსისებური და სპირალური ფორმის გალაქტიკებს შორის გარდამავალია *ლინზისებრი* (20%), ასეთ გალაქტიკაში არ შეინიშნება სპირალური განშტოებანი.

სამყაროში ყველა გალაქტიკას აღენიშნება კაშკაშა ცენტრალური ნაწილი, გული ანუ *ბირთვი*, რომლის სიკაშკაშე აიხსნება ვარსკვლავების დიდი კონცენტრაციით, თუმცა მათი რიცხვი ვარსკვლავთა მთელი რაოდენობის მცირე წილს შეადგენს.

XX საუკუნის მეორე ნახევარში ასტრონომებმა შენიშნეს, რომ ზოგიერთ გალაქტიკას გააჩნდა არასწორი ფორმა, შეინიშნებოდა ორი ვარსკვლავური მანათობელი ღრუბლით გარშემორტყმული, ან აიროვანი ღერძით დაკავშირებული გალაქტიკები, მათ უწოდეს *ურთიერთზემოქმედი*, ვინაიდან მათი კავშირი მჭიდროა. ამ რთული სისტემის გრავიტაციული ველის ზემოქმედება ცვლის მათ ფორმას და სტრუქტურას, ურთიერთზემოქმედებას მივყავართ სისტემათა მიახლოებასთან, რაც საბოლოოდ შერწყმით მთავრდება. ასტრონომებმა აღმოაჩინეს ორბიტოვანი გალაქტიკა, რაც შერწყმის ფაქტს თვალნათლივ ადასტურებს.

ურთიერთზემოქმედება დიდ როლს თამაშობს სისტემათა ევოლუციაშიც, ამ დროს მიმდინარეობს ვარსკვლავწარმოქმნითი აფეთქებები, პროცესები, როდესაც ასობით მილიონი ვარსკვლავი ჩნდება თუ იბადება. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ მილიონობით წლის წინ ე.წ. გალაქტიკა–„კანიბალები“ თავისი დიდი მასით უფრო აქტიურად „ყლაპავდნენ“ შედარებით მცირე გალაქტიკებს. თანამედროვე ეტაპზე მათ უკვე შექმნეს ერთიანი სისტემები და ასეთი შერწყმა ხშირი არ არის.

ჩვენი გალაქტიკა შეიძლება მივაკუთვნოთ სუსტად ზემოქმედ გალაქტიკათა რიგს, ვინაიდან იგი განიცდის მცირე გრავიტაციულ ურთიერთზემოქმედებას დიდ და მცირე მაგელანის ღრუბლების სისტემასთან. ჩვენი გალაქტიკის ზეგავლენა უფრო დიდია, რაც დროთა განმავლობაში მილიონობით წლის შემდეგ გამოიწვევს მაგელანის ღრუბლების შემოჭრას და შერწყმას ჩვენს სისტემასთან.

ზეცისკენ მიმართულ მზერას ვარსკვლავების ხილულ მასასთან ერთად შეუნიშნავს მკრთალად მოეღვარე ზოლი, რომელიც ცაზეა გადაჭიმული, შეუიარაღებელი თვალით იგი განსაკუთრებით კარგად უმთავრო ზაფხულის მოწმენდილ ცაზე ჩანს, ესაა ვარსკვლავთ კრებული, რომელსაც უზარმაზარი, მაგრამ განსაზღვრული სივრცე უჭირავს, იგი უაღრესად რთული სტრუქტურისაა და გააჩნია მოძრაობის

საკუთარი სქემა; სწორედ ესაა ჩვენი გალაქტიკა, რომელსაც *ირმის ნახტომს* უწოდებენ. ზოგიერთ ლიტერატურულ წყაროში „რმის გზადაცა“ მოხსენიებული¹. გალაქტიკა შედგება ვარსკვლავებისა და ვარსკვლავთშორისი სივრცისაგან, რომელთა შორის მატერიისა და ენერჯის მუდმივი წრებრუნვა მიმდინარეობს, ზოგიერთ ვარსკვლავს, მგავსად ჩვენი მზისა, გააჩნია პლანეტარული სისტემაც. ირმის ნახტომის გალაქტიკის განზომილებები მუდმივად ზუსტდება, XX საუკუნის დასაწყისში მიიღეს შემდეგი სიდიდეები: დიამეტრი ტოლია 100 000 სინათლის წლის (30,7 ათასი პარსეკი), სისქე=1000 სინათლის წლის, ანუ 310 პარსეკი, მასში გაერთიანებულია 150 მილიარდი ვარსკვლავი და 100 ნისლოვნება, იგი სპირალისებური ფორმისაა, ზოგიერთ ლიტერატურულ წყაროში იგი ოსპის, უგრეხელის ნარგავს ჰგავს. ცენტრალურ ნაწილში შეინიშნება ვარსკვლავების დაგროვება—გალაქტიკის ბირთვი, რომლისგანაც სპირალურადაა განშტოებული ორი ტოტი, ბირთვს პერპენდიკულარულად კვეთს გალაქტიკის ბრუნვის ღერძი. მზე გალაქტიკის ცენტრიდან 25 000 სინათლის წლითაა დაცილებული და მის გარშემო 250 კმ/წმ სიჩქარით ბრუნავს, ერთ სრულ შემობრუნებას 200 მლნ წელი უნდება. გალაქტიკის ვარსკვლავთშორისი სივრცე შევსებულია გაუხმოებული გაზით, რომელშიც ძირითადად წყალბადი და ჰელიუმია წარმოდგენილი, ასევე გვხვდება კოსმოსური მტვერიც. ყოველივე ეს კი ქმნის ღრუბლებს, ანუ ნისლოვნებს. ისევე, როგორც ყველა გალაქტიკაში, „ირმის ნახტომის“ ქიმიურ შედგენილობაში ჭარბობს წყალბადი, ¼ მოდის ჰელიუმზე, ხოლო დანარჩენი ქიმიური ელემენტები მეტისმეტად მცირე წილითაა წარმოდგენილი.

3.2. ვარსკვლავები, მზე, მათი გამოსხივება,

ვარსკვლავი ესაა გავარვარებული სფერო, რომელიც გამოსცემს სითბოს და სინათლეს, ვარსკვლავები სამყაროში განვითარებისა და ევოლუციის სხვადასხვა სტადიაზე იმყოფებიან, ისინი განუწყვეტლივ მოძრაობენ ათობით და ასობით კმ/წმ—ში სიჩქარით, განსხვავებულია მათი მოცულობა, მასა, სიმკვრივე. ზოგიერთი ვარსკვლავის მოცულობა ჩვენს მზეზე რამდენიმე მილიარდით მეტია, ასეთებს „წითელ გიგანტებს“ უწოდებენ, მაგრამ მზეზე ბევრად პატარა მოცულობის ვარსკვლავებიც არსებობს, მათ „თეთრ ჯუჯებს“ უწოდებენ.

ვარსკვლავთა ძირითადი მახასიათებლებია: *სიკაშკაშე, ნათება, მასა, რადიუსი, ტემპერატურა, ქიმიური შედგენილობა.*

სიკაშკაშე ესაა ვარსკვლავის ხილული სხივოსნობა. ჯერ კიდევ ჩვენს წ.აღ—მდე II საუკუნეში ჰიპარქემ შეადგინა ვარსკვლავთა პირველი კატალოგი, რომელიც ეყრდნობოდა შეუიარაღებელი თვალით ხილულ ვარსკვლავთა სიკაშკაშეს, მან გამოყო 6 ჯგუფი, სადაც ყველაზე კაშკაშა ვარსკვლავები შედიოდა პირველში, ხოლო ყველაზე მიმქრქალი კი მეექვსეში.

ნათება ეს არის ვარსკვლავის გამოსხივების სიმძლავრე, სიკაშკაშე და ნათება ერთმანეთისგან მეტად განსხვავებული ორი ცნებაა, ვინაიდან ვარსკვლავს შეიძლება ჰქონდეს დიდი ნათება, მაგრამ დაცილების გამო სიკაშკაშე მცირედ გამოვლინდეს, რომ დავადგინოთ ვარსკვლავების გამოსხივება უნდა ვიცოდეთ მანძილი დედამიწიდან ამ ვარსკვლავამდე, რომელიც გამოიანგარიშება წლიური პარალაქსით, ანუ იმ კუთხით, რომლითაც ეს ვარსკვლავი ჩანს დედამიწის ორბიტის ნებისმიერი წერტილიდან.

ასტრონომიაში მიღებულია ტემპერატურის კელვინის (K) აბსოლუტური შკალა, ის იწყება -273°C , რაც K-ით $=0^{\circ}$ –ს, ყველაზე ცხელი ვარსკვლავის ტემპერატურა მეტია $20\ 000^{\circ} \text{K}$ –ზე, ყველაზე ცივის კი დაახლოებით 3000°K –ია.

XX საუკუნის დასაწყისში ჰარვარდის (აშშ) ობსერვატორიაში შემუშავდა ვარსკვლავთა სპექტრული კლასიფიკაცია, სადაც ასოებით აღნიშნული შვიდი ძირითადი ჯგუფია, კიდევ უფრო ზუსტი კლასიფიკაციისთვის თითოეული ჯგუფი დაყოფილია 10 ქვეჯგუფად, რომლებიც აღნიშნულია

¹ მითოლოგიის თანახმად ჰერაკლეს, რომელიც ზევსს ჩვეულებრივი მოკვდავი ქალისაგან შეეძინა, მხოლოდ მაშინ მიენიჭებოდა უკვდავება, თუ ჰერას რძეს მიიღებდა, ჰერმესმა მიძინარე ჰერას პატარა ჰერაკლე მკერდთან მიუწვინა, გაღვიძებულმა და გაბრაზებულმა ჰერამ ხელი ჰერა ახალშობილს და მკერდიდან რძე ცაში გადაიღვარა. ქრისტიანობის წარმოშობის შემდეგ ამ გზას ცაზე „იერუსალიმის გზა“ ეწოდა, ხოლო მუსლიმანებთან— „მომლოცველთა გზა“

0–დან 9–მდე ციფრებით, თითოეული ჯგუფის ვარსკვლავი ხასიათდება ფოტოსფეროს გარკვეული ფერით და ტემპერატურით.

O–ცისფერი $t=35\ 000^{\circ}\text{K}$

B– მოცისფრო–თეთრი $t=25\ 000^{\circ}\text{K}$

C– თეთრი $t=10\ 000^{\circ}\text{K}$

F– მოყვითალო $t=7500^{\circ}\text{K}$

G–ყვითელი $t=6000^{\circ}\text{K}$

K–ნარინჯისფერი $t=4000^{\circ}\text{K}$

M–წითელი $t=3000^{\circ}\text{K}$

ჩვენი მზე ამ კლასიფიკაციის მიხედვით შემდეგ ჯგუფშია– **G2**. ვარსკვლავთა მასის 98% მოდის წყალბადსა და ჰელიუმზე, პირველზე–80, ხოლო მეორეზე–18%, მძიმე მეტალების წილი კი 2%–მდეა. ყველაზე მეტია ის ელემენტები, რომლებიც ჭარბობს დედამიწის ქიმიურ შემადგენლობაში: ჟანგბადი, ნახშირბადი, აზოტი, რკინა. ზოგიერთ ვარსკვლავში (მზესთან შედარებით) ბევრად უფრო მეტია მყარი ელემენტები: ბარიუმ–ვერცხლისწყალი. ამ ვარსკვლავების ტემპერატურა, ბრუნვის სიჩქარე, მასა და სხვა განზომილებები მკვეთრად განსხვავდება სხვებისაგან.

ვარსკვლავთა ზომა განისაზღვრება მისი მთვარით გადაფარვისას სიკაშკაშის შემცირების პერიოდით, ან თეორიულად მისი ნათებით და ტემპერატურით. გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ „თეთრი ჯუჯების“ დიამეტრი მხოლოდ რამდენიმე ათასი კმ–ია, წითელი ზეგიგანტების დიამეტრი კი უტოლდება მზის სისტემის დიამეტრს, ანუ რამდენიმე მილიარდ კილომეტრს. ასტრონომი მეცნიერების აზრით, რაც უფრო დიდია ვარსკვლავი, მით უფრო მალე ქრება ანუ კვდება იგი.

ვარსკვლავის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია **მასა**, მისი განსაზღვრის ძირითად საფუძველს გვაძლევს ორმაგ ვარსკვლავებზე დაკვირვება და ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის და კეპლერის კანონებზე დაყრდნობა. მზესთან შეფარდებაში თუ განვსაზღვრავთ, ვარსკვლავების მასა რამდენიმე ათეულიდან 0,1–მდე იცვლება, მცირე მასის შემთხვევაში თერმობირთვული სინთეზი, ანუ წყალბადის ჰელიუმად გარდაქმნის რეაქცია შეუძლებელი ხდება. ვარსკვლავები შეიძლება იყოს **ეული** ან ქმნიდეს წყვილს. გალაქტიკის პერიფერიულ ზონაში შედარებით მეტი ეული ვარსკვლავია, ხოლო ბირთვისაკენ წყვილად, სამ–სამად და მეტად დაჯგუფებული ვარსკვლავებია თავმოყრილი. ვარსკვლავთა დაწყვილების ჰიპოთეზა ჯერ კიდევ კეპლერმა ივარაუდა, მაგრამ მის პირველ აღმომჩენად **უ. გერშელი** ითვლება.

მ. მაროვის (1981) აზრით მზე წყვილი ვარსკვლავია, მას გააჩნია თანამგზავრი ვარსკვლავი **ნემეზიდა**, რომელიც მე–9 ქვეჯგუფის ჯუჯა ვარსკვლავად ითვლება, იგი იმყოფება მეტისმეტად ძლიერ ექსცენტრიულ ორბიტაზე და მასთან მაქსიმალური დაშორება 2,5 სინათლის წელია. მზის ირგვლივ შემობრუნებას ნემეზიდა 26 მლნ წელს ანდომებს, მოახლოებისას ძლიერ აღაშფოთებს კომეტების ღრუბელს და მზის სისტემის შიგნით შემოსტყორცნის მათ, ეს ფაქტი ძლიერ მნიშვნელოვანია დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ევოლუციაში, რადგან აღსანიშნავია, რომ ბიოსფეროს რამდენიმე სახეობის გაქრობის პერიოდი დაახლოებით 26–31 მლნ წელს შეადგენს. ამკარაა, რომ კომეტებთან შეხებისას ან კოსმოსური მტვრით დამტვერიანების დონის გაზრდამ დედამიწაზე შეიძლება კატასტროფები გამოიწვიოს.

დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ფორმირება, მისი წიაღის რესურსების წარმოქმნა და მათი ხარისხობრივი თავისებურებანი **მზის** ენერგიასთანაა დაკავშირებული. მზე–ჩვენი პლანეტარული სისტემის ცენტრალური სხეულია, მის გარშემო მოძრაობს პლანეტები თავის თანამგზავრებით, მცირე ცთომილები, კომეტები, მეტეორები. მზეა მთელი ჩვენი პლანეტის ენერგეტიკული, სითბური, კლიმატური, ბიოლოგიური, ჰიდროსფეროს, ნიადაგების და სხვა რესურსების არსებობის საფუძველი, აგრეთვე გეომაგნიტური, ტელე–რადიო გადაცემებისა და სატელეფონო კავშირების არსებობის საშუალება, ეგზოგენური ძალების მამოძრავებელი ენერგია; ადამიანის წარმოშობის, მისი განვითარების და სამეურნეო საქმიანობის წარმმართველი.

მზე გავარვარებული გაზოვანი მნათი სხეულია. აშშ–ს კლასიფიკაციით იგი საშუალო სიდიდის ყვითელი ვარსკვლავია –G2, უფრო სწორედ, მზე პლაზმური სფეროა, ვინაიდან მისი შემცველი აირების ატომებს ელექტრონები შემოცლილი აქვს და იონებადაა გარდაქმნილი. მზეზე 66 ქიმიური ელემენტია

აღმოჩენილი, აქედან წყალბადზე 55–70%, ხოლო ჰელიუმზე კი–43–28% მოდის; დანარჩენ ელემენტებს მხოლოდ 2% უჭირავს. მზის დიამეტრი 1,39 მლნ კმ–ია, მთელი მზის სისტემის მასის 99,86% მზეშია თავმოყრილი და 2×10^{30} (30 ხარისხში) კგ ტოლია, იგი 333 000–ჯერ მეტია, ვიდრე დედამიწის მასა, სისტემის მოძრაობათა მხოლოდ 2% მიეკუთვნება მზეს. ჩვენი ვარსკვლავის ფართობი $6,12 \times 10^{12}$ კვ.კმ–ია, რაც დედამიწის ფართობს 12 ათასჯერ აღემატება, ხოლო მოცულობით 1,3 მლნ–ჯერ მეტია დედამიწაზე. მზის ზედაპირის საშუალო სიმკვრივე 1,41 გ/სმ³–ია და ოთხჯერ ნაკლებია დედამიწის სიმკვრივეზე, უფრო ღრმა ფენებში კი სიმკვრივე 100 გ/სმ³–მდე იზრდება; გარეთა შრეების სიმკვრივე დედამიწის ზედაპირთან არსებული ატმოსფეროს სიმკვრივეზე კიდევ უფრო ნაკლებია. მზის ზედაპირზე ტემპერატურა 6000° K–ია, ხოლო გულში–15–16 მლნ° K (კელვინით), მზის კოლოსალური ენერგია მის წიაღში მიმდინარე თერმობირთვული რეაქციის შედეგია, რომლის დროსაც მიმდინარეობს წყალბადის გარდაქმნა ჰელიუმად. გამოთავისუფლებული უზარმაზარი ენერგია ბირთვიდან ნივთიერებათა კონვექციური მოძრაობის შედეგად გადაეცემა გარეთა შრეებს, ფოტოსფერომდე და შემდეგ გამოსხივდება სინათლისა და სითბოს სახით აღწევს დედამიწამდე, ისევე როგორც, მზის სისტემის სხვა ციურ სხეულებამდე.

ფოტოსფერო გადის უფრო მაღლა მდებარე ქრომოსფეროში, რომლის სიმძლავრეც 145 000 კმ–ია; მასში მიმდინარეობს ძლიერი აფეთქებები, რაც ინტენსიური ულტრაიისფერი და რენტგენული გამოსხივების, რადიოტალღების და კორპუსკულარების წყაროა.

ქრომოსფეროს თავზე განფენილია მზის გვირგვინი, რომლის ცალკეული სხივების სიგრძე მზის რადიუსზე რამდენიმე ათეულით მეტზეა განფენილი. იგი დამუხტულია დადებითი იონებით და თავისუფალი ელექტრონებით და ძლიერაა გაუხშობებული. მზის გვირგვინი მის მიერ გამოსხივებული კორპუსკულარული ზებგერთი სხივების განუწყვეტელი ნაკადია, მას „მზის ქარი“ ეწოდება. დედამიწის ახლოს მზის ქარი 300–500 კმ/წმ–ის სიჩქარით ქრის, იგი ხშირად ქარიშხლად იქცევა და ჩვენი პლანეტის სივრცეში მისგან ბევრი სხვადასხვა სახის პროცესი იმართება. „მზის ქარის“ ძლიერ ზეგავლენას განიცდის დედამიწის მაგნიტური ველი და ატმოსფეროს ზედა ფენები.

მზე ერთ წამში გამოსახივებს $3,8 \times 10^{33}$ ერგ სითბურ ენერგიას, რაც 4 მლნ ტ. მასის ხარჯვის ტოლფასია, დედამიწამდე ამ ენერგიის $\frac{1}{2}$ მემილიარდედი ნაწილი აღწევს.

3.3. მზის სისტემა, პლანეტებისა და თანამგზავრების ურთიერთზემოქმედება.

მზის სისტემა შედგება ცენტრალური ვარსკვლავისაგან– მზისაგან, რომელიც გამოსცემს სითბოს და სინათლეს. ამ სისტემაში შედის 9 პლანეტა, 60–ზე მეტი თანამგზავრი, 40 000 ასტეროიდი, 1 მლნ–მდე კომეტა. სისტემის რადიუსი $R=5,9$ მლრდ კმ–ია. მეათე პლანეტის– **კვაუზარის** არსებობის შესახებ ნასას მეცნიერებმა 2002 წ ამცნეს მსოფლიოს. იგი პლუტონიდან 1,5 მლრდ კმ–ითაა დაშორებული და მისი დიამეტრი 1300 კმ–ია, ეს ფაქტი დადგინდა პლუტონის ორბიტის შესწავლს შემდეგ: მისი „აღშფოთება“ არ შეიძლება აიხსნას მხოლოდ ცნობილი პლანეტების ზეგავლენით. რუსი მეცნიერი მ.ერმოლაევი ჯერ კიდევ 1975 წელს გამოთქვავდა ვარაუდს, რომ პლუტონი შეიძლება მივაკუთვნოთ პლანეტების მესამე– გარეთა ჯგუფს, ვინაიდან მის შემდეგაც შეიძლება არსებობდეს მზის სისტემის ახალი პლანეტები. 1986 წ. ამერიკელმა ასტროფიზიკოსებმა დ. უიტმირმა და ჯ. მატისმა გამოთვალეს პლუტონის მიღმა მეათე პლანეტის არსებობა, მათი აზრით უცნობი პლანეტა ძლიერ გაჭიმულ ელიფსურ ორბიტაზე მოძრაობს და სრულ შემობრუნებას 1000 წელს ანდომებს.

მზის სისტემის ძირითადი კანონზომიერებანი შემდეგნაირად შეიძლება ჩამოვაცალიოთ:

1. ყველა პლანეტას გააჩნია სფეროსებური ფორმა.
2. სამყაროს ჩრდილოეთ პოლუსზე მყოფი დამკვირვებლისათვის ყველა პლანეტა მზის გარშემო, საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნავს. სწორედ ეს მიმართულება ითვლება სწორად, ამავე მიმართულებით მოძრაობს თითქმის ყველა თანამგზავრი და ასტეროიდი.
3. თავის ღერძის ირგვლივ მოძრაობასაც ყველა პლანეტა ამ მიმართულებით აწარმოებს, გამონაკლისია ვენერა და ურანი, ეს უკანასკნელნი თავის ღერძის გარშემო საათის ისრის მიმართულებით მოძრაობენ.
4. მზის სისტემის მოძრაობათა 98% პლანეტებზე მოდის, მზეზე კი მხოლოდ 2%.

5. პლანეტების უმრავლესობის ორბიტის ფორმა წრეწირს უახლოვდება, მათი *ექსცენტრისიტეტი*² პატარაა, ამიტომ პლანეტები არ მიდიან ერთმანეთთან ახლოს, მხოლოდ მერკურს და პლუტონს აქვს ორბიტა ძლიერ გაჭიმული.
6. თითქმის ყველა პლანეტის ორბიტა ერთ სიბრტყეზე მდებარეობს, ეს სიბრტყე ახლოსაა ეკლიპტიკის სიბრტყესთან, ამავე დროს, ყოველი პლანეტა დაახლოებით ორჯერ მეტი მანძილითაა დაცილებული მზისგან, ვიდრე წინა.

უკანასკნელი კანონზომიერება (6) დადგენილ იქნა ორი მეცნიერის ი.ტიციუსის (1729–1796) და ი. ბოდეს (1747–1826) მიერ, მათი აზრით მზიდან პლანეტის დაცილების r (ასტრონომიული ერთეული) შეიძლება შემდეგი ფორმულით გამოვიანგარიშოთ $r = 0,4 + 0,3 \times 2^n$, სადაც n უდრის ნოლს ვენერასათვის. $n=1$ დედამიწისათვის, $n=2$ მარსისათვის, $n=4$ იუპიტერისათვის, ამ კანონს არ ექვემდებარება მერკური, ნეპტუნი და პლუტონი. $n=3$ შეესაბამება ასტეროიდების ზოლს, ასეთ მანძილზე პლანეტა არ არსებობს, ერთი ჰიპოთეზით ამ ადგილზე არსებული პლანეტა ფაეტონი გიგანტმა იუპიტერმა გაანადგურა თავისი გრავიტაციით. ვფიქრობთ, უფრო სარწმუნოა მეორე მოსაზრება, რომ გიგანტური პლანეტის ძლიერმა ზეგავლენამ საშუალება არ მისცა სხვა პლანეტას ეს ადგილი დაეკავებინა.

შიდა ჯგუფის პლანეტები თავისი ღერძის გარშემო ნელა ბრუნავენ, მერკურის ბრუნვის პერიოდი 58,7 დედამიწის დღე-ღამეა, ვენერასი—243 დღე-ღამე, მარსის კი—დედამიწის დღე-ღამეზე ოდნავ მეტი. ნელი ბრუნვის გამო ამ პლანეტების პოლარული შეკუმშულობა მცირეა, ამიტომ მათ დედამიწისგან განსხვავებით, რომელსაც მეტი პოლარული შეკუმშულობა ახასიათებს, მეტი სფეროსებურობა გააჩნიათ.

II ჯგუფის პლანეტები (იუპიტერი, სატურნი, ურანი, ნეპტუნი) გამოირჩევა დიდი ზომით და მცირე სიმკვრივით, მათი დიამეტრი 50 ათასიდან –142 800 კმ–მდე, ხოლო საშუალო სიმკვრივე კი– 0,7–დან 2,3 გ/სმ³–მდეა. მზის სისტემის ყველაზე დიდი პლანეტის იუპიტერის დიამეტრი 142 800 კმ–ია, სიმკვრივე კი–1,3 გ/სმ³. გიგანტი პლანეტების ორბიტალური ბრუნვის სიჩქარე მცირეა: იუპიტერი სრულ შემობრუნებას 11,86 წელს ანდომებს, ნეპტუნი კი–165 წელს. ისინი სწრაფად ბრუნავენ თავის ღერძის გარშემო—იუპიტერის ბრუნვის პერიოდი დედამიწის 10 სთ–ია, ურანის–17 სთ. ზემოაღნიშნულის გამო დიდია მათი პოლარული შეკუმშულობა.

ყველა გიგანტ პლანეტას გააჩნია რგოლები და თანამგზავრები, კოსმოსური აპარატურის ყოველი ახალი გაშვებისას იზრდება ახლად აღმოჩენილი თანამგზავრების რაოდენობა, ამჟამად ცნობილია 60–ზე მეტი.

ყველა პლანეტის მოძრაობის ნამდვილი სურათი დაადგინა გერმანელმა მეცნიერმა ი.კეპლერმა (1571–1630). თავის წიგნებში „ახალი ასტრონომია“ (1609) და „სამყაროს ჰარმონია“ (1619) მან ჩამოაყალიბა სამი კანონი.

პირველ კანონში პლანეტების ორბიტათა ფორმებზე გამოთქმულია შემდეგი მოსაზრება: ყოველი პლანეტა მოძრაობს ელიფსზე, რომლის ერთ–ერთ ფოკუსში იმყოფება მზე.

ორბიტის გაჭიმულობა გამოწვეულია ექსცენტრისიტეტის სიდიდით; ცხადია პლანეტებიდან მზემდე მანძილი იცვლება წლის განმავლობაში—პერიფელიუმში—პლანეტა ახლოა მზესთან, ხოლო აფელიუმში—ყველაზე შორს. ეს განსხვავება განსაკუთრებით დიდია მერკურის და პლუტონის ორბიტებზე.

მეორე კანონის თანახმად პლანეტების რადიუს–ვექტორი³ დროის თანატოლ შუალედში თანაბარ ფართობებს შემოწერს, რადგან პერიფელიუმში, ანუ ახლო დგომისას პლანეტები უფრო სწრაფად მოძრაობს, ხოლო აფელიუმში—უფრო ნელა.

მესამე კანონი საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ პლანეტების დაცილება მზისაგან და იგი ასეა ჩამოყალიბებული: პლანეტის მზის გარშემო შემობრუნების მანძილის კვადრეტი ტოლია მისი ორბიტის დიდი ნახევარღერძის⁴ კუბისა.

² ექსცენტრისიტეტი ესაა ფოკუსსა და ცენტრს შორის არსებული მანძილის დამოკიდებულება დიდ ნახევარღერძთან.

³ რადიუს–ვექტორი ესაა სწორი ხაზი, რომელიც აერთებს ორბიტის წერტილს მზესთან.

⁴ პლანეტის ნახევარღერძი ეს არის აფელიუმსა და პერიფელიუმში პლანეტების მზისგან დაცილების ნახევარჯამი.

ციური სხეულების ურთიერთზემოქმედების კანონები აღმოჩენილ იქნა ნიუტონის მიერ (1643–1727). წიგნში „ნატურფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“ მან აღწერა მსოფლიო მიზიდულობის კანონი (1687). მიზიდულობის ძალა პირდაპირპროპორციულია ურთიერთზემოქმედი სხეულების მასებისა და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილისა.

$$F = g \frac{m_1 m_2}{r^2} = \left(g \frac{m_1}{r^2} \right) m_2$$

m_1 და m_2 - სხეულთა მასებია, r - მანძილი სხეულებს შორის, g - გრავიტაციული მუდმივა

თანამედროვე წარმოდგენით მზე და სისტემის ციური სხეულები წარმოიქმნა 4,6–5 მლრდ წლის წინ აიროვან-მტვრიანი ღრუბლისაგან, რომელიც გრავიტაციული შეკუმშვის გავლენით, თანდათან მკვრივდებოდა, იზრდებოდა მისი ბრუნვის სიჩქარე, იკუმშებოდა და იღებდა დისკოს ფორმას. ნივთიერებათა შეკუმშვისას ღრუბელი ხურდებოდა, რის გამოც ცენტრალურ ნაწილში დაიწყო სინთეზური ბირთვული რეაქციები. საბოლოოდ ღრუბლის ცენტრში წარმოიშვა მზე, ხოლო მყარი მასალის თავმოყრის შედეგად – პლანეტები და თანამგზავრები, ჰიპოთეზა პირველად რ.დელარტმა გამოთქვა (1644), მაგრამ ფართოდ ცნობილი გახდა კანტ–ლაპლასის ჰიპოთეზის კოსმოგენური ნისლოვნების (ნებულიარული) ჰიპოთეზის სახელწოდებით. კოსმოლოგების უმეტესი ნაწილი თვლის, რომ კანტ–ლაპლასის ჰიპოთეზის ძირითადი ვარაუდები სწორია. ერთ–ერთი ჰიპოთეზის თანახმად, დედამიწას გააჩნდა ტყუპისცალი – თეა. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ისინი ერთდროულად წარმოიქმნენ და ერთ ორბიტაზე მოძრაობდნენ; სწორედ ამან გამოიწვია მათი შეჯახება; დედამიწა გადარჩა და შთანთქა თეას მნიშვნელოვანი ნაწილი, გაიზარდა მოცულობასა და მასაში, რასაც კანონზომიერად მოჰყვა მისი გრავიტაციული ველის შექმნა. მხოლოდ ამის შემდეგ შეძლო დედამიწამ თავის ზედაპირზე და გარშემო ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს შეკავება.

მზიდან დაშორების მიხედვით პლანეტები შემდეგნაირადაა განლაგებული: **მერკური, ვენერა, დედამიწა, მარსი, იუპიტერი, სატურნი, ურანი, ნეპტუნი, პლუტონი**. მზის სისტემის პლანეტები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: **შიდა**, ანუ დედამიწის ჯგუფის და **გარე, გიგანტი**, ანუ იუპიტერის ჯგუფის. პლუტონი თითქმის არ არის შესწავლილი, ზოგიერთი ასტრონომი მას პლანეტასაც არ უწოდებს, ვინაიდან თავისი ზომებით და თვისებებით იგი ახლოა გიგანტური პლანეტების ყინულოვან თანამგზავრებთან.

პირველი ჯგუფის პლანეტების (მერკური, ვენერა, დედამიწა, მარსი) დიამეტრი გამოირჩევა მცირე ზომით და დიდი სიმკვრივით (5 ათასიდან–დან 12,7 ათას კმ–მდე), საშუალო სიმკვრივე 4–5,5 გრ/სმ³. აქედან ყველაზე დიდი მონაცემები დედამიწას გააჩნია.

თანამედროვე კოსმოქიმიური მონაცემებით ამ პლანეტების წიაღში მიმდინარეობს ღრმა ქიმიური დიფერენციაცია, რომელიც ფიზიკურად ერთმანეთის მიმართ კონცენტრულად განლაგებული გარსების არსებობით გამოიხატება.

გ.ვოიტკოვიჩი და ო. ბესონოვი (1986) დედამიწის ჯგუფის პლანეტებში გამოყოფენ ოთხ მთავარ გარსს; ქვემოდან ზემოთ ისინი შემდეგნაირადაა განლაგებული:

1. მკვრივი ლითონური ან სულფიდურ–ლითონური ბირთვი
2. სილიკატური, ან მყავურ–სილიკატური მანტია
3. შემცირებული სიმკვრივის ალუმინ–სილიკატური ქერქი
4. მსუბუქი აიროვან–წყლოვანი გარსი (მერკურის გარდა)

დედამიწის ჯგუფის ოთხივე პლანეტის ზედაპირზე აღმოჩენილია ტექტონიკური მოძრაობების ზემოქმედების კვალი.

დედამიწის ჯგუფის პლანეტების ორბიტალური სისწრაფე საკმაოდ დიდია. მერკური ბრუნავს 48 კმ/წმ, ვენერა–35 კმ/წმ, დედამიწა–29 კმ/წმ, მარსი–24 კმ/წმ სიჩქარით. შიდა პლანეტებს მხოლოდ 3 თანამგზავრი გააჩნიათ: დედამიწას – **მთვარე**, ხოლო მარსს – **ფობოსი და დემოსი**; ძლიერ დიდ მასშტაბში ცვალებადობს მანძილი დედამიწასა და მარსს შორის – ახლო დგომისას 56 მლნ კილომეტრია, ხოლო მაქსიმალური დაცილებისას 400 მლნ კმ– მდე იზრდება. ვარაუდობენ, რომ ოდესღაც მერკური ვენერას თანამგზავრი იყო, მაგრამ მზის მიერ იქნა მიტაცებული და ამჟამად მის გარშემო ბრუნავს.

3.4. მთვარე-დედამიწის თანამგზავრი.

დედამიწის ერთადერთი თანამგზავრი მთვარე მისგან 384 ათასი კმ-ითაა დაცილებული. მთვარის საშუალო რადიუსი 1738 კმ-ია, რაც დედამიწის რადიუსის 0,27 შეადგენს, მისი ეკვატორის r (რადიუსი) 0,5 კმ-ით გრძელია პოლარულზე, მასა კი დედამიწის მასის $1/81$ -ია. მთვარის საშუალო სიმკვრივე დედამიწისაზე ნაკლებია და $3,34$ გ/სმ³-ს უტოლდება.

მთვარე ბრუნავს თავის ღერძის გარშემო, ამიტომ გააჩნია მცირეოდენი პოლარული შეკუმშულობა. მისი ორბიტა წარმოადგენს ელიფსს, რომლის ერთ-ერთ ფოკუსში იმყოფება დედამიწა, ამიტომ მისი დაცილება დედამიწიდან იცვლება *პერიგეაში* –357 ათასი კმ-დან, *აპოგეაში*–407 ათას კმ-მდე.

მთვარის დედამიწის გარშემო ბრუნვის პერიოდი ემთხვევა თავის ღერძის გარშემო შემობრუნებისას და დედამიწისეული 27.32 დღე-ღამის ტოლია. ესაა *ვარსკვლავური სიდერული თვე*. ბრუნვის პერიოდების დამთხვევების გამო დამკვირვებელი დედამიწიდან მთვარის მხოლოდ ერთ მხარეს ხედავს, თანაც მხოლოდ მის 60%-ს, ვინაიდან დედამიწა იმყოფება არა ორბიტის ცენტრში, არამედ ფოკუსში და მთვარის ორბიტაც დედამიწის ორბიტის მიმართ $5^{\circ}09'$ კუთხითაა დახრილი.

მოძრაობასთან დაკავშირებულია მთვარის ფაზები: *ახალი მთვარე, პირველი მეოთხედი, სავსე მთვარე და მესამე მეოთხედი*.

პირველ რიგში, ანუ ახალმთვარეობისას მთვარე იმყოფება მზესა და დედამიწას შორის და დედამიწისკენ მიმართულია მისი ბნელი მხარე. პირველ მეოთხედში მთვარე მზისადმი 90° -იანი კუთხით იმყოფება და მისი მხოლოდ მზარდი მარჯვენა მხარე ჩანს. სავსემთვარეობისას დედამიწის მიღმა და მისკენ განათებული ნახევარსფეროთია მიქცეული. მესამე მეოთხედში მთვარე ისევ 90° -იანი კუთხითაა მზისადმი მიქცეული და ამჟამად უკვე მისი მარცხენა კლებადი ნაწილი ჩანს.

ზემოაღნიშნულ თითოეულ ფაზაში ყოფნისას ცაზე მთვარის ზენიტში დგომა დაკვირვების ადგილის მერიდიანის გავლისას სხვადასხვა დროს დაფიქსირდება; ასე მაგ.: პირველ მეოთხედში –18 სთ-ზე, სავსემთვარეობისას–24 სთ-ზე, მესამე მეოთხედში დილის 6 სთ-ზე, სწორედ ამიტომაც ჩანს მთვარე ცაზე ხან დილით ადრე, ხან კი– საღამოს.

მთვარის ფაზის სრული ცვლა–*სინოდური თვე*, ცოტათი მეტია, ვიდრე სიდერული და 29,53 დედამიწის დღე-ღამეს შეადგენს. სინოდური თვის განმავლობაში მთვარეზე მიმდინარეობს დღე-ღამის ცვლა, ანუ მთვარის დღისა და ღამის ხანგრძლივობა 14,5 დედამიწის დღე-ღამეს უტოლდება.

მთვარისა და დედამიწის ურთიერთზემოქმედების და ურთიერთგანლაგებისას წარმოიქმნება მზის და მთვარის დაბნელებანი, მიმოქცევები ოკეანეში, მზისა და მთვარის დაბნელება ხდება მაშინ, როდესაც მზე, მთვარე და დედამიწა მთვარის ორბიტის საკვანძო წერტილში ერთ ხაზზე იმყოფება.

თუ მთვარე იმყოფება მზესა და დედამიწას შორის (ახალმთვარეობისას), იგი ფარავს მზის სფეროს და დედამიწის ზოგიერთი რეგიონისათვის იწყება მზის დაბნელება, ხოლო თუ მთვარე იმყოფება დედამიწის მიღმა, მაშინ მთელი დედამიწის ღამისეული ნახევარსფეროსათვის იწყება მთვარის დაბნელება. საერთოდ ერთი წლის მანძილზე მზისა და მთვარის ორი დაბნელება ხდება, 1982 წელი უნიკალური იყო იმით, რომ მოხდა დაბნელებათა მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობა, მზის –4–ჯერ, ხოლო მთვარის 3–ჯერ. 200–300 წელიწადში ერთხელ ხდება მზის სრული დაბნელება. მიმოქცევები დედამიწაზე გამოწვეულია მზის სისტემაში არსებული სხვადასხვა სხეულებით, მათ შორის მთვარისა და მზის მიზიდულობის გავლენით. მთვარე ყველაზე ახლოს მდგომი სხეულია, ამიტომ მისი გავლენა ყველაზე მეტია.

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის თანახმად, მთვარის მიზიდულობის ძალა, დამოკიდებულია ურთიერთმოქმედი სხეულების (მთვარე–დედამიწა) მასაზე და მათ შორის მანძილზე. მთვარესთან ახლოს არსებულ წერტილთან დედამიწის მიზიდულობის ძალა ყველაზე მეტია, ხოლო დაცილებულზე კი–უმცირესი.

დედამიწის იმ მონაკვეთის დიამეტრალურად საწინააღმდეგო მხარეს, რომელიც მთვარისაკენაა მიქცეული, მიმდინარეობს მოქცევა; მოქცევებს შორის პერიოდი შეადგენს 12 სთ და 25 წთ, მათ შორის კი ხდება მიქცევა 6 სთ და 12–13 წთ–ის შემდეგ, ვინაიდან მთვარე დედამიწასთან თავის საერთო სიმძიმის ცენტრს იგივე მიმართულებით შემოივლის, რომელი მიმართულებითაც დედამიწა ბრუნავს თავის

ღერძის გარშემო. ყველაზე უკეთ მოქცევა ჩანს ოკეანეში, ვინაიდან იქ წარმოიქმნება მოქცევითი შვერილები-მთვარისკენ მიმართული წყლის მასის ამობურცვა, შედარებით ნაკლებად ამობურცება ოკეანე დედამიწის დიამეტრალურად საწინააღმდეგო ზედაპირზე. ტალღად გადაქცეული მოქცევის შვერილი დედამიწის ბრუნვის შედეგად გარს შემოუვლის მას, ოღონდ საწინააღმდეგო, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. მოქცევის ტალღებს შორის ტალღური მულდები მიქცევის მაჩვენებელია, **ფანდის** ყურეში (ჩრდილოეთ ამერიკა) მოქცევის სიმაღლე 18 მ-ს აღწევს. ამჟამად ცნობილია, რომ გეოგრაფიული გარსის თითქმის ყველა გეოსფერო განიცდის მიზიდულობის ძალას, ასე მაგ.: მოსკოვის რაიონში დედამიწის ზედაპირი დღე-ღამეში ორჯერ იწევს მაღლა 30-40-სმ-ით (თ. სავცოვა, 2005).

მიმოქცევის წარმოშობის სურათი მეტად რთულია, ვინაიდან გასათვალისწინებელია მზის მიზიდულობის ძალაც. ახალმთვარეობის და სავსემთვარეობის დროს მზე, მთვარე და დედამიწა ერთ სწორ ხაზზეა განლაგებული, ამ დროს მოქცევის ტალღის სიმაღლე უფრო მაღალია და მას **სიზიგური** ეწოდება, ხოლო როდესაც მთვარე პირველ ან უკანასკნელ, ანუ მესამე მეოთხედში დგას, მთვარესა და მზეს შორის იქმნება 90°-იანი კუთხე, ამ დროს ტალღა შედარებით დაბალია და ასეთ მოქცევას **კვადრატული** ეწოდება,

მიმოქცევის პროცესი დიდ ზეგავლენას ახდენს დედამიწაზე - ანელებს მის ღერძულ მოძრაობას, ამასთანავე ითვლება, რომ დედამიწის მოქცევითმა ზემოქმედებამ უკვე შეანელა მთვარის ღერძის გარშემო ბრუნვა. დედამიწის ბრუნვის პერიოდი ღერძის გარშემო 25 ათასი წლის განმავლობაში ერთი წამით მცირდება, მოქცევები მეტად საინტერესო მოვლენებს იწვევს მდინარეთა შესართავებში ე.წ. „მდინარულ ბორას“, ეს არის დიდი ტალღა, რომელიც დღე-ღამეში ორჯერ ვრცელდება მდინარის შესართავიდან ათობით კილომეტრზე ზემოთ. ასე მაგალითად, მსოფლიოში ყველაზე დიდი მდინარის, ამაზონის კალაპოტში მოქცევას თან ახლავს საოცარი ბუნებრივი მოვლენა „**პოროროკა**“, ანუ დამანგრეველი, „**ამუსუნუ**“, ანუ მქუხარე წყალი, როგორც მას აბორიგენები უწოდებენ. 3 მ-იანი მძლავრი ტალღის ხმა 5-8 კმ-ის მოშორებითაც კი ისმის, ზოგიერთი გეოგრაფი სწორედ ამ ტერმინს მიაწერს ამაზონის სახელის წარმოშობასაც. მთვარის ზედაპირი ყოველთვის იზიდავდა მკვლევართა ყურადღებას, ჯერ კიდევ მე-17 საუკუნეში გ.გალილეიმ მთვარის ზედაპირის ბნელ ადგილებს „ზღვები“ უწოდა, ხოლო ნათელს- „კონტინენტები“. მთვარის კრატერები მისი რელიეფის მთავარი მახასიათებელია, რომელთა ზომები 1 მმ-დან ასობით კმ-მდე იცვლება; მათი წარმოშობის შესახებ ორი მოსაზრება არსებობს: მეტეორიტული და ვულკანური (ისევე, როგორც დედამიწაზე). კრატერების უმეტესი ნაწილი მართლაც მეტეორიტების დაცემითაა შექმნილი, ხოლო ნაწილი ალბათ-ვულკანურია, რადგან ამჟამადაც აღმოჩენილია „ცხელი ლაქები“, რომელთა ტემპერატურა ათობით გრადუსით მეტია მათ გარშემო არსებულზე. ასტრონომებმა დააფიქსირეს მთვარის წიაღიდან აირის და წყლის გამოყოფის ფაქტებიც.

ქიმიური შემადგენლობით მთვარის გრუნტი დედამიწისეულის მსგავსია: მასზე აღმოჩენილია 70 ქიმიური ელემენტი, მათ შორის ყველაზე დიდი წილი მოდის კაჟზე, ალუმინზე, რკინაზე, მაგნიუმზე, კალციუმზე და სხვ. მთვარის ამგებელი ძირითადი ქანები ძლიერ ჩამოგავს დედამიწისეულ ბაზალტებს. მთვარე ყოველთვის იზიდავდა და იზიდავს ადამიანთა ყურადღებას: ტეხასის ობსერვატორიის თანამშრომლებმა, რომლებიც ყოველდღე ზომავენ მანძილს მთვარეზე გამზებულ და არეკლილი სხივის საშუალებით, დაკვირვებისას მიღებული ანათვლებით მეტად საინტერესო ფაქტი აღმოაჩინეს: თანამგზავრი დედამიწას ყოველწლიურად 3,5 სმ -ის სიჩქარით სცილდება და ალბათ, 1 მლრდ წლის შემდეგ ჩვენ მას საბოლოოდ დაგვარგავთ.

მთვარე მზის სისტემის თანამგზავრებს შორის ყველაზე დიდია და მას დედამიწის გეოგრაფიული გარსის განვითარებაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება: მთვარის დამსახურებაა არა მარტო მიმოქცევები, რომელიც, მეცნიერების აზრით, სიცოცხლის, ანუ ბიოსფეროს შექმნისა და განვითარების საწყისად იქცა, არამედ დედამიწის წელიწადის დროების ცვლა, მისი კლიმატის ჩამოყალიბება და სტაბილურობა, მთვარის მიზიდულობა აგრეთვე აიძულებს დედამიწას იმოდროს მზის გარშემო მყარ ორბიტაზე.

3.5. ასტეროიდები, კომეტები, მეტეორიტები.

ასტეროიდები დიდი პლანეტებისაგან ზომებით და უსწორმასწორო კუთხური ფორმით განსხვავდება. ჩვენთვის ცნობილი ასტეროიდებიდან ყველაზე მსხვილის კვეთი დაახლოებით 1000 კმ-ია, უმეტესი ნაწილის კი-მხოლოდ ათობით და ასობით მეტრი. ისინი ძირითადად თავმოყრილია მარსსა და იუპიტერს შორის არსებულ სივრცეში. 1801 წელს ქ.პალერმოში, იტალიელმა ასტრონომმა დ. პიაციმ

აღმოაჩინა მოძრავი უცნობი ციური სხეული, იგი ამჟამად ჩვენთვის ცნობილი ყველაზე მსხვილი ასტეროიდი *ცერერა*.

კომეტებს ასტეროიდებზე ნაკლები მასა გააჩნიათ, შედგება ბირთვის, თავისა და კუდისაგან. ბირთვი ეს არის ლითონის ნაწილაკებიანი ყინულის ლოდი, მზესთან მიახლოებისას ყინული ლღვება, ხოლო მისი მყარი ნაწილაკები ვარვარდება. ბირთვს გარს აკრავს ყინულის ლობისაგან წარმოქმნილი ორთქლის ღრუბელი, სწორედ ეს არის კომეტის თავი, კუდი კი აირისა და მტვრისაგან წარმოიქმნება. იგი მზის საწინააღმდეგო მიმართულებით მილიონობით კილომეტრის მანძილზე ვრცელდება. მზის ზეგავლენით კომეტა შეიძლება დაიშალოს და მეტეორიტების ნაკადად იქცეს.

კომეტების მოძრაობის პერიოდი რამდენიმე წლიდან მილიონობით წლამდე გრძელდება. ჩვენთვის ცნობილია ყველაზე მოკლე მოძრაობის პერიოდის მქონე კომეტა—*ენკე*, იგი მერკურიდან იუპიტერის ორბიტამდე და უკან 3,3 წელიწადში გადაადგილდება; კომეტა *დელაგანა* კი თავის ორბიტაზე მოძრაობას 24 მლნ წელს ანდომებს. ყველაზე კარგადაა შესწავლილი კომეტა *ჰალეა*, მისი მოძრაობის პერიოდი 75–76 წელია.

მეტეორიტები. დედამიწაზე ყოველწლიურად 2 ათასი მეტეორიტი ცვივა, ესაა დიდი სიმკვრივის, ქვის, ლითონის ან შერეული შემადგენლობის ლოდები, რომელთა მასა ჩვეულებრივ გრამებში იზომება, მაგრამ არის დიდი ეგზემპლარებიც. დედამიწის ატმოსფეროში მოხვედრისას მეტეორიტი ხახუნისაგან ააღდება, მათ შორის ყველაზე დიდი ზომის ვერ ასწრებს დაწვას და დედამიწაზე ვარდება. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, არსებობს ძლიერ დიდი წონის მეტეორიტები. ასე მაგ.: ტუნგუსკის მეტეორიტის წონა 2 ათას ტონად შეფასდა, უდიდესი მეტეორიტული კრატერია არიზონაში (აშშ), დიაბლოს კანიონის ახლოს, მისი დიამეტრი 1265 მ-ია. კრატერის ახლოს, რომლის სიღრმეც 200 მ-ია, აღმოჩენილია რკინის ნამსხვრევები, რომელთა საერთო წონა 30 ტონაა, ვარაუდობენ, რომ 50 ათასი წლის წინ ჩამოვარდნილი მეტეორიტის წონა 2 მლნ ტ აღწევდა. მისი აფეთქების სიმძლავრე კი 2 მეგატონის ტოლი იყო.

კოსმოსში უამრავი სხეული მოძრაობს, დედამიწაზე კი მხოლოდ 200–მდე მნიშვნელოვანი სიდიდის კრატერია. კოსმოსური სხეულების ხშირი შემოჭრისაგან გვიცავს ატმოსფერო. მასში მოხვედრის შემდეგ კოსმოსური სხეულები, ვიდრე დედამიწამდე მოაღწევდნენ, კარგავენ სიჩქარეს, მასას, ან სულაც იფერფლებიან.

მზის სისტემაში სიდიდით (იგი დედამიწაზე 300–ჯერ მეტია) და გრავიტაციის უდიდესი ძალით გამორჩეული იუპიტერიც ძლიერ შველის ჩვენს პლანეტას, შეიძლება ითქვას, რომ მისი ფარია: 1994 წლის ივლისში მან მიიზიდა დედამიწისაკენ მქროლავი კომეტა, რომელიც უამრავ პატარა ნაწილაკად დაიშალა და იუპიტერის ზედაპირზე აფეთქდა. რომ არა ეს უდიდესი პლანეტა, დედამიწას ასეთი საშიშროება ყოველ 10 ათას წელიწადში დაემუქრებოდა.

თავი 4. პლანეტარული ფაქტორები

სამყაროში დედამიწის მიერ შესრულებულ მრავალ მოძრაობათა შორის გეოგრაფიული თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანია სამი სახის მოძრაობა: **1. ორბიტალური, ანუ წლიური, 2. თავის დერძის გარშემო, ანუ დღე-ღამურით და 3. დედამიწა - მთვარის მოძრაობა, ამ ორი ციური სხეულის სიმძიმის ცენტრის გარშემო**, რომელიც მდებარეობს დედამიწის შიგნით, მისი ცენტრიდან 0,73 დედამიწის რადიუსის მანძილზე; ასეთი ბრუნვისას დედამიწის ყოველი წერტილი ერთსა და იმავე დროში ერთსა და იგივე ტრაექტორიას შემოწერს. ამ მოძრაობის ცენტრიდანული აჩქარება დედამიწის ნებისმიერი წერტილისთვის, ნებისმიერ დროს ერთნაირია.

4.1. დედამიწის ორბიტალური მოძრაობა და მისი გეოგრაფიული მნიშვნელობა

1. მზის გარშემო საშ. 939 მლნ. კმ-ის სიგრძის ორბიტაზე შემობრუნებას დედამიწა აწარმოებს საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. ორბიტა, რომლის ერთ ფოკუსში მზე მდებარეობს, ელიფსური ფორმისაა, ამიტომ დედამიწის დაცილება მზისაგან სხვადასხვაა და იცვლება 147 მლნ. კმ-დან (პერიჰელიუმი— 3 იანვარი, სიჩქარე 30,3 კმ/წმ.) _ 152 მლნ. კმ-მდე (აფელიუმი— 5 ივლისი, სიჩქარე 29,3 კმ/წმ.). საშუალო მანძილი კი— 149,6 მლნ.კმ-ია. დედამიწა ორბიტაზე მოძრაობს საშუალო სიჩქარით, რომელიც 29,8 კმ/წმ-ს ტოლია და სრულ შემობრუნებას 365 დღეს 6 სთ. 9 წთ. და 9,6 წმ-ს უნდება (ვარსკვლავური ანუ სიდერული წელიწადი).

მზის მიერ გაზაფხულის დედამეტოლოგიის წერტილის ორჯერ გავლას ტროპიკული წელი ეწოდება და იგი ვარსკვლავურ წელს 20 წთ-ით და 24 წმ-ით ჩამორჩება. ვინაიდან გაზაფხულის დედამეტოლოგიის, ანუ ბუნიობის წერტილი მოძრაობს მზის წლიური მოძრაობის შესახვედრად, ხოლო დედამიწის ღერძი პრაქტიკულად ინარჩუნებს თავის მიმართულებას პოლარული ვარსკვალისკენ (სამყაროს ჩრდ. პოლუსისკენ) და შემოწერს წრიულ კონუსურ ზედაპირს, ღერძის დახრა არ იცვლება. ამ პროცესს ეწოდება პრეცესია. მისი პერიოდულობა 26000 წლიანია. თუ ამჟამად ჩრდ. პოლუსი მიმართულია პოლარული ვარსკვლავისაკენ, 13000 წლის შემდეგ იგი მიმართული იქნება ვეგასკენ. ღერძის მდგომარეობის ცვლა გამოიწვევს წლის სეზონების არევას, 13000 წლის შემდეგ ჩრდ. ნახევარსფეროში ზაფხული დადგება მეთორმეტე, პირველ და მეორე თვეებში: დეკემბერი, იანვარი, თებერვალი (თ. სავცოვა, 2005). ცაზე მზის ხილული წლიური გზა – ეკლიპტიკა, წარმოადგენს ციური თაღის გადაკვეთას დედამიწის ორბიტის სიბრტყით. ციური ეკვატორი – ესაა დედამიწის ეკვატორის სიბრტყის და ციური თაღის გადაკვეთის ხაზი. ამჟამად ციურ ეკვატორთან ეკლიპტიკა ქმნის 23 °27 კუთხეს. მათი გადაკვეთის ადგილებს ეწოდება გაზაფხულის და შემოდგომის დედამეტოლოგია, ანუ ბუნიობა. ამ წერტილებში მზე იმყოფება 21 მარტს და 23 სექტემბერს. მისი სხივები 90°-იანი კუთხით ეცემა ეკვატორს და ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფერო თანაბრადაა განათებული.

მზის გარშემო მოძრაობისას დედამიწის ღერძი ინარჩუნებს ეკლიპტიკის სიბრტყის მიმართ 66° 33'-იან დახრას, რის გამოც წლის სხვადასხვა დროს, დედამიწის ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროები სითბოსა და სინათლის განსხვავებულ რაოდენობას იღებს. დედამიწის ღერძის დახრა ორბიტის სიბრტყის მიმართ განაპირობებს დღისა და ღამის სხვადასხვა ხანგრძლივობას სხვადასხვა განედზე. 22 ივნისს, როცა მზის სხივი პერპენდიკულარულად ეცემა კირჩხიბის ტროპიკს, ჩრდ. ნახევარსფეროში დგება ყველაზე გრძელი დღე და ყველაზე მოკლე ღამე. ჩრდილო პოლუსი მთლიანად ნათდება და იწყება პოლარული დღეები. 22 დეკემბერს, კი როცა მზის სხივი პერპენდიკულარულად ეცემა სამხრეთის, ანუ თხის რქის ტროპიკს, ჩრდ. ნახევარსფეროში დგება ყველაზე გრძელი ღამე და ყველაზე მოკლე დღე. სამხრეთ ნახევარსფეროში მდგომარეობა შებრუნებულია. ეს არის ზაფხულისა და ზამთრის მზებუდობები, ანუ ნაბუნიობა.

ჩვენთვის ცნობილია, რომ დედამიწა მზის გარშემო ორბიტაზე სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობს. პერიპელიუმში ყოფნისას მისი სიჩქარე უფრო მეტია, ვიდრე აფელიუმში, აქედან გამომდინარე, ზაფხულის სეზონი ჩრდილო ნახევარსფეროში უფრო ხანგრძლივია, ხოლო ზამთრის – მოკლე. ტემპერატურული რეჟიმიც უფრო რბილია, ვიდრე სამხრეთ ნახევარსფეროში. ზაფხული (ასტრონომიული მიზნების გამო) უფრო გრძელი და გრილია, ხოლო ზამთარი უფრო მოკლე და ოდნავ თბილი.

მზის მდებარეობა ჰორიზონტზე და განათების ხანგრძლივობა, სეზონების, ანუ იგივე ასტრონომიული სითბური სარტყლების ცვლილებას იწვევს. ცხელ სარტყელში, რომელიც ტროპიკებს შორის არის მოქცეული, მზე წელიწადში ორჯერაა ზენიტში; აქ დღის ხანგრძლივობაც 11-13 სთ-მდეა და სეზონური ცვლილებაც არ შეიმჩნევა, მხოლოდ ტროპიკების ვიწრო მიმდებარე ზოლში შეინიშნება ოდნავი სეზონური რყევა.

ტროპიკებსა და პოლარულ წრეებს შორის გამოიყოფა ორი ზომიერი სარტყელი. აქ მზე ზენიტში არასდროს არის (მხოლოდ ჩრდ. ტროპიკზე 22 ივნისს და სამხ. ტროპიკზე 22 დეკემბერს), ამიტომ წლის განმავლობაში მკვეთრად გამოიკვეთება დღის ხანგრძლივობა, მზის ნათება და ამის მიხედვით წელიწადის დროები.

პოლარულ წრეებსა და პოლუსებს შორის მოქცეულია ორი ცივი სარტყელი, რომელთა გავრცელების არეალზეც გამეფებულია პოლარული დღეები და ღამეები. გაზაფხულისა და შემოდგომის გარდამავალი პერიოდები მეტად ხანმოკლეა (2-3 კვირა).

დედამიწის ორბიტის სიბრტყის დახრილობითაა განპირობებული ტროპიკების და პოლარული წრეების მდებარეობა. დახრილობა კი სამყაროში მერყეობს და ყოველ 40000 წელიწადში იცვლება 24°36'-დან 21°58'-მდე, რაც განათების სარტყლების თანმიმდევრულ გაფართოებას ან შევიწროვებას იწვევს. დედამიწის ღერძი რომ ეკლიპტიკის სიბრტყის შვეული (პერპენდიკულარული) იყოს, მაშინ განათების სარტყლების გამოყოფა არ მოხდებოდა.

დედამიწის ორბიტაზე ბრუნვის შედეგად მიმდინარეობს წელიწადის დროთა ცვლა, რაც გეოგრაფიულ გარსში განაპირობებს წლიურ რიტმებს. ცხელ სარტყელში წლიურ რიტმი გამოხატულია ტენიანობის ცვლილებით (ტროპიკული წვიმების და გვალვების პერიოდი), ზომიერში – ტემპერატურების, ხოლო ცივში – მზის სხივებით განათების სხვადასხვა პირობებით.

4.2. დედამიწის მოძრაობა თავისი ღერძის გარშემო და მისი გეოგრაფიული მნიშვნელობა

ისევე როგორც ორბიტაზე, დედამიწა თავისი ღერძის გარშემოც დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, ანუ საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობს და ერთ სრულ შემობრუნებას 23 სთ. 56 წთ. და 4 წმ-ს უნდება. ეკვატორზე ნებისმიერი წერტილი გაივლის მეტ მანძილს და მისი სიჩქარეც უფრო მეტია **455მ/წმ**. ერთ მერიდიანზე ხაზოვანი სიჩქარე სხვადასხვაა, ერთ პარალელზე კი ერთნაირია. დედამიწის ეკვატორის გასწვრივი გარშემოწერილობა $2\pi \cdot 6400$ კმ-ია. ვინაიდან ეკვატორის ნებისმიერი წერტილი ამ მანძილის გავლას 24 სთ-ს ანდომებს მისი ხაზოვანი სიჩქარე $V = \frac{2\pi \cdot 6400}{24 \cdot 3600} = 0,5$ კმ/წმ-ია, რაც უფრო პოლუსებისკენ გადავინაცვლებთ ხაზოვანი სიჩქარე იკლებს და ბოლოს პოლუსებზე 0-ის ტოლია. დედამიწის კუთხური სიჩქარე, მისი ნებისმიერი წერტილისათვის ტოლია და 1 სთ-ში 15° -ს უდრის.

დედამიწის მოძრაობა ადამიანისთვის შეუმჩნეველია. მისი მთავარი დამამტკიცებელია ფუკოს ქანქარა. ფიზიკის კანონის თანახმად რხევისას სხეული ინარჩუნებს თავის რხევის სიბრტეს სამყაროსთან დამოკიდებულებაში. თუ ქანქარის ქვეშ მოვათავსებთ დანაყოფებიან წრეს, ვნახავთ რომ დედამიწასთან დამოკიდებულებაში სიბრტყის მდგომარეობა იცვლება. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ქანქარის რხევის სიბრტყე საათის ისრის მიმართულებით შემობრუნდება. მაგრამ ეს მოჩვენებითია, ვინაიდან ქანქარამ კი შეინარჩუნა თავის რხევის სიბრტყე, მაგრამ ამ დროს დედამიწა შემობრუნდა თავისი ღერძის გარშემო საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

დედამიწის მოძრაობის დასადასტურებლად მეორე ფაქტიც მეტყველებს: ყოველი ვარდნილი სხეული ზედაპირზე დაცემისას მარჯვნივ გადაიხრება. ამ ეფექტს განაპირობებს ის, რომ რამდენადაც შორს იმყოფება დედამიწის ბრუნვის ღერძიდან წერტილი, მით მეტია მისი ხაზოვანი სიჩქარე, რომლითაც იგი მოძრაობს დასავლეთიდან-აღმოსავლეთისკენ ე.ი. ანძის წვერიდან გადმოვარდნილი სხეული უფრო სწრაფად მოძრაობს ვიდრე ფუძე, ამიტომ იგი ინარჩუნებს საწყის ხაზოვან სიჩქარეს და ეცემა არა ანძის ძირში, არამედ მისგან რამდენადმე მარჯვნივ.

დედამიწის ღერძის გარშემო ბრუნვის შედეგად იცვლება დღე-ღამე, პლანეტას კი მიღებული აქვს ელიფსოიდური გეოიდის ფორმა. პოლუსებთან შეკუმშულობა ჭარბი ცენტრიდანული ძალების მოქმედების შედეგია, თავისთავად ცენტრიდანულ ძალებს დედამიწის ღერძის გარშემო ბრუნვა იწვევს. დედამიწის ნებისმიერი წერტილი იმყოფება დედამიწის მიზიდულობისა და ცენტრიდანული ძალის ზემოქმედების ქვეშ მათი ტოლობა მიმართულია ეკვატორისკენ, რაც იწვევს მის ამოზურცვას, ასევე ღერძის გარშემო მოძრაობის გეოგრაფიული შედეგია კორიოლისის ძალის წარმოშობა, დროის ათვლა და გეოგრაფიული გარსის დღე-ღამური რიტმი.

ნებისმიერი მოძრაობის სხეული (მაგ.: დინება ოკეანეში ან მდინარის კალაპოტში მიმდინარე წყალი) ცდილობს შეინარჩუნოს საწყისი სიჩქარე და მიმართულება. მაგრამ დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული გადამხრელი, ანუ ინერციის ძალა, რომელმაც მიიღო მისი აღმომჩენის ფრანგი მეცნიერის კორიოლისის სახელი, განაპირობებს სხეულის მიმართულების ხილულ გადახრას ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მარჯვნივ და სამხრეთ ნახევარსფეროში მარცხნივ, მოცემული სხეულის მოძრაობის მიმართულების მიუხედავად. მაგალითისთვის წარმოვიდგინოთ, რომ წყალი კალაპოტში მიედინება ეკვატორიდან ჩრდილოეთ პოლუსისკენ მერიდიანის მიმართულებით; რაც მაღალ განედებზე გადაადგილდება დედამიწის ზედაპირის ყოველი წერტილი, მით უფრო ნელა მოძრაობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, ვიდრე ეკვატორზე; ვინაიდან დროის მონაკვეთში ეკვატორის ნებისმიერ წერტილთან შედარებით ნაკლებ მანძილს გადის პოლუსებისაკენ პარალელების თანდათანობითი დამოკლების გამო. წყლის ნაკადი ინერციით ინარჩუნებს მოძრაობის საწყის სიჩქარეს, ამიტომ იგი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მერიდიანის მიმართულებიდან მარჯვნივ გადაიხრება, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში კი – მარცხნივ.

დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული კორიოლისის (გადანაცვლების) ძალა გამოიხატება ფორმულით $F=2mwv\sin\varphi$ სადაც F - გადანაცვლების ძალა (ნიუტონებში), m - მოძრავი სხეულის მასა, w - დედამიწის კუთხური სიჩქარე, v - მოძრავი სხეულის ხაზოვანი სიჩქარე მ/წმ. φ - მოცემული ადგილის განედი. კორიოლისის ძალა ყოველთვის მოძრაობის პერპენდიკულარულია და მიმართულია ჩრდილოეთში მარჯვნივ, ხოლო _ სამხრეთში მარცხნივ.

ფორმულიდან ჩანს, რომ კორიოლისის ანუ გადანაცვლების ძალა პირდაპირპროპორციულია მოძრავი სხეულის მასის, მისი ხაზოვანი სიჩქარის და მოცემული ადგილის განედის. ეკვატორზე კორიოლისის ძალა ნულის ტოლია და იზრდება პოლუსებისაკენ. მისი ზემოქმედების გეოგრაფიული შედეგებია: ოკეანური დინებების მიმართულების ცვლა, ჩრდილო ნახევარსფეროში მდინარეების მიერ მარჯვენა, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში კი მარცხენა ნაპირის აქტიური გამორეცხვა; აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს გეოგრაფიული თავისებურება რუსი მეცნიერი ბერის მიერ იქნა აღმოჩენილი, ამიტომ გეოგრაფიულ ლიტერატურაში აღნიშნული მოვლენა ხშირად ბერი-კორიოლისის ძალის სახელწოდებით მოიხსენება. ატმოსფეროში აღნიშნული ძალა ხელს უწყობს მუდმივი ატმოსფერული დინებების _ პასატების წარმოშობას, განსაზღვრავს მათ მიმართულებას, იგი ასევე უზარმაზარი საჰაერო გრიგალების, ციკლონებისა და ანტიციკლონების წარმოშობა-გადაადგილების მიზეზიცაა.

4.3. დედამიწის ფორმა და და განზომილებანი, მათი გეოგრაფიული მნიშვნელობა

პირველი წარმოდგენა დედამიწის ფორმასა და ზომაზე ჯერ კიდევ ძველ საბერძნეთში გაჩნდა. თალესი (VII ს. ჩვ.წ.აღ-მდე), პითაგორა (VI ს. ჩვ.წ.აღ-მდე) და მათი სკოლის მიმდევრები ფიქრობდნენ, რომ სფერო ეს არის ღმერთის მიერ შექმნილი იდეალური ფიგურა, ამიტომ დედამიწაც ასეთი უნდა ყოფილიყო. მათთან ერთად არისტოტელე (IV ს. ჩვ.წ.აღ-მდე) და მისი მიმდევარნიც დედამიწის სფეროსებურობას ამტკიცებდნენ მთვარის დაბნელებისას აღბეჭდილი დედამიწის რკალით; ცის ვარსკვლავიანი თაღის ცვლილებით მერიდიანის მიმართულებით, მაღლა ასვლისას ჰორიზონტის გაფართოებით, ნავსადგურში შემოსული და გასული გემის ხილვადობის ეფექტით და სხვ.

ერატოსთენემ (III ს. ჩვ. ერამდე) შენიშნა, რომ სიენაში ზაფხულის მზებუდობისას მზე ანათებდა ყველაზე ღრმა ჭის ფსკერსაც კი, ე.ი. იდგა ზენიტში; ალექსანდრიაში კი ამ დროს ზენიტიდან მისი სხივი დახრილი იყო $7^{\circ} 12'$ კუთხით, რაც მთელი წრეწირის $1/50$ ნაწილს შეადგენს. გაზომა მანძილი სიენასა და ალექსანდრიას შორის და გამოიანგარიშა მერიდიანის სიგრძე, რომელიც მისი გაზომვებით იყო 252000 სტადია, რაც ეკვატორის თანამედროვე ზომებისგან მხოლოდ 25 კმ-ით განსხვავდება.

ინგლისელმა მეცნიერმა ი. ნიუტონმა (1643-1727) "ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკურ საწყისებში" წარმოადგინა დედამიწის ფიგურის ელიფსოიდური თეორია, რომელიც მსოფლიო მიზიდულობის კანონს ემყარება; ეს თეორია შემდეგი ფაქტით დადასტურდა: 1672 წელს ქალაქ კაიენაში (გვიანა) საფრანგეთიდან გაიგზავნა ასტრონომი ჟ. როშე. იგი უნდა დაკვირვებოდა მარსის დედამიწისადმი პირისპირ დგომის მომენტს. მან წაიღო საათი, რომლის ქანქარაც წამებს აითვლიდა (ერთი რხევის დროს 1 წმ-ს). კაიენაში საათი ჩამორჩა და როშე იძულებული გახდა ქანქარა დაემოკლებინა; პარიზში დაბრუნებისას საათი წინ წავიდა, ანუ აჩქარდა. ი. ნიუტონმა ეს ფაქტი ახსნა ზომიერი სარტყლიდან ეკვატორისაკენ სიმძიმის ძალის შემცირებით და ცენტრიდანული ძალის გაზრდით, რამაც გამოიწვია ქანქარის რხევის შემცირება.

1⁰-იანი რკალის სიგრძის გასაგებად საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიამ გაგზავნა ორი ექსპედიცია ერთი ჩრდ. პოლუსისკენ _ სკანდინავიაში, მეორე კი _ სამხრეთ ამერიკაში, პერუში. გაზომვებმა ცხადჰყო რომ 1⁰ -იანი რკალის სიგრძე პოლუსებისაკენ 111,7 კმ-ია, ხოლო ეკვატორზე 110,6 კმ.

დედამიწის ნამდვილი ფორმა მთლიანად არ შეესაბამება ბრუნვის ელიფსოიდს, ვინაიდან ეს უკანასკნელი თანაბარი ფიგურაა, რომელიც ერთნაირი წიაღის და ერთგვაროვანი აგებულების სხეულის ბრუნვისას წარმოიქმნება. დედამიწის წიაღი კი არაერთგვაროვანი აგებულებისაა.

გერმანელმა მეცნიერმა **ი. ლისტინგმა** 1873 წელს შემოიტანა ცნება "გეოიდი" („გე“ ნიშნავს დედამიწას, „იდოს“-მსგავსს).

გეოიდი – ეს არის დედამიწის ფიგურა, შემოსაზღვრული წონასწორობის ზედაპირით, რომელიც ემთხვევა ოკეანის ზედაპირს (სიმშვიდის დროს) და გრძელდება კონტინენტების ქვეშ იმე, რომ მისი სიმძიმის ძალის ხაზი ნებისმიერ წერტილში ამ ზედაპირის პერპენდიკულარულად უნდა იყოს მიმართული. გეოიდის ზედაპირიდან აითვლება კონტინენტებზე რელიეფის სიმაღლე. იგი, როგორც აღვნიშნეთ, არ ემთხვევა ბრუნვითი ელიფსოიდის ზედაპირს და მასთან შედარებით დადაბლებულია ინდოეთის ოკეანეში (59–დან 140 მ–მდე), ხოლო მაქსიმალურად ამაღლებულია ატლანტის ოკეანეში 57 – დან 125 მ–მდე).

ფ. კრასოვსკის მიერ 1940-1946 წლებში ჩატარდა სამუშაოები დედამიწის ზომების გამოსათვლელად და დადგინდა რომ გეოიდი ახლოა სამღერძიან ბრუნვის ელიფსოიდთან. დედამიწის ერთი ეკვატორული რადიუსი მეორეზე 213 მ-ით მეტია.

კოსმოსური სურათების ანალიზის შედეგად ასევე დადგინდა, რომ ჩრდილოეთ პოლარული რადიუსი მეტია სამხრეთისაზე 30-100 მ-ით. აქედან გამომდინარე დედამიწას გააჩნია კარდოიდის ფორმა.

მიღებულია დედამიწის შემდეგი პარამეტრები:

საშუალო ეკვატორული რადიუსი – 6378,14 კმ

საშუალო პოლარული რადიუსი – 6356,78 კმ

პოლარული შეკუმშულობა – 1/298,3 (21,36 კმ)

ეკვატორული შეკუმშულობა – 1/30000 (213 მ)

მერიდიანის სიგრძე – 40008,5 კმ.

ეკვატორის სიგრძე – 40075,7 კმ.

დედამიწის ზედაპირის ფართობი – 510 მლნ. კმ².

დედამიწის სფეროსებურობას ამტკიცებს კოსმოსიდან გადაღებული სურათებიც. დედამიწის ფორმის და ზომების გეოგრაფიული მნიშვნელობა მრავალი სახისაა. მისი ფორმა განაპირობებს მზის სხივების დაცემის კუთხის სხვადასხვაობას, ცვლილებას ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ, მისი ზეგავლენით ყალიბდება მთავარი გეოგრაფიული კანონზომიერება – გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების და კომპლექსების ზონალობა.

სფეროსებური ფორმა მინიმალური მოცულობისას განაპირობებს მატერიის მაქსიმალურ მასას. პლანეტის ნივთიერებები განიცდის შეკუმშვას და წიაღში ყალიბდება ცენტრალური ბირთვი და გარსები. გარსების (მათ შორის გეოგრაფიული, ანუ ლანდშაფტური გარსისაც) სფეროსებურობა განაპირობებს სიგრძის უსასრულობასა და ერთიანობას. გეოიდის ფორმით აიხსნება დედამიწის მინერალების გადინება სხვადასხვა გარსში და ზონებში, რათა შეიქმნას მაქსიმალური წონასწორობის ფორმა, ეს კი იწვევს დედამიწის ზედაპირზე ახევეებისა და დამირვის პროცესების წარმომობას, რომელთა შორისაც ძლიერი წყვეტის ზონებია განთავსებული. დედამიწის ბრუნვის სიჩქარის ამჟამინდელი შემცირება იწვევს დედამიწის ფორმის სფეროსადმი მიახლოებას, ამის შედეგად ხდება დედამიწისეული ნივთიერებების გადაადგილება პოლუსებისაკენ და ტექტონიკური მოძრაობების გააქტიურება.

4.4. სასარტყლო დრო

დედამიწის სფეროსებურობიდან გამომდინარე მზის ამოსვლა–ჩასვლის რიტმული ციკლი–მეორე სრულ ციკლამდე თითოეულ მერიდიანზე სხვადასხვა დროს დგება, ვინაიდან დედამიწის კუთხური სიჩქარე მის ყველა წერტილში ტოლია და 15° უდრის, ამიტომ 360° ვყოფთ 15°-ზე და მიიღებული სიდიდე 24 შეესაბამება. საერთაშორისო ასტრონომიულ კონგრესზე 1884 წ. მიღებულ იქნა დროის სასარტყლო ათვლა და დედამიწა დაყოფილ იქნა 15°-იან 24 ზოლად, რომელთა საზღვრების გატარებისას გათვალისწინებულ იქნა სახელმწიფოებრივი და ადმინისტრაციული საზღვრები.

სარტყლები დანომრილია 0–23–მდე. თითოეული სარტყლის სიგანე, რა თქმა უნდა 15°-ია.

პირველ სასაათო სარტყელს, ანუ ნულოვანს შუაზე ყოფს გრინვიჩის, ანუ საწყისი მერიდიანი, იგი დასავლეთიდან შემოსაზღვრულია დ.გ. 352°30', აღმოსავლეთით კი–ა.გ. 7°30' მერიდიანებით. აღმოსავლეთით მას მისდევს პირველი, მეორე, მესამე, მეოთხე და ასე შემდეგ ოცდასამის ჩათვლით სარტყლები. ყოველი მომდევნო სარტყლის ფარგლებში მსოფლიო დროზე (ანუ ნულოვან სარტყლის დროზე) იმდენი საათით მეტია, რამდენიცაა მოცემული სარტყლის ნომრის აღმნიშვნელი რიცხვი, ანუ

სასარტყლო დრო ტოლია მსოფლიო ნულოვან დროს მიმატებული სარტყლის ნომერი, მაგ.: 0+3 ან 0+22. ე.ი. მერიდიანებზე, რომლებიც 15⁰-ითაა ერთმანეთთან დაცილებული, დრო ერთი საათით განსხვავდება.

სასარტყლო დრო – ესაა თითოეული სასაათო ზოლის დრო და იგი განპირობებულია შუალედური მერიდიანით.

4.5. ადგილობრივი დრო

დღე-ღამე ყველა მერიდიანზე ერთდროულად იწყება. ყველა ცალკეულ მერიდიანს თავისი საშ. მზიური დრო გააჩნია და მას ადგილობრივი დრო ეწოდება. ადგილობრივი დროის სასარტყლო დროზე გადასაყვანად არსებობს შემდეგი ფორმულა.

$$t_{\text{L}} - t_{\text{S}} = N - \lambda$$

სადაც t_{L} - სასარტყლო დროა, t_{S} - ადგილობრივი დრო, N - სარტყლის ნომერი, λ - ადგილის გრძედი საათობრივ გამოსახულებაში.

4.6. თარიღთა ცვლის მერიდიანი

თარიღთა ცვლის მერიდიანი – იგი პირობითი ხაზია და გადის მეთორმეტე სასაათო სარტყლის შუალედურ მერიდიანზე, რომლის გრძედიც 180⁰-ია. ხაზი ჩუკოტკასთან აღმოსავლეთით (ბერინგის სრუტეში) გადაიხრება. აღნიშნული ხაზის გადაკვეთისას მოგზაური, რომელიც აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ მიემართება ერთსა და იგივე დღეს ორჯერ აითვლის, ხოლო დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით კი უმატებს ერთ დღეს. მაგ, თუ ხაზი 5 მარტს გადმოკვეთა, მომდევნო დღედ 7 მარტი უნდა მიიჩნიოს.

4.7. კალენდარი.

კალენდარი ეს არის დროის ხანგრძლივი მონაკვეთის საზომი სისტემა. კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე კალენდრის მრავალი ვარიანტია შემუშავებული, ისინი იყოფა მზის, მთვარის და მზე-მთვარის კალენდრებად, სამივეს საფუძვლად აღებულია ზემოთ ჩამოთვლილი ციური სხეულები თანმიმდევრობით. მაჰმადიანური კალენდარი მთვარის წლის ტიპური მაგალითია, ვინაიდან შედგება 12 მთვარის თვისაგან და შეიცავს 354, ან 355 მზის საშუალო დღე-ღამეს. თანამედროვე კალენდარი, რომელსაც მსოფლიოს ქვეყნების უმრავლესობა იყენებს, დაფუძნებულია მზის ტროპიკულ წელზე. სულ პირველი მზის კალენდარი შეიქმნა ეგვიპტეში, მასში 365 დღე იყო და ერთი დღის ცთომილება 4 წელიწადში სწორდებოდა, შემდეგ ჩვ.წ-ალ-მდე 46 წელს იულიუს კეისრის დროს, რომში ალექსანდრიელმა ასტრონომმა სოზიგენმა შეიმუშავა კალენდარი მასში 3 წლის მანძილზე 365 დღე იყო, ხოლო ზედმეტი ერთი დღე-ღამე ემატებოდა თებერვალში (იულიუსის კალენდარი), ეს კალენდარი 400 წელიწადში 3 დღე-ღამით ჩამორჩებოდა. დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში იულიუსის კალენდარი შემოტანილი იქნა 325 წელს. 1582 წლისათვის გაზაფხულის დღელამტოლობის წერტილი თითქმის 11 დღით გადანაცვლდა და 10 მარტს დაემთხვა, ყოველივე ამან კი, რელიგიური დღესასწაულების აღრევა გამოიწვია, რადგან 325 წელს, ნიკეს ტაძარში მიღებული ქრისტიანული წესის თანახმად, აღდგომის ბრწყინვალე დღესასწაული უნდა აღინიშნულიყო გაზაფხულის დღელამტოლობის შემდგომი სავსემთვარეობის კვირა დღეს (დღელამტოლობა კი 325 წელს 21 მარტს უწევდა). ამიტომ 1582 წელს იტალიელმა მათემატიკოსმა ლუიომ ახალი კალენდრის პროექტი შეადგინა, რომის პაპის გრიგორიო XIII ბულას (კანონის) მიხედვით კალენდარი 11 დღე-ღამით წინ გადასწიეს (გრიგორიანული კალენდარი) და ამით გაზაფხულის დღელამტოლობის წერტილი კვლავ 21 მარტს დაემთხვა. ყოველი ასწლეული, რომელიც არ იყოფოდა 4-ზე (მაგ.:1700, 1800) ჩათვალეს მარტივ წლად, ხოლო, რომელიც უნაშთოდ იყოფოდა (მაგ.:1600, 2000)– ნაკიანად.

დასავლეთის ბევრ ქვეყანაში გრიგორიანული კალენდარი XVI-XVII ს.ს. განმავლობაში მიიღეს, ხოლო, რუსეთსა და შემდეგ კი საქართველოში, ბოლშევიკების მიერ იქნა შემოტანილი. რუსეთში საბჭოთა მთავრობამ 1918 წლის 1 თებერვალი 14 თებერვლად ჩაწერა, ანუ 2 კვირით გადასწია

კალენდარში რიცხვები, ვინაიდან ამ დროისთვის განსხვავება უკვე 13 დღე-ღამეს შეადგენდა. აღნიშნული აღრიცხვა 2100 წლამდე გაგრძელდება, შემდეგ განსხვავება კვლავ 14 დღე-ღამე იქნება.

საერთოდ ახალი წლის 1 იანვრით დაწყება პირობითია, იმიტომ, რომ სხვადასხვა ქვეყანაში ახალი წლის დაწყება განსხვავებულ თარიღებს ემთხვევა. რუსეთში 1700 წელს პეტრე I-მა ახალი წლის დაწყების დღედ 1 იანვარი დააწესა. ამჟამად ახალი, გამარტივებული კალენდრის რამდენიმე პროექტია შემოთავაზებული, მათ შორის ყველაზე ოპტიმალურია შემდეგი: წელიწადი იყოფა 4 კვარტალად, თითოეული შეიცავს 13 კვირას, ანუ 91 დღეს, აქედან პირველი თვე იქნება 31 დღიანი, 2 თვე კი 30-30-იანი, ასე, რომ წელი ყოველთვის დაიწყება კვირის ერთ გარკვეულ დღეს, მაგრამ ვინაიდან ყველა კვარტალი მხოლოდ 364 დღეს მოიცავს 30 დეკემბერსა და 1 იანვარს შორის ჩამატებულია ე.წ. „საერთაშორისო დასვენების დღე“, ხოლო ნაკიან წელიწადს ასეთივე ერთი დღე 30 ივნისს ემატება.

4.8. დედამიწის შინაგანი აგებულება და შედგენილობა

დედამიწის წიაღში შეღწევა უშუალოდ ტექნიკურად მაღაროებითა და ჭაბურღილებით 10–20 კმ–მდეა შესაძლებელი, რაც ჩვენი პლანეტის რადიუსის დაახლოებით 0,31% შეადგენს, ამიტომ ჩვენი პლანეტის ღრმა ფენების აგებულების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად, სარგებლობენ სხვადასხვა, არაპირდაპირი მეთოდით, რომელიც ემყარება ქანების დრეკად თვისებებს; ცნობილია, რომ ხელოვნური აფეთქებისას, ან ბუნებრივი მიწისძვრების დროს, დედამიწის ამგები ნივთიერებების ნაწილაკები პასუხობს დრეკადი რხევებით, რხევა ნაწილაკიდან ნაწილაკს გადაეცემა და წარმოიქმნება დრეკადი, ანუ სეისმური ტალღები, რომლებიც ყველა მიმართულებით ვრცელდება. ამ ტალღებს მეცნიერები მიწის რენტგენის სხივებს ადარებენ, რადგან ისინი დედამიწის შინაგანი აგებულების გამოვლინების საშუალებას იძლევა.

სეისმური ტალღები იყოფა მოცულობით და ზედაპირულ ტალღებად. ჩვენთვის საინტერესოა პირველი, ანუ მოცულობითი, რომელიც თავის მხრივ 2 ტიპისაა: სიგრძივი- P და განივი-S, სიგრძივი ტალღების სიჩქარე 1,7–ჯერ მეტია განივზე, ამიტომ იგი სეისმოგრაფაზე უფრო ადრე აღინიშნება და სწორედ ამიტომ ეწოდება Prima, ანუ პირველი, ხოლო განივს– Secunda, ანუ მეორე.

სიგრძივი ტალღები წარმოიქმნება სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფ ნაწილაკებში, ანუ მყარ, თხევად და აიროვან გარემოში. იგი წარმოადგენს ნაწილაკების რეაქციას მოცულობის ცვლილებისადმი, განივი ტალღები წარმოიქმნება ნაწილაკების ფორმის შეცვლის შემთხვევაში, ვინაიდან სითხეები და აირები ფორმის შეცვლას წინააღმდეგობას არ უწევს, ამიტომ განივი ტალღები მხოლოდ მყარ აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ნაწილაკების გარემოში წარმოიქმნება.

დედამიწის ზედაპირიდან ცენტრამდე, რომ ერთგვაროვანი გარემო იყოს, მაშინ დრეკადი, ანუ სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე არ შეიცვლებოდა და ბოლომდე ერთნაირი იქნებოდა, მაგრამ სურათი საპირისპიროა.

დედამიწის ზედაპირზე დაბრუნებული, არეკლილი ტალღების აღრიცხვა ხდება სპეციალური დანადგარით – *სეისმოგრაფით*, რომლითაც *სეისმოგრამა* იწერება. პირველი სეისმოგრამა XX ს–ის დასაწყისში რუსმა აკადემიკოსმა გოლიცინმა გამოიყენა. დედამიწის ჭრილში სეისმური ტალღების გავრცელების არაერთგვაროვანმა სიჩქარემ მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწის სფერო არაერთგვაროვანია და იგი შრეებრივი, კონცენტრული აგებულებისაა, პირველი ასეთი ნაწილი, ანუ გარსი, დედამიწის ქერქია, იგი დედამიწის მოცულობის 1,2%-ია, ხოლო მასის–0,4%, მისი ტემპერატურა ქვედა საზღვართან 1200°–ია C-ით, რისი დაზუსტების საშუალებასაც გვაძლევს დედამიწის ზედაპირზე ამოღვრილი ლავის ტემპერატურა 1000°–1200° C-ით, გარსის სიმძლავრე 5–დან 85 კმ–მდეა, მინიმალურია ოკეანეების ფსკერზე, ხოლო მაქსიმალური–კონტინენტების ახალგაზრდა მთიანი სისტემების ქვეშ. მისი სიმკვრივე სხვადასხვაა 2,7–დან 7,2 გ/სმ³–მდე, საშუალოდ აღებულია 5,5 გ/სმ³, იგი მომდევნო გარსისაგან, მანტიისაგან გამოყოფილია ე.წ. „მოხოს ზედაპირით“, სახელწოდება მოდის პირველადმოძიების იუგოსლავიელი მეცნიერის მოხოროვიჩის გვარიდან, რომელმაც ეს „სეისმური გამყოფი“ აღმოაჩინა. დედამიწის ქერქის ამგებელი ქანები მდიდარია კაჟით, ალუმინით და რკინის ჟანგეულებით. აკადემიკოს ა.ვინოგრადოვის მონაცემებით, დედამიწის ქერქის შედგენილობის 99,48% მოდის 9 ელემენტზე, აქედან ჟანგბადი 47%–ია კაჟი–29,5%, ალუმინი–8,05%, რკინა–4,65%, კალციუმი–2,96%, ნატრიუმი–2,5%,

კალიუმი–2,5%, მაგნიუმი–1,87% და ტიტანი–0,45%. ადრე დედამიწის ქერქს 2 ძირითად ნაწილად ყოფდნენ, ამჟამად 4 სახის დედამიწის ქერქია მოხსენიებული:

1. კონტინენტური
2. გარდამავალი, ანუ გეოსინკლინური
3. ოკეანური
4. რიფტული

1. კონტინენტური ქერქი. საყოველთაოდ მიღებულია კონტინენტური ქერქის დაყოფა 3 შრედ, ასეთი ქერქის სიმძლავრე 30–დან 85 კმ–მდეა. პირველია **დანალექი ფენა**, რომელიც წარმოიქმნა დანალექი და ვულკანოგენური ქანებისგან, მასში სჭარბობს თიხები და თიხიანი ფიქლები, ფართოდაა წარმოდგენილი ქვიშაქვები, კარბონატული და ვულკანოგენური ქანები. მას მოსდევს **გრანიტული ფენა**, რომელიც აგებულია მეტამორფული და მაგმური მჟავური ქანებისგან, რომელშიც კაჟის შემადგენლობა 65%–ზე მეტია და მათი თვისებები ემსგავსება გრანიტს. ძირითადი ამგებელი ქანებია გნეისები, დიორიტები, გრანოდიორიტები, ამფიბიოლიტები, კრისტალური ფიქლები. კონტინენტზე, სადაც გრანიტული შრის სიმძლავრე ათეულობით კმ–ია, შემდეგი მესამე, ანუ **ბაზალტური შრე** წარმოდგენილია კრისტალური ქანებით, რომლებიც ახლოსაა მაგმურ ბაზალტებთან, ესაა ფუძე ქანების მეტამორფული სახე, სადაც კაჟის შემცველობა 40–55%–ია და გრანიტულ შრესთან შედარებით უფრო მკვრივია. გრანიტული შრის სახელწოდება, ისევე როგორც ბაზალტურისა პირობითია, ვინაიდან ეს ქანები ძლიერ არის სახეშეცვლილი, ამჟამად მიღებულია ამ შრეების ახალი, ზემოთ ჩამოთვლილი დასახელება (ვ.ხაინი, მ.ლომიძე).

განსხვავებით მანტიისაგან, დედამიწის ქერქი მსუბუქია, ვინაიდან მასში ნაკლებია რკინის, მანგანუმის, ნიკელის, ქრომის, კობალტის შემადგენლობა, ქერქის ასეთი აგებულება კარგ ახსნას პოულობს ცნობილი გეოქიმიკოსის ა. ვინოგრადოვის ჰიპოთეზაში, რომელიც ვარაუდობს, რომ დედამიწის ქერქი წარმოქმნილია უძირო მანტიის ნივთიერებათა ამოტივტივების შედეგად. როგორც აღვნიშნეთ დედამიწის ქერქის ამგებელი ქანები მეტად მრავალფეროვანია და იცვლება ერთი ადგილიდან მეორისაკენ.

2. გარდამავალი ქერქი, ანუ გეოსინკლინური შეესაბამება გარდამავალ ზონებს და განლაგებულია ევრაზიის კონტინენტის აღმოსავლეთ, ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკის კონტინენტების დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროებზე. წარმოდგენილია: **1. განაპირა ზღვების კალაპოტებით, 2. კუნძულთა რკალებით და 3. ღრმაწყლიანი ღარებით.** ქერქის ამ ნაწილში გრანიტები მხოლოდ კუნძულთა რკალებში გამოისოლება, ხოლო პირველსა და მესამეში– დანალექი შრე, რომლის სიმძლავრეც 15–დან 30 კმ–მდეა, პირდაპირ ადევს თავზე ბაზალტებს.

3. ოკეანური ქერქი გავრცელებულია ოკეანის კალაპოტში, გააჩნია ორ შრიანი აგებულება. დანალექი შრე პირდაპირ ადევს თავზე ბაზალტებს, რომლებიც წარმოდგენილია კრისტალური, ფუძე მაგმური ქანებით და მისი სიმძლავრე 5–10 კმ–ია. დანალექ შრეში სჭარბობს თიხები და კარბონატული ქანები.

4. რიფტული ქერქი. რიფტული ტიპის დედამიწის ქერქი დამახასიათებელია შუა ოკეანური ქედებისათვის. ქერქის სიმძლავრე 1,5–2 კმ–ია, აქ დანალექი შრის სისქე 1,2 კმ–ია და მათ ქვეშ ბაზალტები მხოლოდ რიფტულ ხეობებში შეინიშნება, ხოლო შუაოკეანური ქედების ზედაპირთან პირდაპირ მანტიის ქანები გამოდის.

კონტინენტური და ოკეანური ქერქის ქანები ასაკობრივადაც განსხვავდება ერთმანეთისაგან, კონტინენტური ქერქის ქანების ასაკი 4 მლრდ წელზე მეტია, ამას ადასტურებს ავსტრალიის ქ. პერტის ჩრდილო–აღმოსავლეთით ნაპოვნი ცირკონის კრისტალები, რომელთა ასაკი 4,3 მლრდ. წელს მოითვლის, ოკეანური ქერქის ასაკი კი–181 მლნ. წელს არ აღემატება.

არსებობს ცნება **„დედამიწის ქერქი“** და **„ლითოსფერო“**, ლითოსფერო ესაა დედამიწის ქვიანი გარსი, რომელიც მოიცავს დედამიწის ქერქს და ზედა მანტიის ნაწილს, მისი სიმძლავრე 150–200 კმ–ია და ქვემოდან შემოსაზღვრულია ასთენოსფეროთი, ლითოსფერო მას ბ.ბარელმა უწოდა 1914 წელს.

დედამიწის ქერქი ესაა ქვის ჟამთაღმწერი წიგნი, რომელიც მოგვითხრობს გეოგრაფიული გარსის ჩამოყალიბება–შექმნასა და განვითარებაზე. ქანების შრეთა შემადგენლობა, თანმიმდევრობა და მათი დალექვის პირობები, განამარხებული ფლორისა და ფაუნის ნაშთები გვაძლევს საკმაო მასალას, რომ

აღვადგინოთ წყლისა და ხმელეთის პალეომოხაზულობა, პალეოკლიმატის და ატმოსფეროს თავისებურება, წყალსატევების სიღრმე, ზღვის წყლის მარილიანობა, ბიოსისტემის განვითარების დონე, ოროგენეზისა და ვულკანიზმის გამოვლინების ინტენსივობა, ე.ი. დედამიწის ქერქი გეოგრაფიული გარსის მეხსიერებაა.

შუალედური გარსი, ანუ *მანტია* დედამიწის მოცულობის 83%, ხოლო მასის 68% მოიცავს, მისი სიმკვრივე 5,7 გ/კუბ.სმ-ია, მეცნიერებს საბოლოოდ ვერ მივიდნენ ზუსტ დასკვნამდე, რა მიზეზით ახსნან დედამიწის ქერქსა და მანტიას შორის არსებული სიმკვრივის მკვეთრად გამოვლენილი განსხვავება, ზოგი მათგანი ფიქრობს, რომ იგი გამოწვეულია ნივთიერების ქიმიური შედგენილობის შეცვლით, მეორენი კი მას აგრეგატული მდგომარეობის შეცვლას უკავშირებენ.

მანტია გაყოფილია 2 ნაწილად: ზედა მანტიად, რომელიც მოხოს ზედაპირიდან 900 კმ-ის სიღრმეში ვრცელდება და ქვედა მანტიად, რომელიც 900-დან 2900 კმ-ის სიღრმემდეა. ზედა მანტიაში მდებარეობს *ასთენოსფერო* (ბერძ. *“სუსტი”*), რომელიც თავისთავად ლითოსფეროს ქვედა საზღვარს წარმოადგენს. იგი მეტად დაბალი სიმტკიცის შრეა და სწორედ მაგმური კერების ძირითად წყაროს წარმოადგენს, ეს არის ვულკანური კერების და ლითოსფეროს ფილების მოძრაობის არე.

მანტიაში დრეკადი ტალღების სიჩქარე ეცემა 3-5 კმ/წმ-მდე (400 კმ-მდე), შემდეგ ისევ იმატებს. მანტიისა და ბირთვის საზღვარზე ხდება სიგრძივი ტალღების სიჩქარის ნახტომისებრი შემცირება 13,6-დან 8,1 კმ/წმ-მდე, აქვე წყდება განივი ტალღების გავრცელების არეალი, ვინაიდან ბირთვი მათ აღარ ატარებს, მანტიის შრეების ტემპერატურა 3800°C-ით, ხოლო წნევა კი $1,4 \times 10^{11}$ პასკალი.

ბირთვს უჭირავს დედამიწის მოცულობის 16%, ხოლო მასის-31%, მასში ტემპერატურა 5000°C აღწევს, წნევაც მეტად დიდია 37×10^{11} პასკალი, ანუ 1,370 მლნ ატმოსფერო. ბირთვის სიმკვრივეც დიდია - 16 გ/სმ³. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ განივ ტალღებს ბირთვი აღარ ატარებს, სიგრძივი ტალღების სიჩქარე იმატებს ქვემოთ 5100 კმ-მდე, 10,2 კმ/წმ-ში (გარე ბირთვში), ხოლო შიდა ბირთვში- საშუალოდ 6371 კმ-მდე 11 კმ/წმ-შია და თითქმის მუდმივ სიდიდედ რჩება.

ბირთვი ორ ნაწილად იყოფა: *გარე ბირთვი*, რომელიც 2900 კმ-დან 5100 კმ-მდეა და *შიდა ბირთვი*, ანუ *ბირთვულა*. გარე ბირთვი გამდნარია და შედგება რკინის ან მეტალიზირებული სილიკატებისაგან, ვინაიდან განივი ტალღები აღარ ვრცელდება, თვლიან, რომ ნივთიერებები გამღვალ მდგომარეობაშია, მაგრამ მათი თვისებები იმდენად იცვლება მაღალი ტემპერატურისა და კოლოსალური წნევის პირობებში, რომ რადიკალურად განსხვავდება დედამიწის ზედაპირზე არსებული სითხის თვისებებისაგან.

ბირთვის ნივთიერ შემადგენლობაზე სხვადასხვა აზრი არსებობს. ექსპერიმენტების საფუძველზე მკვლევარები ვარაუდობენ, რომ ბირთვის ძირითად შემადგენელ ნაწილს რკინა წარმოადგენს, ისეთი მსუბუქი ელემენტების მცირე მინარევებით, როგორიცაა კაჟმიწა და შესაძლებელია გოგირდიც. მანტიისა და ბირთვის საზღვარზე სეისმური სიგრძივი ტალღების ნახტომისებრ სიჩქარის ნახტომისებრ შემცირებას ზოგიერთი მკვლევარი ბირთვში წყალბადის იმაზე დიდი რაოდენობით არსებობით ხსნის, ვიდრე ეს მანტიაშია. იაპონელი მეცნიერის ა. მახუდას აზრით კი ბირთვში თავმოყრილია ტყვიის ძირითადი მასა. დღეისათვის არც ერთი ჰიპოთეზა არ არის საყოველთაოდ აღიარებული.

დედამიწის ნივთიერებათა სიმკვრივეს დიდი გეოგრაფიული მნიშვნელობა გააჩნია, ვინაიდან მასზეა დამოკიდებული ციური სხეულების მასა, მასა კი თავისთავად განაპირობებს დედამიწის ზომებს და მიზიდულობის ძალას. ჩვენს პლანეტას კი გააჩნია საკმაო ზომა და მიზიდულობის ძალა, რათა შეაკავოს ჰიდროსფერო და ატმოსფერო, დედამიწის ბირთვში მიმდინარეობს ნივთიერებათა გარდაქმნა ლითონად, რაც თავისთავად განაპირობებს ელექტრული ველის და მაგნისტოსფეროს არსებობას.

4.9. გეოფიზიკური ველები

ა) გრავიტაციული ველი.

დედამიწის ირგვლივ არსებობს სხვადასხვა ველი; განსაკუთრებით მნიშვნელოვან გავლენას გეოგრაფიულ გარსზე ახდენს *გრავიტაციული* და *მაგნიტური* ველები. განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე.

გრავიტაციული ანუ სიმძიმის ძალის ველი. ყოველი სხეული, რომელიც დედამიწის ზედაპირზე მდებარეობს განიცდის მიზიდულობას: *ის გარემო, რომლის ფარგლებშიც ვლინდება დედამიწის*

მიზიდულობის ძალები, სიმძიმის ძალის ანუ გრავიტაციული ველის სახელწოდებით არის ცნობილი (ლათ“გრავიტას“-სიმძიმე“). სიმძიმის ძალა თანაბარმოქმედი ძალაა მიზიდულობის ძალასა და ცენტრიდანულ ძალას შორის, რომელიც წარმოიქმნება დედამიწის ბრუნვის შედეგად თავის ღერძის გარშემო; ცენტრიდანული ძალა მაქსიმუმს აღწევს ეკვატორზე, მაგრამ აქაც კი მცირეა სიმძიმის ძალასთან შედარებით (მისი 1/288). მიზიდულობის ძალაზე აუცილებლად უნდა მოქმედებდეს პლანეტის კოსმოსური გარემო, დედამიწის შიგნეთში და ზედაპირზე მასების გადანაწილება, აგრეთვე პლანეტის ფორმა და შინაგანი აგებულება. ზემოთ უკვე გვქონდა საუბარი ჰიპოთეზაზე, რომლის თანახმადაც დედამიწამ შეიერთა ტყუპისცალი პლანეტა „თეა“. ავტორთა აზრით, სწორედ ამ პროცესთანაა დაკავშირებული დედამიწის გრავიტაციული და მაგნიტური ველების გაზრდა-გაძლიერება. მარსის მაგალითი შესანიშნავი მტკიცებულებაა იმისა, თუ რა შეიძლება მოხდეს მცირე გრავიტაციის შემთხვევაში: მილიარდობით წლის განმავლობაში მასზე არსებული ატმოსფერო კოსმოსში გაიფანტა და იგი უსიცოცხლო პლანეტად გადაიქცა. მსოფლიო მიზიდულობის კანონის თანახმად, ძალების ურთიერთქმედება დამოკიდებულია სხეულების მასასა და მათ შორის არსებულ მანძილზე. ყველაზე ახლოს არსებული კოსმოსური სხეულების – მთვარის და მზის გავლენა მცირეა, მათთან დიდი დაცილების გამო. ცხადია, სიმძიმის ძალა დედამიწაზე ძირითადად დამოკიდებულია იმ მიზიდულობის ძალაზე, რომელსაც ქმნის დედამიწის სიღრმეში და ზედაპირზე მასების გადანაწილება. სიმძიმის ძალა გარკვეული მნიშვნელობით მოქმედებს ყველგან, დედამიწის ნებისმიერ წერტილში. **ის გარემო, რომლის ფარგლებშიც ვლინდება დედამიწის მიზიდულობის ძალები, სიმძიმის ძალის, ანუ გრავიტაციული ველის სახელწოდებითაა ცნობილი.** მსოფლიო მიზიდულობა წარმოადგენს დედამიწაზე ყველა სხეულის თავისუფალი ვარდნის მიზეზს. იტალიელმა მეცნიერმა გალილეო გალილემ პირველმა დაადგინა, რომ ნებისმიერი სხეული, მიუხედავად მათი მასისა, ჰაერის წინააღმდეგობის უგულველყოფის შემთხვევაში, ერთიდა იგივე აჩქარებით ვარდება. აჩქარება იზომება გალებში (1 გალი= 1სმ/წმ²). დედამიწის სხვადასხვა წერტილში განსხვავებულია გრავიტაციული ველის დამაბულობა და იგი კანონზომიერად იცვლება ეკვატორიდან პოლუსების მიმართულებით 978,04–დან 983,24 გალამდე (ეკვატორზე მეტია ცენტრიდანული ძალა). ეს ველი ასახავს ჩვენი პლანეტის წიაღში მასების გადანაწილების ხასიათს და მჭიდროდ არის დაკავშირებული დედამიწის აგებულებასა და ფორმასთან. დედამიწის ზედაპირიდან ზევით 36 000 კმ–ის სიმაღლემდე მცირდება და იქ ნულს უტოლდება, ასევე მცირდება დედამიწის სიღრმეში ცენტრამდე და ასევე ნულის ტოლი ხდება.

ნორმალური გრავიტაციული ველი ექნებოდა დედამიწას, რომ ჰქონოდა გეომეტრიული ელიფსოიდის ფორმა – ერთგვაროვანი მასების თანაბარი გადანაწილებით. **კონკრეტულ წერტილზე გრავიტაციული ველის აჩქარების ფაქტობრივი მნიშვნელობის გადახრას თეორიული მნიშვნელობიდან, რომლის გამომწვევი მიზეზი დედამიწის შიგნეთის არაერთგვაროვნებაა, ანომალია (ბერძ. „ა“- უარყოფა, „ნომოს“-კანონი) ეწოდება.** იგი ორი ტიპისაა: დადებითი და უარყოფითი.

გრავიტაციული ანომალიები გვხვმარება წარმოდგენა ვიქონიოთ დედამიწის წიაღის აგებულების შესახებ. მძიმე, მკვრივი ქანების გავრცელების უბნებში სიმძიმის ძალის აჩქარება მეტია (დადებითი ანომალიაა), ვიდრე ნაკლებად მკვრივი, მსუბუქი ქანების გავრცელების შემთხვევაში. ვინაიდან მთიანი მასივები ქმნის დამატებით მასას– თეორიულად უნდა იყოს დადებითი ანომალია, ხოლო ოკეანეთა ღრმულებში კი–უარყოფითი. გრავიმეტრიულმა გაზომვებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ მთიანი მხარეებში ვლინდება უარყოფითი გრავიტაციული ანომალიები, ხოლო ოკეანეებში კი– დადებითი. დედამიწის ქერქის იმყოფება იზოსტაზიურ ანუ წონასწორობის მდგომარეობაში.

იზოსტაზია (ბერძ. „წონით თანაბარი“), ესაა შედარებით მყარი, მსუბუქი დედამიწის ქერქის გაწონასწორება–შედარებით მძიმე, მოძრავ მანტიაზე. 1855 წ. ინგლისელი მეცნიერი **დ.პრატი** აწარმოებდა გეოფიზიკურ სამუშაოებს ინდოეთში, იგი ვარაუდობდა, რომ ჰიმალაის და ყარა–ყორუმის ვეება მათათა სისტემებს, რომელთაც დიდი მასა და უმაღლესი ჰიფსომეტრიული ნიშნულები გააჩნია (ვინაიდან მსოფლიოს 7200 მეტრზე მაღალი 109 მწვერვალიდან 96 სწორედ ამ მთებშია თავმოყრილი) უნდა მიეზიდა შვეული, ანუ იგი უნდა გადახრილიყო მთების მხარეს, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ფაქტობრივად, არსებულთან შედარებით, თეორიულად გამოთვლილი გადახრის კუთხე 5–ჯერ მეტი იყო., ე.ი. დადებით ანომალიას ადგილი არ ჰქონდა.

1855 წ. ჯ. ერიმ ეს მოვლენა ახსნა იმით, რომ მასის სიჭარბე წონასწორობის თეორიულ დონეზე მაღლა, იზოსტაზიის შედეგად, ძირში, ანუ მთების „ფესვებში“ მათ ნაკლებობას შეესაბამება, ანუ 100–150 კმ-ის სიღრმეში „ასტენოსფეროში“ ნივთიერებები წონასწორობის შესანარჩუნებლად გადანაწილდება იქით, სადაც ზედაპირზე მასების ნაკლებობა იგრძნობა და პირიქით. ე.ი. ჰიმალაის მთების „ფესვები“ შედგება ნაკლებად მკვრივი ნივთიერებებისაგან, ვიდრე დედამიწის ქერქის მეზობელი ნაწილები; აღნიშნული გვადმლევს საშუალებას ვივარაუდოთ, რომ მთების ქვედა ნაწილში თავმოყრილია ნაკლებად მკვრივი, გრანიტული ტიპის ქანები, ხოლო ოკეანეების ქვეშ განლაგებულია ბაზალტური ტიპის მძიმე ქანები. მხოლოდ იმ ახალგაზრდა მთების ქვეშ, სადაც კომპენსაცია მთლიანად არ მომხდარა, შეინიშნება სუსტი დადებითი ანომალია. ამავე დროს, წონასწორობა მუდმივად ირღვევა: რადგან ოკეანეებში მიმდინარეობს ნალექების დალექვა, რომელთა სიმძიმის გამო ოკეანის ფსკერი იღუნება; მეორეს მხრივ – მთები იშლება, გადაირეცხება, ინგრევა, მცირდება არა მარტო მათი სიმაღლე, არამედ მათი მასაც. მონაცემების საფუძველზე ვარაუდობენ, რომ დედამიწის ტერიტორიის 90% იზოსტაზიურ მდგომარეობაში იმყოფება. ჩვენის აზრით, თუნდაც ბოლო ორ ათწლეულში გააქტიურებული სეისმური პროცესები იმის დამამტკიცებელია, რომ იზოსტაზიურ მდგომარეობაში ბევრად უფრო ნაკლები ტერიტორიაა მოქცეული.

სიმძიმის ძალა აყალიბებს დედამიწის ფორმას, იგი წარმართავს ენდოგენური, ანუ შინაგანი და ეგზოგენური ანუ გარეგანი ძალების მოქმედებას, რადგან მისი გავლენით მოდის ნალექები, მიედინება მდინარეები, ფორმირდება მიწისქვეშა წყლის ჰორიზონტები, იმართება ფერდობული პროცესები. სიმძიმის ძალის ზეგავლენით აიხსნება მთების მაქსიმალური სიმაღლეც; ითვლება, რომ დედამიწაზე შეუძლებელია 9 კმ-ზე მეტი სიმაღლის მთის არსებობა, მაშინ როდესაც მარსზე მთა **ოლიმპი** 21 კმ სიმაღლისაა, იმ მიზეზით, რომ ჩვენი მეზობელი პლანეტის გრავიტაციული ველი შედარებით მცირე სიმძლავრისაა. სიმძიმის ძალა აკავებს ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს, (წინააღმდეგ შემთხვევაში პირველი აორთქლდებოდა, ხოლო მეორე კოსმოსში გაიფანტებოდა). დედამიწის გრავიტაციას მხოლოდ ჰელიუმი და წყალბადი უსხლტება ატმოსფეროდან, ამიტომაც გალაქტიკაში წყალბადი 93%-ია, ხოლო დედამიწის ატმოსფეროში კი – მიზეზული რაოდენობით, რაც მეტად დადებითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე.

იმ ნივთიერებათა მასის წნევა, რომელიც ქვედა მანტიაში რადიოაქტიურ დაშლასთან ერთად გრავიტაციული დიფერენციაციის პროცესშიც იქმნება, წარმოქმნის სითბურ ენერგიას, რომელიც თავისთავად შინაგანი (ენდოგენური) პროცესების წყაროა, ენდოგენური პროცესები კი აყალიბებს ლითოსფეროს.

დედამიწის ზედაპირზე არსებული რელიეფის ფორმების ორ ძირითად სახეს კონუსისებურს და მოსწორებულს – განაპირობებს გრავიტაციული ველის სფეროსებური ფორმა. იგი აღიბეჭდება თითქმის ყველგან იმ ფორმაში, რომელიც დედამიწაზე წარმოიქმნება, თუ ფორმა იზრდება ზევით ან ქვევით, მას გააჩნია კონუსისებური ფორმა: მთის მწვერვალები, დიუნები, კარსტული ძაბრები; თუ სხეული იზრდება ჰორიზონტალურად – სიმძიმის ძალა მას ფოთლისებურ ფორმას აძლევს: დელტები, აკუმულაციური ვაკეები; ცოცხალ ორგანიზმებს, არსებებს გააჩნიათ გეოტროპიკული რეაქცია, ეს არის მცდელობა სიმძიმის ძალის ველში ორიენტირებისა, რისი მეშვეობითაც მათ ძალუძთ ვერტიკალურ მდგომარეობაში ყოფნა და მოძრაობა, ასევე ნებისმიერი სასურველი ვდგომარეობის მიღება დედამიწის ზედაპირზე.

ბ) მაგნიტური ველი. დედამიწის მაგნიტურობა, ეს არის თვისება პლანეტის ირგვლივ უზრუნველჰყოფს **მაგნიტური ველის** არსებობა. მაგნიტურობის მიზეზი კი არის ის პროცესები, რომლებიც ვითარდება დედამიწის ბირთვისა და მანტიის საზღვარზე. დედამიწა, რომ დიდი მაგნიტია, კაცობრიობამ პირველად გაიგო 1600 წელს დედოფალ ელისაბედ I სამეფო კარის ექიმის **უილიამ ჰილბერტის** საგან. მან გამოსცა ტრაქტატი: **“მაგნიტზე, მაგნიტურ სხეულებსა და დიდი მაგნიტის – დედამიწის შესახებ”**, აქ ჰილბერტმა თანმიმდევრულად განიხილა მაგნიტური მოვლენები, მან აჩვენა, რომ დედამიწის მაგნიტური ველი ჰგავს **დიპოლს** (ორი პოლუსი – ჩრდილოეთი და სამხრეთი.) მაგნიტურ ველს. უფრო მოგვიანებით დადგინდა, რომ დედამიწის **მაგნიტური ველი**, ის სფერული ველია, რომლის ღერძიც დედამიწის ბრუნვის ღერძის მიმართ დახრილია **11,5°-ით**, ამის გამო მაგნიტური პოლუსები არ ემთხვევა გეოგრაფიულ პოლუსებს. რაკეტებისა და ხელოვნური თანამგზავრების

საშუალებით დადგენილია, რომ დედამიწის მაგნიტური ველი დედამიწის ზედაპირიდან საშუალოდ **93 ათას კმ** სიმაღლემდე ვრცელდება.

მაგნიტოსფერო ეს არის დედამიწის ახლოს მდებარე სივრცე, რომელიც იმ დამუხტული ნაწილაკებითაა სავსე, რომელიც მაგნიტურ ველში მოძრაობენ. მაგნიტოსფერო პლანეტათაშორისი სივრცისაგან გამოყოფილია **მაგნიტოპაუზით** – ესაა მაგნიტოსფეროს გარეთა საზღვარი.

მაგნიტური ველის წარმოქმნას ხელს უწყობს რიგი შინაგანი და გარეგანი ფაქტორები; მისი ძირითადი ნაწილი (დაახლოებით (94 %) ანუ **მუდმივი** მაგნიტური ველი ყალიბდება შიდა ბირთვში წარმომობილი ელექტრონაკადებისა და სხვა ძირითადი შინაგანი წყაროებიდან, ხოლო **ცვალებადი** (6%-მდე) კი – მზის კორპუსკულარული ნაკადებისაგან. დღეისათვის დადგენილია, რომ თითქმის მთელ მაგნიტურ ველს დედამიწის შიგნით აქვს წყარო, რომელიც წარმოიშობა დიდ სიღრმეებზე ელექტრონული დენის ცირკულაციის შედეგად. ინგლისელი მეცნიერი **ე.ბულარდი**, ყველაზე უფრო აღიარებული ჰიპოთეზის ავტორი, დედამიწის მაგნიტური ველის არსებობას ხსნის დედამიწის ბირთვისა და მის ზემოთ მდებარე გარსების არათანაბარი მოძრაობით. არსებობს მოსაზრება, რომ დედამიწის ლითონური ბირთვის გაზრდა და, შესაბამისად, მაგნიტური ველის გაძლიერება დედამიწის მიერ პლანეტა „თეას“ შთანთქმამ გამოიწვია; დედამიწის მაგნიტური ღერძი არ კვეთს დედამიწას, არამედ მისი გეომეტრიული ცენტრიდან, მარიანის ღრმულის მიმართულებით, 427 კმ-ითაა დაშორებული. დედამიწის მაგნიტურ ველს სწავლობენ პალეომაგნიტური და არქეომაგნიტური მეთოდებით. პირველი პალეომაგნიტური მეთოდი დაფუძნებულია უძველესი ქანების დამაგნიტების და წარმომობის დროინდელი მაგნიტური ველის შენარჩუნების თვისებაზე, ხოლო არქეომაგნიტური მეთოდებით სწავლობენ ადამიანების მიერ დამზადებული ნივთების დამაგნიტების პირობებს. მაგ: აგური, თიხის ნივთების და სხვა. აღნიშნული მეთოდების საშუალებით დადგენილია მრავალი საინტერესო კანონზომიერება. გამოიკვეთა დედამიწის მაგნიტური ველის ელემენტების ცვლილების საუკუნეობრივი ვარიანტები. მაგნიტური პოლუსები არ ემთხვევა გეოგრაფიულს და ნელ–ნელა გადაადგილდება **7–8კმ/წელიწადში**. 1995 წ.–ის დაკვირვებით აღმოჩნდა, რომ სამხრეთ მაგნიტური პოლუსი მდებარეობს წერტილში, რომლის კოორდინატებიცაა 77°30' (ჩრდილოეთ განედის) და 102°30' (დასავლეთ გრძედის)– კანადის არქტიკული არქიპელაგის ერთ–ერთ სრუტეში ბუტიას ნახევარკუნძულის ახლოს. 2185 წ. იგი დაემთხვევა გეოგრაფიულ პოლუსს, ჩრდილო მაგნიტური პოლუსი კი მდებარეობს 65° (სამხრეთი განედი) და 139° (აღმოსავლეთ გრძედი) ანტარქტიდაზე, კ. ტასმანიის მერიდიანზე (Энциклопедический словарь юного географа-краеведа, стр.151) . დადგენილია, რომ მაგნიტური ველის სიდიდე დაახლოებით ისეთივე იყო, როგორც თანამედროვეა. იგი მხოლოდ საშუალო დონემდე იცვლება. სამაგიეროდ იცვლებოდა და კვლავ იცვლება მაგნიტური პოლუსების მდებარეობა. სამხრეთ მაგნიტური პოლუსი მილიონობით წლის წინ მდებარეობდა ეკვატორზე, შემდეგ გადაადგილდა აღმოსავლეთ აზიის სანაპირო ზოლის გასწვრივ და კამჩატკის გავლით მიაღწია თანამედროვე მდგომარეობას (ბუტიას ნ.კ. კანადის უკიდურესი ჩრდილოეთით). სამხრეთ ნახევარსფეროდან მაგნიტური პოლუსი ნელა გადაადგილდება ავსტრალიის მიმართულებით. ა.კრივოლუცკის აზრით (1985) მაგნიტურ პოლუსებს გადაადგილება არ შეუძლია და მათი მდებარეობა დედამიწის მოძრაობის ღერძის მდებარეობაზეა დამოკიდებული. თანამედროვე და უძველესი მაგნიტური ველის მდებარეობის შეუთავსებლობის მიზეზს უკავშირებენ ლითონფეროს ფილების მოძრაობას. პალეომაგნიტური მეთოდებით დადგენილია ხანგრძლივი გეოლოგიური პერიოდის მანძილზე მაგნიტური ველის პოლარულობის მრავალჯერადი ცვლილება. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ქანები ინარჩუნებენ იმ "განამარხებულ" მაგნიტურ ველს, რომელიც მათი წარმომშობისას არსებობდა. ქანთა ნიმუშების რადიოლოგიურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ პოლარულობის ცვლილება ერთბაშად არ ხდება, არამედ მაგნიტური ველის დამაბულობა თანდათან იკლებს ნულამდე, შემდეგ ნელ–ნელა იმატებს საპირისპირო მიმართულებით-. გადახრის პერიოდის მერყეობა 1000 წ. შეადგენს, დამაბულობის კი – 10000 წელს.. იმ პერიოდების ხანგრძლივობა კი, რომლის განმავლობაშიც შენარჩუნდა ერთი პოლარულობა, პალეოზოურში 5-10 მლნ წ. შეადგენდა, ხოლო უკანასკნელ პერიოდში 0,7-1,2 მლნ წელს. ბოლო 4,5 მლნ წლის მანძილზე შეიცვალა ოთხი ეპოქა:

1. ჰილბერტის - უკუდამაგნიტებია 4,5-დან 3,3 მლნ-მდე წლის წინ;
2. გაუსის - პირდაპირი დამაგნიტება 3,3-დან 2,4 მლნ-მდე წლის წინ;

3. მატუიამას - უკუდამაგნიტება 2,4-დან 0,7 მლნ-მდე წლის წინ;
4. ბრიუნესის - პირდაპირი დამაგნიტება, რომელიც 0,7 მლნ წ-დან დღემდე გრძელდება და რომელმაც მატუიამას ეპოქა შეცვალა.

კომპასის მაგნიტური ისარი ყოველთვის მიმართულია მაგნიტური ძალხაზებისაკენ. კომპასის ჩრდილოეთი მხარე (ლურჯი) ყოველთვის აჩვენებს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს გეოგრაფიულ პოლუსს. იმ დიდი წრის სიბრტყეს, რომელზეც მაგრდება კომპასის ისარი, **მაგნიტურ მერიდიანს** უწოდებენ. მაგნიტური მერიდიანები არ ქმნის სწორ ბადას, მაგრამ თავს იყრის ორ წერტილში – დედამიწის მაგნიტურ პოლუსებში, რაც სხვა არაფერია, თუ არა დედამიწის ზედაპირის ის ოლქები, სადაც ერთმანეთს ეხება და თავს იყრის მაგნიტური **ძალხაზები**.

მაგნიტურ ველს გააჩნია სამი განზომილება: **1. მაგნიტური გადახრა, 2. მაგნიტური დახრა და 3. მაგნიტური დამაბულობა.**

1. **მაგნიტური გადახრა** ეს არის კუთხე გეოგრაფიულ მერიდიანსა და მაგნიტური ისრის მიმართულებას შორის. გადახრა არის აღმოსავლეთის (+) თუ ისრის ჩრდილოეთი ნაწილი გადახრილია გეოგრაფიული მერიდიანის აღმოსავლეთით და დასავლეთის (-) თუ იგივე ისარი გეოგრაფიული მერიდიანის დასავლეთითაა გადახრილი. ერთნაირი გადახრის ადგილებს, ანუ როცა ისარი და გეოგრაფიული მერიდიანი ერთ დონეზეა, ეწოდება **იზოგონი**. მათი მნიშვნელობა იცვლება 0°-დან 180°-მდე. ნულოვანი იზოგონი, ანუ **აგონიური ხაზი**, ერთმანეთისაგან ჰყოფს დასავლეთ და აღმოსავლეთ გადახრებს (-) და (+), ამ დროს კომპასის ისრის ჩრდილო ბოლო აჩვენებს ჩრდილო გეოგრაფიულ პოლუსს.
2. **მაგნიტური დახრა**. ეს არის კუთხე ჰორიზონტალურ სიბრტყესა და მაგნიტური ისრის მიმართულებას შორის, როდესაც ეს უკანასკნელი მოთავსებული (დაკიდებულია) ჰორიზონტალურ ღერძზე, დახრა დადებითია, როცა ისრის ჩრდილო ბოლო ქვემოთაა მიქცეული, პერპენდიკულარულად, ხოლო უარყოფითი – როცა ისრის ჩრდილო ბოლო მიქცეულია ზემოთ (პერპენდიკულარულად). დახრა იზომება 0°-დან 90°-მდე. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს მაგნიტურ პოლუსზე კომპასის ისრის ჩრდილო ბოლო პერპენდიკულარულად ზედაპირზე ქვემოთაა, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროს მაგნიტურ პოლუსზე იგივე ისარი ზედაპირიდან პერპენდიკულარულად ზემოთაა მიქცეული, ერთნაირი დახრილობის ძალხაზებს უწოდებენ **იზოკლინებს**. ნულოვანი იზოკლინი ესაა მაგნიტური ეკვატორი, რომელიც გეოგრაფიული ეკვატორის ახლოს გადის, აქ დახრა 0-ის ტოლია.
3. **მაგნიტური ველის დამაბულობა** დიდი არ არის, იგი ნაკლებია ეკვატორზე 0,25–0,35 ერთეულიდან, პოლუსებზე –0,6–0,7 ერთეულამდე (ერსტედი).

ზემოთ უკვე გვქონდა საუბარი დედამიწის მაგნიტური ველის პოლარულობის გეოლოგიურ დროში მრავალჯერად ცვალებადობაზე, აღნიშნული მოვლენა გამოიყენება **პალეომაგნიტური** (ბერძ. “პალეო” –ძველი) გამოკვლევების დროს. ეს გამოკვლევები დამყარებულია იმაზე, რომ მაგნიტური ქანები მაგნიტდება და ინარჩუნებს ამ მაგნიტურობას, რომელიც მათი წარმოქმნის დროისთვის იყო დამახასიათებელი. მაგალითად, ვულკანური ლავური ნაკადები გაცივებისას მაგნიტდება, ამის კარგი მაგალითია კურსკის მაგნიტური ანომალია, მის ფარგლებში დედამიწის ზედაპირის ქვეშ მდებარეობს რკინის შემცველი კვარციტების უნიკალური საბადო, სადაც მაგნიტური დამაბულობა დედამიწის მაგნიტური დამაბულობის საშუალო მაჩვენებელზე ხუთჯერ მეტია. სწორედ ამიტომ ეწოდება ანომალია. ეს „ნამარხი“ მაგნიტურობა დღეს საშუალებას გვაძლევს წარმოვადგინოთ ვიქონიოთ დედამიწის იმ მაგნიტურ ველზე, რომელსაც ლავის გაცივების პერიოდში ჰქონდა ადგილი.

დედამიწის ბირთვიდან წარმოქმნილი მაგნიტური ველი ამომრავებს დედამიწას, აყალიბებს მის ზედაპირს და გადაადგილებს კონტინენტებს.

დედამიწის გარემომცველი მაგნიტური ველი აჩერებს მზის მიერ გამოტყორცნილი დამუხტული კორპუსკულარული ნაწილაკების დინებებს და არ უშვებს მათ დედამიწის ზედაპირამდე. ატმოსფეროს ზედა ფენებში შეჩერებული ეს დამუხტული ნაწილაკები წარმოშობს რადიაციის სარტყელს, პირველად იგი აღმოაჩინეს კოსმოსური სივრცის კვლევის დროს.

მაგნიტოსფეროს, ანუ მაგნიტურ ველს გააჩნია წვეთის ფორმა, მზისკენ მიქცეული მხარე ტოლია დედამიწის რადიუსი გამრავლებული 10–ზე, ხოლო ღამის მხარე, ანუ მზისგან მოფარებული, იზრდება R გამრავლებული 100–ზე. ასეთი ფორმა განპირობებულია „მზის ქარის“ ზეგავლენით.

მაგნიტური ველის გავლენით შესაძლებელი ხდება საფრენი აპარატების, სანაოსნო საშუალებების, წყალქვეშა გემების სწორი ორიენტირება სივრცეში, საძიებო ექსპედიციებსა და ტურისტულ ლაშქრობებში კომპასი ხშირად გზის ერთადერთი მაჩვენებელია, ხოლო სამთო კომპასით სარგებლობისას ადგენენ შრეთა წოლის ელემენტებს, მაგნიტური ველის მკვეთრი დახრა (ანომალია) წიაღისეულის არსებობაზე მიუთითებს. ცვალებადი მაგნიტური ველის აღელვებათა შედეგად მაგნიტური ქარიშხლების წარმოშობას აქვს ადგილი, რომელსაც თან სდევს რადიოკავშირებისა და ტელეტრანსლიაციების შეფერხება, ამ დროს შეუძლებელია კომპასით ორიენტირება. მზის სისტემის ამინდს განაპირობებს მზე, რომლის თხელი ზედა ატმოსფეროდან წამოსული დამუხტული ნაწილაკებისაგან შექმნილი მაგნიტური ისარი (მზის ქარი) კოსმოსში მოგზაურობის მერე ჩვენს პლანეტას 2–6 დღის შემდეგ აღწევს. დედამიწის გარშემო არსებული მაგნიტური ველი პლანეტას იცავს მზის ქარის მავნე ზემოქმედებისაგან და დამუხტულ ნაწილაკებს ჩრდილოეთ და სამხრეთ პოლუსებისაკენ მიმართავს. ეს ნაწილაკები დედამიწის ატმოსფეროში შემოჭრისას ზრდის მაგნიტურ ველს და იწვევს მაგნიტურ ქარიშხლებს, ხოლო პოლარულ ცაზე–ნათებას და ღამის ცის ულამაზეს, ფერადოვან სანახაობას, რომელსაც Aurora borealia, ანუ ჩრდილოეთის ციალი და Aurora Australia ანუ სამხრეთის ციალი ეწოდება. ციალი დედამიწის ზედაპირიდან 80–600 კმ–ის სიმაღლეზე ჩნდება, 1989 წ. მზის ქარიშხალმა 9 საათის განმავლობაში ისეთი ძლიერი მაგნიტური დინებები წარმოქმნა, რომ კვებეკის ერთიანი ელექტროგამანაწილებელი ქსელი მწყობრიდან გამოვიდა და კანადის და აშშ–ს 6 მლნ მომხმარებელი ელექტროენერჯის გარეშე დატოვა.

ნაწილი III. გეოგრაფიული გარსის სტრუქტურა, მისი შემადგენელი სფეროების დახასიათება

თავი 5. ატმოსფეროს აგებულება და შედგენილობა

5.1 ატმოსფეროს მნიშვნელობა და შედგენილობა

ატმოსფერო არის აიროვანი გარსი, რომელიც მიზიდულობის ძალის გავლენით გარს აკრავს დედამიწას, და ამავე ძალის გავლენით მოძრაობს დედამიწასთან ერთად დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. დედამიწის ზედაპირთან ახლოს ატმოსფერო მკვრივია, ამიტომ წნევა მაღალია, ხოლო სიმაღლეზე წნევა და სიმკვრივე მცირდება. დედამიწის ზედაპირთან შედარებით 18 კმ–ის სიმაღლეზე წნევა (P) 10–ჯერ ნაკლებია, 80 კმ–ზე კი–75 000–ჯერ. ატმოსფეროს ქვედა საზღვარს წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირი, ხოლო ზედა საზღვრად პირობითად მიღებულია 1000–1200 კმ, (ზოგან ზედა საზღვრად 800 კმ–ია მიჩნეული).

საათის ისრის საწინააღმდეგოდ ბრუნვისას ატმოსფერო იღებს ელიფსოიდის ფორმას (ისევე როგორც დედამიწა მთლიანად), ანუ მისი ვერტიკალური სიმძლავრე ეკვატორთან მეტია, ვიდრე პოლუსების ახლოს.

გეოგრაფიული ანუ ლანდშაფტური გარსის სხვა სფეროებთან ატმოსფეროს აკავშირებს სითბოს და ტენიის ბრუნვა, ხოლო ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების მამოძრავებელ ენერჯის წყაროს კი მზის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება წარმოადგენს.

ატმოსფერო არ წარმოადგენს იდეალურ იზოლატორს. მას გააჩნია ელექტროგამტარებლობის უნარი, რომელიც ვლინდება მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების, კოსმოსური სხივების, რადიოაქტიური ნივთიერებების გამოსხივების და სხვა მაიონიზირებელი ფაქტორების ზემოქმედებით წარმოქმნილი თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკების (იონების) გამტარებლობით. ეს იონიზატორები აირის ნეიტრალურ მოლეკულას შლიან დადებითად და უარყოფითად დამუხტულ იონებად. პარალელურად მიმდინარეობს უკუპროცესიც – რეკომბინაცია, რომლის დროსაც ხდება ნეიტრალური მოლეკულის აღდგენა. იონების კონცენტრაციის და მოძრაობის უნარი ატმოსფეროს ანიჭებს

ელექტროგამტარობის უნარს. მაქსიმალური ელექტროგამტარიანობა შეინიშნება 100-150 კმ-ის სიმაღლეზე. ატმოსფეროს იონების დედამიწის ზედაპირის დამუხტვის შედეგად წარმოიქმნება ატმოსფეროს ელექტრული ველი. ამ შემთხვევაში დედამიწის ზედაპირის მიმართ ატმოსფერო დადებითადაა დამუხტული. დამუხტული იონების შემადგენლობის მიხედვით ატმოსფერო იყოფა ნეიტროსფეროდ, რომელიც 80კმ სიმაღლემდეა და ნეიტრალური მოლეკულების შემცველია. მეორე კი იონოსფეროა - იგი იონიზირებული ფენაა.

დედამიწას გარს აკრავს ჰაერის გარსი - ატმოსფერო. ატმოსფერო ბერძნული სიტყვაა, "ატმოს" ნიშნავს ორთქლს, "სფაირა" - სფეროს, გარსს. დღეს შორს ვართ ამ მარტივი განმარტებიდან. წინათ ფიქრობდნენ, რომ ჰაერი ერთგვაროვანი გაზისაგან შედგებოდა. ა.ლავუაზიემ (1743-1794) პირველმა დაამტკიცა, რომ ჰაერი არის სხვადასხვა აირების ნარევი, შეისწავლა ეს აირები და განსაზღვრა მათი ძირითადი თვისებები.

ატმოსფერო სხვადასხვა გაზების მექანიკურ ნარევს წარმოადგენს. მასში ატივნარებულ მდგომარეობაში გვხვდება მყარი და თხევადი ნაწილაკები.

ატმოსფერული ჰაერი შეიცავს წყლის ორთქლს, რომელიც დედამიწის ზედაპირიდან აორთქლების შედეგად ვრცელდება ყველა მიმართულებით. წყლის ორთქლი ატმოსფეროში ერთნაირი რაოდენობით არ გვხვდება. ეკვატორზე (ტროპიკული ტყეები) მისი რაოდენობა საშუალოდ 4%-ია, პოლარულ რაიონებში მისი კონცენტრაცია საშუალოდ 0.2% - ია, მაგრამ თუ ტემპერატურა ძალიან დაბალია, მაშინ შეიძლება მისი შემცველობა ნულამდეც დაეცეს. ზომიერ და დაბალ განედებზე ორთქლის შემცველობა 1.5-2.5% - ს შორის მერყეობს. არის შემთხვევები, როდესაც მისი რაოდენობა 0-4%-მდე იცვლება. სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ პირობებში წყლის ორთქლი გადადის მყარ და თხევად მდგომარეობაში და პირიქით.

ჰაერი ძირითადად შედგება აზოტის (78.08%), ჟანგბადის (20.95%), არგონის (0.9%) და ნახშირორჟანგი (0.03%). ე.ი. აზოტი და ჟანგბადი შეადგენს მთელი ჰაერის მოცულობის 99.03%. გარდა ამისა, ჰაერში მცირე მოცულობით გვხვდება კრიპტონი, ქსენონი, ნეონი, ჰელიუმი, აზოტის ჟანგი, წყალბადი, ოზონი, რომელიც ატმოსფეროში არსებული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში გაზობრივ მდგომარეობას ინარჩუნებს. ძირითადი გაზების პროცენტული შემადგენლობა დედამიწის ზედაპირზე (90-100 კმ. ფენაში) თითქმის ერთნაირია. რყევადობას განიცდის ის გაზები, რომლებიც დედამიწიდან ხვდებიან ატმოსფეროში ბუნებრივი (ვულკანები, ქარები და ა.შ.) და ანთროპოგენული (სათბობის წვის, ტრანსპორტის, სამრეწველო ობიექტების და ა.შ.) ფაქტორების შედეგად. ასეთია ნახშირორჟანგი (CO_2), რომელიც გამოიყოფა ცოცხალი ორგანიზმიდან სუნთქვის, წიაღისეული სათბობის წვისა და სხვათა მაშველობით. (CO_2) - ის ძირითადი მშთანთქმელია მცენარეული საფარი და წყლის ზედაპირი (ზღვა, ოკეანე). უკანასკნელ პერიოდში ნახშირორჟანგის რაოდენობა გაიზარდა 12-25% - ით.

გლობალური მასშტაბით (CO_2) კონცენტრაციის საგრძნობი მატება ატმოსფეროში გამოიწვევს დედამიწაზე კლიმატური პირობების ცვლილებას, განსაკუთრებით კი ჰაერის ქვედა ფენების ტემპერატურის მატებას. CO_2 -ის ძირითადი თვისება ის არის, რომ იგი სითბოს (გრძელტალღოვანი რადიაციის) კარგი მშთანთქმელი და გამომსხვივებელია. ამიტომ ჰაერში მისი გადამეტებული კონცენტრაცია იწვევს ე.წ. "სათბურის ეფექტის" გაძლიერებას.

მნიშვნელოვანია ოზონის O_3 ფაქტორი. დედამიწისპირა ატმოსფეროში ოზონი ძალზე მცირე რაოდენობითაა და ძლიერ რყევადობას განიცდის. იგი 1 მ³ ჰაერში საშუალოდ 3.10-5 გ.-ს შეადგენს, მაგრამ, ზოგჯერ მისი კონცენტრაცია შეიძლება ნულამდეც შემცირდეს. 10კმ. სიმაღლემდე ოზონის რაოდენობა არაკანონზომიერად იცვლება, ხოლო უფრო ზევით იმატებს და 20-30 კმ. სიმაღლეზე შეიმჩნევა ოზონის შემცველობის მაქსიმუმი. ამის შემდგომ მისი რაოდენობა შედარებით მცირდება და 55-60 კმ. სიმაღლეზე ძალზე უმნიშვნელო ხდება. ოზონი - სამატომიანი ჟანგბადი (O_3) მიწისპირა ფენაში წარმოიქმნება ჭექა-ქუხილისა და ზოგიერთი ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვის შედეგად, ხოლო ატმოსფეროს მაღალ ფენებში - მზის ულტრაიისფერი რადიაციის მოქმედების შედეგად. მისი რაოდენობა ატმოსფეროში დღე-ღამისა და წელიწადის დროების განმავლობაში არაერთგვაროვანია. მაქსიმალურია გაზაფხულზე, ხოლო მინიმალურია შემოდგომაზე. ჩრდილოეთ განედებში უფრო მეტია, ვიდრე სამხრეთში. ატმოსფეროს შემადგენლობაში ოზონი თავისი რაოდენობრივი სიმცირის მიუხედავად დიდ

როლს თამაშობს ატმოსფერული პროცესების ფორმირებაში და, რაც მთავარია, დედამიწაზე ცოცხალი ბუნების არსებობაში. იგი შთანთქმავს მზის ულტრაიისფერ გამოსხივებას 0.22-0.29 მკრ-ნის დიაპაზონში. ატმოსფეროში ოზონის კონცენტრაციის ზრდა გამოიწვევს სხვადასხვა დაავადებების რიცხვის ზრდას და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის დაქვეითებას.

ბრიტანეთის მეტეოროლოგიურმა სამსახურმა XX საუკუნის 80-იან წლებში პირველად შეამჩნია, რომ ანტარქტიდის თავზე, უმეტესად გაზაფხულზე შესამჩნევად მცირდებოდა ოზონის კონცენტრაცია. 20-25 კმ. სიმაღლეზე ჩნდებოდა 15 მლნ. კმ² ფართობის ე.წ. “ოზონის ხვრელი”. ასეთივე “ხვრელი”, მაგრამ უფრო მცირე ზომის შეამჩნიეს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროშიც, შპიცბერგენის თავზე. შემდგომში ეს კვლევა დაადასტურეს ამერიკელმა მკვლევარებმა. მეცნიერები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ოზონის ფენის გათხელების მიზეზია ატმოსფეროში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები, უმეტესად ფრეონები, ქლორი, ფტორი. ისინი შედიან ოზონთან რეაქციაში და შლიან მას. დადგენილია, რომ ქლორის ჟანგის ერთი მოლეკულა ანადგურებს ოზონის 1000 მოლეკულას.

“ოზონის ხვრელის” პრობლემას დიდი ყურადღება ექცევა. არსებობს რამოდენიმე ჰიპოთეზა, რომლებიც სხვადასხვანაირად ხსნიან ამ მოვლენის წარმოშობის მიზეზს. მათ შორისაა კოსმოგენური ჰიპოთეზა, რომელიც უკავშირდება მზის აქტიობის 11 წლიან ციკლს, რომლის პროცესშიც იზრდება აზოტის ოქსიდის რაოდენობა და ამავე დროს ქრება ჟანგბადის ატომები, რომლებიც საჭიროა ოზონის მოლეკულის წარმოსაქმნელად.

ტექტონიკური ჰიპოთეზა ოზონის შემცირებას ხსნის ატმოსფეროში ისეთი გაზების შემადგენლობის მომატებით, როგორცაა წყალბადი და მეთანი. შესაბამის სიმაღლეზე ასვლისას ისინი ურთიერთქმედებენ ოზონთან და შლიან მას. მაგალითად, 1991 წელს ფილიპინებსა და ჩილეში ვულკანების ამოფრქვევის შემდეგ დაფიქსირდა ოზონის 50%-იანი შემცირება. ყველაზე მეტი ყურადღება მიიპყრო ატმოსფეროში ოზონის შემცირების ანთროპოგენურმა ჰიპოთეზამ, რომელიც, როგორც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ფაქტორი, გახდა მრავალი საერთაშორისო კვლევისა და შეთანხმების საგანი, როგორც გარკვეულად რეგულირებადი ფაქტორი.

ატმოსფეროში ზემოთ ჩამოთვლილი გაზების გარდა დიდი რაოდენობითაა მყარი და თხევადი ნაწილაკები, ე.ი. აეროზოლური მინარევეები. ატმოსფეროში 30-70 მლნ. ტონა აეროზოლია, რომლებიც ხვდება დედამიწის ზედაპირიდან და კოსმოსური სივრციდან. ატმოსფერული აეროზოლების ძირითადი წყაროა უდაბნოები, სტეპები და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა. დიდი რაოდენობით მტვერი ხვდება ატმოსფეროში ხანძრებისა და ვულკანური ამოფრქვევების დროს.

მაგალითად, 1883 წელს ვულკან კრაკატაუს (ინდონეზია) ამოფრქვევის დროს ჰაერში ავიდა 18000 კმ³ ფერფლი და ორთქლი (36 მილიარდი კგ.), ხოლო 1912 წელს ვულკან კატმასის (ალასკა) ამოფრქვევისას - 20 მილიარდი მ³ ფერფლი. ვულკანური ფერფლი ჰაერში რჩება რამოდენიმე წელიწადს. ატმოსფეროს ზედა ფენებში მტვერი ხვდება საპლანეტათაშორისო სივრციდანაც, ე.ი. კოსმოსური მტვერი, რომლებიც მეტეორების ატმოსფეროში წვის შედეგად ჩნდება. გარდა ამისა, ატმოსფეროში არის მარილის ნაწილაკები და ბაქტერიები. ატმოსფერო ბინძურდება აგრეთვე სამრეწველო და ავტომანქანების გამონაბოლქვი აირებით. ამიტომ, ჰაერი ყველაზე მეტად გაჭუჭყიანებულია დიდი სამრეწველო ქალაქების თავზე.

ზომიერი განედებისათვის, ლანსბერგის მონაცემებით ქალაქში - სოფელთან შედარებით 10-ჯერ მეტი მტვერია, ხოლო ნახშირმჟავა გაზი - 20-ჯერ მეტი. აეროზოლები მცირეა ოკეანის თავზე. მათი დიდი ნაწილი ტროპოსფეროშია, ხოლო შედარებით მცირე - სტრატოსფეროში, სადაც აეროზოლების ნაწილაკები უფრო დიდხანს ჩერდებიან, კერძოდ, რამოდენიმე თვიდან რამოდენიმე წლამდე. ამის მიზეზია ჰაერის შედარებით სუსტი ტურბულენტური მოძრაობა და აგრეთვე ის გარემოება, რომ აქ ნალექი არ წარმოიქმნება. აეროზოლების რაოდენობასა და თვისებებზე დამოკიდებული ატმოსფეროში სხივების გაბნევა და შთანთქმა, ჰაერის გამჭვირვალობა, ცის ფერი და მრავალი ოპტიკური მოვლენა.

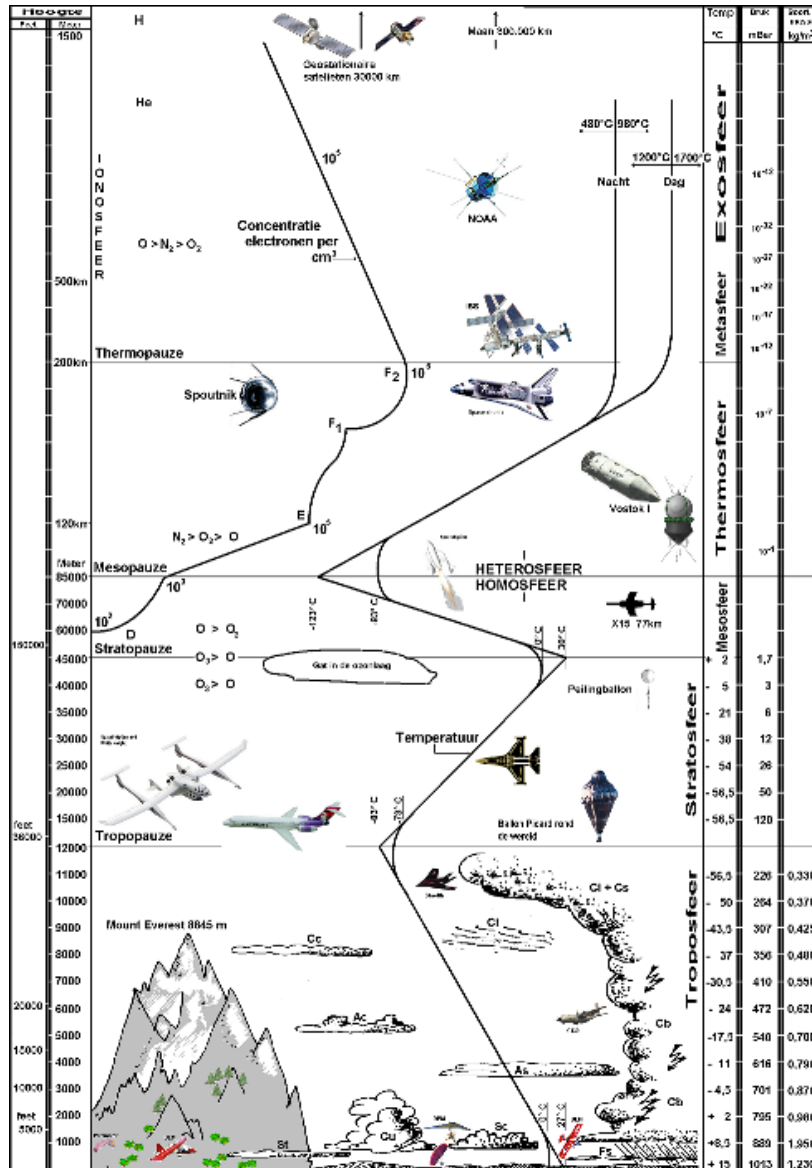
5.2. ატმოსფეროს შედგენილობა (ფენებად დაყოფა).

ატმოსფეროს საერთო მასა ოდნავ აღემატება 5.3•10¹⁵ ტონას (რაც მილიონჯერ ნაკლებია დედამიწის საერთო მასასთან შედარებით). ამ მასის 50% თავსდება ზღვის დონიდან 5 კმ-ის სიმაღლემდე არსებულ

სივრცეში, 75% - 10 კმ-მდე, ხოლო 95% - 20 კმ-მდე. ამის ზემოთ კი მთელი ატმოსფეროს მხოლოდ 5%-ია მოთავსებული.

ატმოსფერო ფიზიკური თვისებების მიხედვით არაერთგვაროვანია და ცვალებადია როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მიმართულებით. განსაკუთრებით მკვეთრია მისი ცვლილება ვერტიკალური მიმართულებით.

ტემპერატურული რეჟიმების ცვალებადობის თვალსაზრისით, ატმოსფერო იყოფა ხუთ ძირითად ფენად: ტროპოსფერო (საშუალო სიმაღლე 0-11კმ.); სტრატოსფერო (11-50კმ.); მეზოსფერო (50-90კმ.); თერმოსფერო (90-800კმ.); და ეგზოსფერო (>800კმ.). განედის, მეტეოროლოგიური პროცესებისა და სხვა მიზეზების გამო შესაძლებელია ამ ფენების სიმაღლეების ცვლილება (ნახ. 5.1).



ნახ.5. 1 ატმოსფეროს აღნაგობა

ტროპოსფერო – ატმოსფეროს ქვედა ფენაა, საშუალო სიმაღლით 0-11კმ, ხოლო პოლუსებზე და ეკვატორზე ტროპოსფეროს ზედა საზღვარი იცვლება 7კმ. –დან 18კმ.–მდე. ზომიერ განედებში 10-12კმ.

ტროპოსფეროს სიმაღლის ცვლილებას შემდეგი ხასიათი აქვს: ზაფხულში იწევს ზემოთ, ზამთარში ქვემოთ, დღისით უფრო მაღალია, ვიდრე ღამით. ტროპოსფეროში მოქცეულია მთელი ატმოსფეროს მასის 3/4 ნაწილი. აქ ტემპერატურა სიმაღლის მიხედვით ეცემა ყოველ 100მ-ზე 0.60-ით, ვინაიდან ჰაერი კარგად ატარებს მზის სხივებს და თვითონ უმნიშვნელოდ თბება. ტროპოსფეროში ადგილი აქვს ჰარის მასების აქტიურ გადაადგილებას როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მიმართულებით. აქ წარმოიქმნება ციკლონები და ანტიციკლონები, ღრუბლები და აქ ყალიბდება მეტეოროლოგიური და ელექტრული პროცესები, რომლებიც ქმნიან ამინდის პირობებს დედამიწის ზედაპირზე. ტროპოსფეროს ქვედა ფენაში ადგილი აქვს ტურბულენტურ მოძრაობას, ზედა ფენაში - ჭავლურ დინებებს. ამიტომ ამ ფენას "ამინდის ფენას" უწოდებენ. ატმოსფეროს წყლის ორთქლის თითქმის მთელი მარაგი მოქცეულია ტროპოსფეროში და მონაწილეობას იღებს სხვადასხვა ფორმის ღრუბლების გაჩენაში. ტროპოსფეროს ზედა საზღვარზე ტემპერატურა ეცემა - 50÷-600K - მდე.

ტროპოსფერო პირობითად იყოფა 3 ფენად:

ა) ქვედა ტროპოსფერო უნუ დედამიწის მიმდებარე ფენა. მისი სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან 1 - 1.5 კმ-მდეა. მას ხახუნის ფენასაც უწოდებენ, რად გან მასზე დიდ გავლენას ახდენს დედამიწის ზედაპირი. ამ ფენაში წარმოიქმნება ზედა იარუსის ღრუბლები.

ბ) შუა ტროპოსფერო 1-1.5 დან ÷ 6,7 კმ. ვრცელდება. ამ ფენაში დედამიწის ზედაპირის გავლენა შესუსტებულია. აქ ხდება ჰაერის მასათა ინტენსიური გადატანა, ძლიერი კონვექცია და წარმოიქმნება შუა იარუსის ღრუბლები.

გ) ზედა ტროპოსფერო ვრცელდება 6-7 კმ-დან ტროპოპაუზამდე. ამ ფენაში დედამიწის გავლენა ძლიერ შესუსტებულია. აქ წარმოიქმნება მაღალი იარუსის ყინულოვანი ღრუბლები.

ტროპოპაუზა გარდამავალი ფენაა ტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს შორის, რომლის (ფენის) სიმაღლე მერყეობს რამოდენიმე ათეული მეტრიდან 1-2 კმ-მდე. აქ წარმოებს ჰაერის გაცვლა ქვედა და ზედა ფენებს შორის. ტროპოპაუზა ხასიათდება ტემპერატურის იზოთერმული ან სუსტი ინვერსიული მსვლელობით.

სტრატოსფერო ატმოსფეროს მეორე ფენაა, რომელიც 50 კმ-მდე ვრცელდება. სტრატოსფეროს ქვედა ფენებისთვის დამახასიათებელია ტემპერატურის იზოთერმული, ხოლო ზედაფენებში ინვერსიული მსვლელობა. ფიზიკური თვისებებით ეს ფენა მკვეთრად განსხვავდება ტროპოსფეროსაგან. ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლეზე ყველგან ერთნაირი არ არის, იგი დამოკიდებულია განედზე. დაბალ განედებში ტემპერატურა ტროპოპაუზიდან საშუალოდ მატულობს, ხოლო ზომიერ და მაღალ განედებში სტრატოსფეროს ქვედა ნაწილში იზოთერმია დაიკვირვება. შედარებით დაბალი ტემპერატურა აღინიშნება ეკვატორულ ზონაში, $-70 \div -80^{\circ}C$, შუა განედებში კი ტემპერატურა დაახლოებით $-55 \div -60^{\circ}C$ - ია.

სტრატოსფეროში დაახლოებით 35კმ სიმაღლიდან ხდება ტემპერატურის მნიშვნელოვანი მომატება და სტრატოსფეროს ზედა საზღვარზე ტემპერატურა აღწევს $1-5^{\circ}C$ -ს. ტემპერატურის გაზრდა ამ შემთხვევაში გამოწვეულია ოზონის მიერ მზის მოკლეტალღოვანი რადიაციის შთანთქმით, ვინაიდან ამ ფენაში 25 - 35 კმ. სიმაღლეზე აღინიშნება ოზონის კონცენტრაციის მაქსიმუმი. ხშირად ამ ფენას ოზონოსფეროსაც უწოდებენ. სტრატოსფეროში წყლის ორთქლის რაოდენობა უმნიშვნელოა. 20-25 კმ. სიმაღლეზე ჩნდება ე.წ. სადაფისფერის ღრუბლები, რომლებიც შედგება გადაციებული წყლის წვეთებისაგან და ყინულის კრისტალებისაგან.

სტრატოსფეროში კარგად არის ჩამოყალიბებული ჰაერის როგორც ტურბულენტური, ასევე ჰორიზონტალური მოძრაობის პირობები. ქარის სიჩქარე სიმაღლეზე მატულობს.

სტრატოსფეროსა და მეზოსფეროს შორის გარდამავალ ფენას, სადაც აღინიშნება მაქსიმალური ტემპერატურა სტრატოპაუზა ეწოდება, რომელიც ვრცელდება 86-90კმ. სიმაღლემდე.

მეზოსფერო ვრცელდება სტრატოსფეროს ზევით 90 კმ. სიმაღლემდე. ხასიათდება ტემპერატურის სწრაფი დაცემით. ზედა საზღვარზე იგი 00K - მდე ეცემა. სტრატოსფეროს მსგავსად, ამ ფენაშიც ადგილი აქვს ტემპერატურის წლიურ მსვლელობას. აქ წარმოიქმნება ვერცხლისფერი და სადაფისფერი ღრუბლები, რომელთა ფორმები და მოძრაობა მიუთითებს მეზოსფეროში ტროპოსფეროს მსგავსი ტალღებისა და ნაკადების არსებობაზე. ამ სფეროში ვითარდება ჰაერის ტურბულენტური მოძრაობა.

ქარის სიჩქარე აღწევს 100-150 კმ/სთ-ში. ზამთარში ჭარბობს დასავლეთის, ზაფხულში - აღმოსავლეთის ქარები.

თერმოსფერო, იონოსფერო - ვრცელდება 800 კმ სიმაღლემდე. ქვედა ფენა ტემპერატურის სწრაფი მატებით ხასიათდება., ხოლო 200-300 კმ-ის ზემოთ იგი უკვე ნელა მატულობს და აღნიშნული ფენის ზედა საზღვარზე 800-1000° C -ს აღწევს. კოსმოსური გამოსხივებისა და მზის ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით თერმოსფეროში ინტენსიურად მიმდინარეობს მოლეკულათა დისოციაცია, იონიზაცია და სხვა პროცესები. იონიზაციის პროცესში დიდია მზის სპექტრის ულტრაიისფერი ნაწილისა და კორპუსკულარული რადიაციის წილი. ამ ფენას ხშირად იონოსფეროსაც უწოდებენ. იონიზაცია მკვეთრად ზრდის ჰაერის ელექტროგამტარობას და ხელს უწყობს რადიოტალღების არეკვლას, შთანთქმას და გარდატეხას.

იონოსფეროში, უმთავრესად მაღალ განედებში, ადგილი აქვს მეტად საინტერესო მოვლენას, ე.წ. “პოლარულ ნათებას”. მზის სფეროს ზოგიერთი უბნიდან, დროგამოშვებით ამოიფრქვევა ელექტრონებისა და დამუხტული ნაწილაკების მძლავრი ნაკადი. ეს ნაწილაკები გარკვეული დროის შემდეგ შემოიჭრებიან ატმოსფეროს ზედა ფენებში და სწორედ ამ ფენების შემადგენელ ნაწილაკებთან მათი შეჯახების შედეგად წამოიქმნება “პოლარული ნათება”.

ამ მოვლენას ადგილი აქვს ორივე ნახევარსფეროში 80-960 კმ. სიმაღლეთა დიაპაზონში. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ნათება ხშირად ჩნდება ჩ.გ. 65-700 სარტყელში. სამხრეთ ნახევარსფეროში - ანტარქტიკაშიც აღინიშნება შემთხვევები.

ეგზოსფერო იწყება 800 კმ სიმაღლიდან. აქ ხდება ატმოსფეროს თანდათანობითი გადასვლა საპლანეტათაშორისო სივრცეში. ტემპერატურა ამ ფენაში მცირედ იცვლება. მისი მნიშვნელობა აბსოლუტური სკალით 1000-1500° C აღწევს. ამ ფენას გაზნევის ფენასაც უწოდებენ. ეს ფენა უმთავრესად წყალბადის ატომებისგან შედგება. ამ ნაწილაკების სიჩქარე იმდენად დიდია, რომ ისინი გაიტყორცნიან ატმოსფეროს გარე სივრცეში. ეგზოსფეროდან გატყორცნილი ნაწილაკების ატომები 20000 კმ სიმაღლეზე დედამიწის ირგვლივ აჩენს ე.წ. წყალბადის გვირგვინს. გაზების სიმკვრივე ამ ფენაში მეტად უმნიშვნელოა.

კოსმოსურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ დედამიწის სფეროს გარშემო არის რადიაციის ორი სარტყელი, რომლებიც წარმოადგენენ დამუხტულ ნაწილაკთა კონცენტრირებულ გარემოს. ისინი დიდი ენერჯის მატარებელი არიან და მათი მოძრაობის სიჩქარე სინათლის სიჩქარეს უახლოვდება.

შიდა სარტყელი დედამიწიდან დაშორებულია 2-5 ათასი კილომეტრით და შედგება დედამიწისეული წარმოშობის პროტონებისაგან. გარე სარტყელი დაშორებულია 13-80 ათასი კილომეტრით და შედგება მზიური წარმოშობის ელექტრონებისაგან. ორივე სარტყელის შემადგენელი დამუხტული ნაწილაკები განიცდიან დედამიწის მაგნიტური ველის გავლენას, რაც განაპირობებს ზემოთაღნიშნული სარტყელების არსებობას.

რადიაციული სარტყლის ქვედა საზღვრის მდებარეობა დამოკიდებულია განედზე - ატლანტიკის თავზე ქვედა საზღვარი იწყება 500 კმ სიმაღლიდან, ხოლო ინდონეზიის თავზე 1300 კმ-დან.

თავი 6. ჰაერის მასები, ატმოსფერული და კლიმატური ფრონტები

6.1 ჰაერის მასები

შედარებით ერთნაირი თვისების მქონე ჰაერს, რომელიც ჰიორიზონტალური მიმართულებით ვრცელდება რამოდენიმე ათას, ხოლო ვერტიკალური მიმართულებით რამოდენიმე კილომეტრზე, ჰაერის მასა ეწოდება.

ჰაერის მასის ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია გეოგრაფიულ მდებარეობაზე, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათზე, წლის დროზე და სხვა. ჰაერის მასა მოძრაობის დროს სწრაფად იცვლის ფიზიკურ თვისებებს, ხდება მათი ტრანსფორმაცია. პირველ რიგში იცვლება ტემპერატურა, ტენიანობა და მტვრის შემცველობა.

თერმული ნიშნის მიხედვით განასხვავებენ ცივ, თბილ და ნეიტრალურ (ადგილობრივ მასებს).

ცივი ჰაერის მასა. ცივი ისეთი ჰაერის მასაა, რომელიც მოძრაობს მასთან შედარებით თბილ ქვემდებარე ზედაპირზე. ცივი ჰაერის მასის წარმოშობის კერაა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში არქტიკა და მის ახლოს მდებარე პოლარული მხარეები.

თბილი ჰაერის მასა. ეს არის ჰაერის მასა, რომელიც მოძრაობს მასთან შედარებით ცივ ქვემდებარე ზედაპირზე. თბილი ჰაერის მასის წარმოშობის კერებია ეკვატორული და ტროპიკული ზონები.

ნეიტრალური – (ადგილობრივი) ჰაერის მასები. ეს ისეთი ჰაერის მასაა, რომელიც მოცემულ რაიონში, უმნიშვნელო ცვლილებების მიუხედავად, ინარჩუნებს თავის ძირითად თვისებებს.

დედამიწის ზედაპირზე ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის პირობები ხელს უწყობს ზოგიერთ ბარიულ ცენტრებში (იქ, სადაც ჰაერის მასების მოძრაობის სიჩქარე ქვედა ფენებში ძლიერ შემცირებულია) ჰაერის მასების ფორმირებას; ასეთებია: ეკვატორული დეპრესია, სუბტროპიკული ანტიციკლონებისა და კონტინენტის ზაფხულის დეპრესიის რაიონი, ზომიერი განედების ზამთრის ანტიციკლონები და ჩრდილოეთი და სამხრეთი ნახევარსფეროების პოლარული ანტიციკლონები, ისლანდიის მინიმუმის რაიონი და სხვა. აღნიშნულ რაიონებში ჰაერის მასები ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში იძენს შესაბამის ფიზიკურ თვისებებს – ტემპერატურისა და ტენშემცველობის გარკვეულ სიდიდეს, ვერტიკალური სტრატეფიკაციის ხასიათს და სხვა.

ზემოთმოყვანილი ფორმირების რაიონების მიხედვით არჩევენ ჰაერის მასების შემდეგ გეოგრაფიულ ტიპებს: 1. არქტიკულს (ანტარქტიკულს), 2. პოლარულს, 3. ტროპიკულს და 4. ეკვატორულს. იმის მიხედვით, თუ რომელ ზედაპირზე ფორმირდებიან ჰაერის მასები, არჩევენ ზღვიურ და კონტინენტურ ჰაერის მასებს. ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის მექანიზმის მეშვეობით სხვადასხვა ტიპის ჰაერის მასები განიცდის გადაადგილებას სხვა გეოგრაფიული რაიონებისაკენ, რის გამოც იცვლება მისი თვისებები, მაგრამ ზოგიერთი ფიზიკური მახასიათებელი შეიძლება მდგრადობით ხასიათდებოდეს.

1. არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერის (აჰ) ფორმირება არქტიკის აუზში ხდება, 65 – 70° პარალელის ჩრდილოეთით, ხასიათდება დაბალი ტემპერატურით, მცირე ხვედრითი ტენიანობით და მტვრის სიმცირით. არქტიკული ჰაერი, გადაინაცვლებს რა გრენლანდიისა და ნორვეგიის გაუყინავი ზღვების ზედაპირზე, ქვედაფენებში მცირედ თბება და ტენიანდება, რის გამოც, არამდგრადი ხდება და ზღვიურ – არქტიკულ (ზაჰ) თვისებებს იღებს. კონტინენტური არქტიკული ჰაერის (კაჰ) შემოჭრა ხდება ბარენცისა და კარის გაყინული ზღვებიდან და ტაიმირის ნახევარკუნძულიდან. იგი საგრძნობლად ცივია და ტენით ღარიბი, ზამთარში ძლიერი მდგრადობით ხასიათდება და ევრაზიის კონტინენტის ზომიერ განედებზე ტრანსფორმირდება კონტინენტურ პოლარულ ჰაერის მასად (კპჰ), ზომიერ განედებზე შემოჭრილ კაჰ-ში ვითარდება ანტიციკლონები. ამ ჰაერის შემოჭრა სამხრეთ რაიონებში უმთავრესად ხდება ციკლონების ცივი ფრონტის ზურგში მძლავრი ანტიციკლონებიდან.

2. პოლარული ჰაერის მასები ფორმირების კერის მიხედვით შეიძლება იყოს ზღვიური და კონტინენტური წარმოშობის. დასავლეთ ევროპაში, ზღვიური პოლარული ჰაერის (ზპჰ) ფორმირება ზომიერ განედებსა და ოკეანეებზე მიმდინარეობს, კერძოდ დასავლეთიდან ატლანტიკის ოკეანისა და ხმელთაშუა ზღვის გავლით, სამხრეთიდან – შავი ზღვის გავლით. ზამთარსა და ზაფხულში ატლანტიკიდან წამოსული ჰაერი არამდგრად სტრატეფიცირებულ მასას წარმოადგენს. იგი იწვევს არამდგრად ამინდს. ზაფხულში ზპჰ ევროპაში წარმოდგენილია, როგორც ცივი არამდგრადი მასა.

კონტინენტური პოლარული ჰაერი (კპჰ) ფორმირდება ევრაზიის კონტინენტზე არსებული სხვადასხვა ჰაერის მასების ძირითადი თვისებების ტრანსფორმაციის შედეგად. ჰაერის მასების ფორმირება ძირითადად მიმდინარეობს ზპჰ, კაჰ და ზაჰ ხარჯზე. ფიზიკური პროცესების ხასიათის მიხედვით ზამთარში ისინი ემსგავსებიან არქტიკულ ჰაერს, ხოლო ზაფხულში – კონტინენტურ ტროპიკულ ჰაერს (კტჰ).

3. ზღვის ტროპიკული ჰაერი (ზტჰ) ძირითადად წარმოიშობა სუბტროპიკული მაღალი წნევის სარტყელში, განსაკუთრებით კი ატლანტიკისა და წყნარი ოკეანეების ზედაპირზე. ჩრდილო-აღმოსავლეთის პასატები, რომლებიც მოძრაობს ანტიციკლონებიდან, წარმოადგენს ზღვის ტროპიკულ ჰაერს. ზაფხულში ხმელეთზე ისინი გვევლინებიან როგორც გრილი არამდგრადი ჰაერის მასები, ზამთარში კი როგორც მდგრადი ჰაერის მასები.

კონტინენტური ტროპიკული ჰაერი (კტჰ) ფორმირების კერაა ტროპიკული უდაბნოები და ველები. ის წარმოადგენს მშრალ, ძლიერ გადახურებულ არამდგრად მასას. აქ ღრუბლები არ წარმოიშობა, რადგან კონდენსაციის დონე მაღალია და აღმავალი დინებები კონდენსაციის დონეზე დაბლა ქრება.

4. ეკვატორული ჰაერი (ეჰ) ფორმირდება ეკვატორის ზონის თბილი ოკეანეებისა ნოტიო ტროპიკული ტყით დაფარული კონტინენტების ზედაპირზე. ეს ჰაერის მასები ტრანსფორმირებული ტროპიკული ჰაერია, რომელიც პასატების სახით გვევლინება ეკვატორზე. ეკვატორული ჰაერი გამოირჩევა მაღალი ტენიანობით და სითბოთი, თუმცა, აქ შეიძლება ტემპერატურა დაბალი იყოს ტროპიკულთან შედარებით.

6.2 ატმოსფერული და კლიმატური ფრონტები

ჰაერის მასები დედამიწის არათანაბარი გათბობის შედეგად მუდმივად მოძრაობს. ხშირად ტემპერატურათა სხვაობა დაბალ და მაღალ განედებს შორის დაახლოებით 40-450 -ია, რაც იწვევს წნევათა სხვაობას, რის შედეგადაც ხდება ჰაერის მასების გადაადგილება დაბალი განედებიდან მაღალი განედებისაკენ. ჰაერის მასები, მოძრაობის შედეგად, ფორმირების კერებიდან საკმაოდ შორს განიცდიან ტრანსფორმაციას. ხშირად, ერთი ტიპის ჰაერის მასა, თუ იგი დიდხანს დაყოვნდება, გარდაიქმნება სხვა ტიპის მასად.

სხვადასხვა ტიპის ჰაერის მასები მოძრაობის პროცესში ურთიერთშეხებაში და და განუწყვეტლივ ურთიერთქმედებაში იმყოფებიან. ისინი, მოძრაობის დროს ერთმანეთს ხვდებიან, ორი სხვადასხვა თვისების მქონე ჰაერის მასების გამყოფ ზედაპირს ფრონტალური ზედაპირი ან ატმოსფერული ფრონტი ეწოდება. ფრონტალური ზედაპირის გასწვრივ ჩვეულებრივ ხვდებიან თბილი და ცივი ჰაერის მასები, გარდამავალ ზონაში თავს იყრის ენერჯის დიდი რაოდენობა, ამიტომ, აქ ატმოსფერული პროცესები აქტიურდება. ადგილი, სადაც ფრონტალური ზედაპირი ეყრდნობა დედამიწას, ფრონტის ხაზი ეწოდება. ფრონტალური ზედაპირი დედამიწის ზედაპირთან ყოველთვის დახრილია ცივი ჰაერისაკენ ისე, რომ ცივი ჰაერი ფრონტალური ზედაპირის ქვემოთაა მოქცეული, ხოლო თბილი ზემოთ.

ფრონტალური ზედაპირის სიგანე მიწისპირა ფენებში ერთეულიდან რამოდენიმე ათეულ კილომეტრამდეა, სიმაღლე კი 10-11 კმ-მდე აღწევს, ხშირად იგი ტროპოპაუზამდე აღის. იმის მიხედვით, თუ ორ ჰაერის მასას შორის რომელი უფრო აქტიურია, ფრონტი იქნება თბილი ან ცივი.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ჰაერის მასები მოძრაობის დროს ერთმანეთს ხვდებიან და მათი შეხვედრის ადგილზე ფრონტი ჩნდება. ეს ფრონტები ერთი მთლიანი ხაზით არ არის წარმოდგენილი, არამედ არსებობს ფრონტალური ზონები, რომლებიც ჩნდება, ვითარდება, ძლიერდება და იშლება. ამ ფრონტებს კლიმატური (მთავარი) ფრონტი ეწოდება. მათი განლაგება მჭიდრო კავშირშია ატმოსფეროს მოქმედების კლიმატოლოგიურ ცენტრებთან - ციკლონებისა (დაბალი წნევის არე) და ანტიციკლონების (მაღალი წნევის არე) განლაგებასთან და მათთან დაკავშირებულ ჰაერის დინებებთან.

ცნობილია შემდეგი სახის კლიმატური ფრონტები: ა) არქტიკული (ანტარქტიკული), ბ) პოლარული და გ) ტროპიკული.

ა) არქტიკული (ანტარქტიკული) ატმოსფერული ფრონტი (აფ) არქტიკული და პოლარული ჰაერის მასების გამყოფი ზედაპირია. ის ორი შტოთია წარმოდგენილი. არქტიკულ ფრონტზე ხშირად იქმნება პირობები ციკლონების წარმოშობისათვის, რაც თავისი გადაადგილების პროცესში იწვევს არქტიკული ჰაერის მასების სამხრეთ რაიონებში შემოჭრას.

ბ) პოლარული ფრონტი, არქტიკულის მსგავსად, დედამიწის გარშემო ერთ მთლიან სარტყელს არ ქმნის, ის წარმოქმნილია ცალკეული განშტოებებით. ეს ფრონტი გამოყოფს პოლარულ ჰაერს ტროპიკულისაგან. იგი წლის ცალკეულ სეზონებში მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის: ზამთარში ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ვრცელდება ატლანტიკის ოკეანეზე - ფლორიდიდან ლა-მანშამდე, წყნარ ოკეანეზე - ფილიპინების კუნძულებიდან კანადის დასავლეთ სანაპირომდე, ხმელთაშუა ზღვაზე და ირანის, ავღანეთისა და ტიბეტის ზეგნებზე.

ზაფხულში პოლარული ფრონტი ჩრდილოეთით გადაადგილდება და იგი 40-600 განედებს შორის გაუყვება. აღნიშნულ ფრონტებზე ვითარდება ინტენსიური ციკლონური პროცესები, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ზომიერი განედების ამინდისა და კლიმატის ფორმირებისას.

სამხრეთ ნახევარსფეროში პოლარული ფრონტი ზაფხულში ძირითადად განლაგებულია ოკეანეთა ზედაპირზე, მაგრამ ზამთარში ისინი სამხრეთით გადაინაცვლებენ და უახლოვდებიან ავსტრალიის, აფრიკისა სამხრეთ ამერიკის სამხრეთ სანაპიროებს.

გ) ტროპიკული ფრონტი (ტფ) ტროპიკული და ეკვატორული ჰაერის მასების გამყოფი ზედაპირია. აღნიშნული მასების გადატანა ორივე ნახევარსფეროს პასატური დინების მეშვეობით ხდება.

ტროპიკული ფრონტი ზამთარშიც და ზაფხულშიც თითქმის უწყვეტ ზოლად უვლის დედამიწას. ზამთარში იგი უმეტესად სამხრეთ ნახევარსფეროშია წარმოდგენილი, ზაფხულში - მთლიანად ჩრდილოეთში. ზაფხულში ტროპიკული ფრონტი აზიაში ჰიმალაის ქედის თხემამდე გადაადგილდება. ეს გამოწვეულია კონტინენტის ძლიერი გადახურებით. იმ ტერიტორიას, რომელიც მოთავსებულია ტროპიკული ფრონტის ზამთრისა და ზაფხულის მდებარეობას შორის, ეკვატორული მუსონების ზონას უწოდებენ. ტროპიკულ ფრონტზე ვითარდება ინტენსიური ციკლონური პროცესები.

თავი 7. სითბოს მიმოქცევა ატმოსფეროში

7.1 მზის რადიაცია, მისი განაწილება დედამიწის ზედაპირზე

მზე დედამიწასთან ყველაზე ახლოს მდებარე ვარსკვლავია. ის დამორებულია დედამიწის ზედაპირიდან 149 450000 კმ-ით. იგი დედამიწაზე არსებული ყველა ენერჯის წყაროა და ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებისა და მოვლენების ძირითადი ფაქტორი. მზიდან დედამიწა იღებს მთელი გამოსხივებული ენერჯის ერთმეოლიარდედ ნაწილს, რომელიც ტოლია $2.5 \cdot 10^{18}$ კვად/სმ²/წთ. ეს ენერჯია სრულიად საკმარისია იმისათვის, რომ ატმოსფეროში და დედამიწაზე მიმდინარეობდეს ყველა ის ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომლებსაც ადგილი აქვს რეალურ სინამდვილეში. მასთან შედარებით უმნიშვნელოა ვარსკვლავებიდან, მიწის წიაღიდან და მთვარიდან მიღებული ენერჯია. მზე ენერჯიას გამოასხივებს ელექტრომაგნიტური ტალღების სახით, რომელსაც მზის რადიაციას უწოდებენ. იგი ხასიათდება რთული სპექტრალური შემადგენლობით რომელიც მოიცავს როგორც ხილულ ნაწილს, ასევე გამა გამოსხივებას, რენტგენის სხივებს, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ სხივებს და რადიოტალღებს. სხივური ტალღები ატმოსფეროს ზედა საზღვრიდან დედამიწის ზედაპირამდე განიცდის არსებით ცვლილებას. ვინაიდან დედამიწა მზიდან დიდი მანძილით არის დამორებული, დედამიწაზე მოხვედრილი ყველა სხივი შეიძლება ერთმანეთის პარალელურად ჩავთვალოთ. ამ სხივურ ნაკადს პირდაპირი რადიაცია ეწოდება. სხივების ნაწილი, რომელიც ატმოსფეროს შემადგენელი გაზების მოლეკულებისა და აეროზოლების ნაწილაკების მიერ განიბნევა, დედამიწაზე ხვდება ელექტრომაგნიტური ტალღების სახით და მას გაბნეული რადიაცია ეწოდება. პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის ჯამი - ჯამური რადიაცია მზის სხივური ენერჯიის დიდი ნაწილია.

დედამიწაზე მოხვედრილი მზის რადიაციის დიდი ნაწილი ზედაპირის მიერ შთანთქმება და ათბობს მას, ნაწილი კი აირეკლება. ატმოსფეროც შთანთქავს რადიაციას, მაგრამ შედარებით ნაკლებად. რადიაციის იმ ნაწილს, რომელიც დედამიწის ზედაპირისა და ატმოსფეროს მიერ აირეკლება არეკვლილი რადიაცია ეწოდება.

ყოველი სხეული, რომლის ტემპერატურა აბსოლუტურ ნულზე მეტია, თავის მხრივ, გამოასხივებს გრძელტალღიან რადიაციას, რომელსაც ტემპერატურული რადიაცია ეწოდება. დედამიწის გამოსხივებას თითქმის მთლიანად შთანთქავს ატმოსფერო, რომელიც, ასევე გამოასხივებს გრძელტალღოვან რადიაციას, რომლის ნაწილი მიმართულია დედამიწისაკენ და მას შემხვედრ გამოასხივებას უწოდებენ, ხოლო დანარჩენი კოსმოსისაკენ არის მიმართული და ამიტომ იგი “გადენილი” გამოასხივების სახელწოდებითაა ცნობილი. დედამიწისა და ატმოსფეროს მიერ გამოსხივებული რადიაცია, მზის მოკლეტალღოვანი რადიაციის მსგავსად, ატმოსფეროს მიერ შთანთქმება და აირეკლება. მზე ატმოსფეროში გამოასხივებს აგრეთვე კორპუსკულარულ რადიაციას, რომელიც წარმოადგენს ელექტრულად დამუხტულ ნივთიერებათა ნაწილაკების ნაკადს, რომელთა სიჩქარე ($V = 400 \div 3000$ კმ/წმ) გაცილებით ნაკლებია სინათლის სიჩქარეზე. ეს ნაკადი თითქმის მთლიანად შთანთქმება ატმოსფეროში 100 კმ-ზე უფრო მეტ სიმაღლეზე და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს იქ მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებზე.

მზეს, მისი გიგანტური მასის გამო, გააჩნია უდიდესი მიზიდულობის ძალა და, ამავე დროს, მცირე საშუალო სიმკვრივე.

მზე გამოასხივებს არა მარტო ელექტრომაგნიტურ ტალღებს, არამედ მისგან მუდმივად მოედინება პლაზმური ნაკადი, რომელსაც “მზის ქარს” უწოდებენ. იგი ძირითადად პროტონებისა და

ელექტრონებისაგან შედგება. მათი სიჩქარე კოლოსალურია და 165 კმ/წმ-დან 850 კმ/წმ-მდე იცვლება (ზებგერითი სიჩქარე). ეს კოლოსალური ენერჯის მქონე ნაწილაკები დედამიწის მაგნიტოსფეროს არსებობის გარეშე გაანადგურებდნენ სიცოცხლეს დედამიწის ზედაპირზე.

7.2 ალბედო, დედამიწის რადიაცია.

დედამიწაზე მოსული ჯამური რადიაციის დიდი ნაწილი შთაინთქმება დედამიწის ზედაპირისა და წყლის მიერ და გარდაიქმნება სითბოთ, ხოლო ნაწილი აირეკლება დედამიწის ზედაპირის მიერ. არეკვლის სიდიდე დამოკიდებულია ზედაპირის თავისებურებებზე (ფერი, ტენი). სხვადასხვა ზედაპირების არეკვლის სიდიდეს განსაზღვრავენ სიდიდით, რომელსაც ალბედო ეწოდება. ალბედო არეკვლილი რადიაციის შეფარდებაა ჯამურ რადიაციასთან, რომელიც ეცემა მოცემულ ზედაპირზე და გამოსახულია პროცენტებში. ე.ი. ალბედო არის სიდიდე, რომელიც გვიჩვენებს თუ სხვადასხვა ზედაპირის მიერ მიღებული ჯამური რადიაციის რა ნაწილი აირეკლება მისი ზედაპირიდან.

ალბედოს სიდიდეზე დიდ გავლენას ახდენს ზედაპირის ფერი და ტენიანობა. რაც უფრო თეთრია ზედაპირი, მით უფრო მეტი ინტენსიურობით ხდება მისგან სხივების არეკვლა, ე.ი. მეტია ალბედოც. მაგ. ახლადმოსული თოვლის ალბედო 85-95%-ია. ტენიანი ნიადაგის ალბედო ორჯერ ნაკლებია მშრალი ნიადაგის ალბედოზე. წყლის ზედაპირის ალბედო უფრო ნაკლებია, ვიდრე ხმელეთის. მზის სიმაღლის შემცირებასთან ერთად ალბედო იზრდება. მისი საშუალო მნიშვნელობა ეკვატორულ ზონაში 0.6%-ს, ხოლო მაღალ განედებზე (60-70°) - 15-20%-ს აღწევს. ეს იმით აიხსნება, რომ მზის სხივები აღწევენ წყლის ზედაფენებს, აქ განიბნევიან და შთაინთქმებიან. გარდა ამისა, დიდი როლი ენიჭება წყლის გამჭვირვალობასაც. რაც უფრო მღვრიეა წყალი, მით უფრო მეტად მატულობს მისი ალბედო. ბუნებრივი ზედაპირის ალბედო დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე და განაპირობებს მის დღე-ღამურ მსვლელობას. ალბედოს მინიმუმს ადგილი აქვს შუადღისას. სხვადასხვა რაიონში დედამიწის ზედაპირის ხასიათის ცვლილება იწვევს ალბედოს ცვლილებას. ზომიერ და მაღალ განედებზე, წლის თბილი პერიოდიდან ცივისაკენ, ალბედო მატულობს.

ღრუბლების ალბედოს სიდიდე ძირითადად ღრუბლების ვერტიკალურ სიმძლავრესა და ფორმაზეა დამოკიდებული. ღრუბლების სიჩქარის მატება ალბედოს ზრდას იწვევს.

დედამიწის, როგორც პლანეტის ალბედო საშუალოდ 40%-ს შეადგენს. ამ სიდიდეში ძირითადი წვლილი ღრუბლებს შეაქვთ (75%). დედამიწის ზედაპირის საშუალო ალბედო (ღრუბლების გარეშე) 16%-ია.

7.3 დედამიწის ზედაპირისა და ატმოსფეროს რადიაციული ბალანსი

დედამიწის ზედაპირის მიერ შთაინთქმულ ჯამურ რადიაციასა და ეფექტურ გამოსხივებას შორის სხვაობას რადიაციული ბალანსი ეწოდება. ე.ი. რადიაციული ბალანსი წარმოადგენს სხივური ენერჯის ფაქტიურ შემოსავალს ან გასავალს. ამიტომ იგი დედამიწის ზედაპირის გათბობა-აცივების ძირითად ფაქტორადაა მიჩნეული.

დედამიწის რადიაციული ბალანსი არის მნიშვნელოვანი კლიმატური ფაქტორი. იგი არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგისა და ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ტემპერატურის განაწილებაზე, აორთქლებაზე, თოვლის დნობის პროცესებზე, ნისლისა და წაყინვების წარმოქმნაზე, ჰარის მასების ტრანსფორმაციაზე და სხვა.

რადიაციული ბალანსი განსხვავდება განედების მიხედვით. წლისა და დღე-ღამის განმავლობაში, ამინდის პირობების მიხედვით და ა.შ. დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ბალანსი დღისით დადებითია, ე.ი. რადიაციის შემოსავალი ჭარბობს გასავალს, ღამით - პირიქით, ბალანსი უარყოფითია და რიცხობრივად ეფექტური გამოსხივების ტოლია.

პოლარულ რაიონებში მაღალმთიან ზონაში რადიაციული ბალანსი დადებითია მხოლოდ ზაფხულის თვეებში. წლიური რადიაციული ბალანსი, დედამიწის ზედაპირზე, გრენლანდიისა და ანტარქტიდის გარდა ყველგან დადებითია.

ორივე ნახევარსფეროს 60°-იანი პარალელების გასწვრივ რადიაციული ბალანსის საშუალო წლიური სიდიდე 20-30 კკალ/სმ² ტოლია. აქედან დაწყებული, მაღალი განედებისაკენ იგი მცირდება და

ანტარქტიდაზე უკვე უარყოფითია -5 დან -10 კკალ/სმ²-მდე. დაბალი განედებისაკენ იგი მატულობს ორივე ნახევარსფეროს 40⁰-იან პარალელამდე 60 კკალ/სმ² აღემატება, ხოლო 20⁰-იან განედებს შორის 100 კკალ/სმ² ჭარბობს. რადიაციული ბალანსის დიდი მნიშვნელობები ცხელი ოკეანეების აკვატორიებშია, კერძოდ არაბეთის ზღვის ჩრდილოეთ ნაწილში და ბენგალიის ყურეში.

რადიაციული ბალანსის სიდიდეები ზღვებზე უფრო მეტია, ვიდრე ხმელეთზე. სხვაობა შეიძლება 20 კკალ/სმ²-ზე მეტი იყოს. მისი სიდიდეები შემცირებულია მუსონურ რაიონებში ზაფხულში, დიდი ღრუბლიანობის გამო, მცირეა აგრეთვე უდაბნოებში, რაც დიდი ეფექტური გამოსხივებით აიხსნება.

დეკემბერში, ჩრდილო ნახევარსფეროს მნიშვნელოვან ნაწილში, რადიაციული ბალანსი უარყოფითია. ნულოვანი იზოხაზი გადის 40⁰-იანი განედის ოდნავ სამხრეთით. ამ განედის ჩრდილოეთით ბალანსი უარყოფითია და არქტიკაში 4 კკალ/სმ² დაბალია. 40⁰ განედის სამხრეთით ბალანსი მატულობს და ტროპიკებზე 10-14 კკალ/სმ² ტოლია. უფრო სამხრეთით იგი მცირდება და ანტარქტიდის სანაპიროებზე 4-5 კკალ/სმ² უახლოვდება.

ივნისში ჩრდილო ნახევარსფეროში რადიაციული ბალანსი თითქმის ყველგან დადებითია. 60-65⁰ განედზე 8 კკალ/სმ²-ზე მეტია, ეკვატორისაკენ მცირედ მატულობს და ტროპიკებში 12-14 კკალ/სმ² აღემატება. არაბეთის ჩრდილოეთ ნაწილში 16 კკალ/სმ² ჭარბობს. დადებითი ბალანსი არის სამხრეთ განედის 40⁰ -მდე, შემდეგ უარყოფითი ხდება და ანტარქტიდის ნაპირებთან -1 - -2 კკალ/სმ² შეადგენს. საქართველოში წლიური რადიაციული ბალანსი 59.5 კკალ/სმ² (სოხუმი) - 25.3 კკალ/სმ² (მაღალმთიანი ყაზბეგი) შორის მერყეობს.

7.4 ატმოსფეროს სითბური რეჟიმი

ატმოსფეროში ტემპერატურის განაწილებას და მის განუწყვეტლივ ცვალებადობას ატმოსფეროს სითბური რეჟიმი ეწოდება. ატმოსფერო მზის სხივებით მცირედ (0.5⁰C) თბება. ატმოსფერო, ძირითადად სითბოს იღებს წყლის და დედამიწის ზედაპირის გათბობის და შემდგომი სითბოს გამოსხივების შედეგად. ატმოსფეროს სითბური რეჟიმი განისაზღვრება, ძირითადად, დედამიწასა და ატმოსფეროს შორის სითბოს ცვლის პროცესით.

დედამიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროში სითბოს გადატანაში ძირითად როლს თამაშობს შემდეგი პროცესები: ა) სითბოს კონვექციური და ტურბულენტური გაცვლა; ბ) რადიაციის გამოსხივება და შთანთქმა (სითბოს სხივური გაცვლა); გ) წყლის ფაზური გარდაქმნა (ორთქლის კონდენსაცია და სუბლიმაცია, წყლის აორთქლება და გაყინვა); დ) სითბოს მოლეკულური გაცვლა, ტემპერატურის არაპერიოდული ცვლილება - ადვექციური ცვლილება, რომელიც ჰაერის მასის ჰორიზონტალური გადატანით (ადვექციითაა) განპირობებული.

ატმოსფეროს შიგნით ტემპერატურის ცვლილება უმთავრესად ხდება ჰაერის ვერტიკალური გადაადგილების შედეგად - თერმული კონვექციის მეშვეობით. კონვექცია ვითარდება დღისით დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ძლიერი გათბობის შედეგად. წარმოშობა აღმავალი და დაღმავალი ნაკადები, რაც იწვევს ჰაერის შერევას და სითბოს გაცვლას ვერტიკალური მიმართულებით.

ატმოსფეროში სითბოს გადაცემის მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტორია ტურბულენტობა. ტურბულენტობა დედამიწის ზედაპირთან ჰაერის ხახუნისა და ზედაპირის არათანაბარი გათბობის შედეგია, რასაც ხელს უწყობს დედამიწის ზედაპირის არაერთგვაროვნება. ტურბულენტობის გზით ჰაერის ვერტიკალური გაცვლა დღეღამის განმავლობაში ხდება. დღისით, როდესაც ქარის სიჩქარე იზრდება, მატულობს ტურბულენტობაც და თერმული კონვექციის გაძლიერება სითბოს ქვემოდან ზემოთ ჰაერის ინტენსიურ გაცვლას იწვევს. ღამით ქარის სიჩქარის ძლიერი შესუსტების გამო ტურბულენტობაც სუსტდება, ხოლო თერმული კონვექცია წყდება და სითბოს ნაკადი ზემოდან ქვემოთაა მიმართული.

დიდია აორთქლების და წყლის ორთქლის კონდენსაციის (სუბლიმაცია) გავლენა ატმოსფეროს სითბურ რეჟიმზე, ვინაიდან აორთქლებაზე იხარჯება სითბო, რომელიც ორთქლადქცევის ფარულ სითბოში გადადის, ხოლო კონდენსაციის შედეგად გამოყოფილი სითბო იხარჯება ჰაერის გათბობაზე.

ატმოსფეროს ტემპერატურულ ცვლილებებზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ტიპის ჰაერის მასების შემოჭრა (ადვექცია), რაც იწვევს ტემპერატურის არაპერიოდულ ცვლილებას. ეს მოვლენა კარგადაა გამოხატული ზომიერ და მაღალ განედებში, ხოლო შედარებით სუსტად - ტროპიკულ განედებში.

§ 7.5. დედამიწის ზედაპირის სითბური რეჟიმი

დედამიწა სითბოს ღებულობს მზის ენერგიის (მოკლელტალღოვანი რადიაცია) შთანთქმის გზით და კარგავს საკუთარი (მეორადი) გამოსხივებით (გრძელტალღოვანი რადიაცია). დედამიწაც და ატმოსფეროც, რამდენ ენერგიასაც იღებენ, იმდენივეს კარგავენ, ე.ი. იმყოფებიან სითბურ წონასწორობაში.

დედამიწის ზედაპირის სითბური რეჟიმი დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე:

1. მანძილზე დედამიწასა და მზეს შორის. იგი მზესთან ახლოსაა იანვრის დასაწყისში, ხოლო ყველაზე შორს ივლისის დასაწყისში. ამ ორ მდებარეობას შორის სხვაობა 5 მლნ. კილომეტრია, რის გამოც, დედამიწა იანვარში იღებს 3.4%-ით მეტ რადიაციას, ხოლო ივლისში 3.5%-ით ნაკლებს.
2. დედამიწის ზედაპირის მიმართ მზის სხივების დაცემის კუთხეზე, რაც დამოკიდებულია გეოგრაფიულ განედზე, მზის სიმაღლეზე ჰორიზონტის მიმართ, რომელიც განიცდის ცვლილებას დღე-ღამისა და სეზონების მიხედვით, რელიეფის ფორმაზე და სხვა. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის სხივების დაცემის კუთხის ცვლილებასთან ერთად იცვლება მიღებული რადიაციის ინტენსიობა;
3. მზის რადიაციის ცვლილებაზე ატმოსფეროში გავლის შედეგად, რაც დამოკიდებულია ატმოსფეროს გამჭვირვალობაზე, ღრუბლიანობაზე და სხვა. ატმოსფეროში მზის სხივები მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდიან. ამიტომ, ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე მოსული მზის ენერგიის 43% ეცემა დედამიწის ზედაპირზე, რომლის ნაწილიც შთანთქმება, გადაიქცევა სითბურ ენერგიად და ათბობს დედამიწას, ხოლო ნაწილი აირეკლება და ბრუნდება უკან. ატმოსფეროს მიერ გაბნეული რადიაციის ერთი ნაწილი ეცემა დედამიწას, რომლის მნიშვნელოვან ნაწილსაც იგი შთანთქავს და ასევე ირეკლავს, ხოლო მეორე ნაწილი გაიბნევა კოსმოსურ სივრცეში. ამგვარად, დედამიწა მზის სხიურ ენერგიას იღებს პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის გზით.

დედამიწის ზედაპირზე სითბოს განაწილების თვალსაზრისით გამოყოფენ სითბურ სარტყლებს, რომლის საზღვრებად მიღებულია არა ასტრონომიული ხაზები (ტროპიკები და პოლარული წრეები), არამედ იზოთერმები. ამ პრინციპით დედამიწაზე გამოყოფილია შვიდი სითბური სარტყელი:

1. თბილი, ანუ ცხელი სარტყელი, რომელიც თითოეულ ნახევარსფეროში შემოსაზღვრულია $+20^{\circ}$ იზოთერმით. ეს იზოთერმა გაივლის ჩრდილოეთით და სამხრეთით 30° პარალელის მახლობლად;
- 2-3. ორი ზომიერი სარტყელი, რომელიც ორივე ნახევარსფეროში მდებარეობენ $+20^{\circ}$ წლიურ იზოთერმასა და $+10^{\circ}$ უთბილესი თვის (შესაბამისად, ივლისისა და იანვრის) იზოთერმებს შორის;
- 4-5. ორივე ცივი სარტყელი, რომელის ორივე ნახევარსფეროში მოთავსებულია $+10^{\circ}$ და 0° უთბილესი თვის იზოთერმებს შორის;
- 6-7. ორი მარადი ყინვის არე, რომლებშიც უთბილესი თვის საშუალო ტემპერატურა 0° -ზე დაბალია. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ეს მოიცავს გრენლანდიის შიდა ნაწილს და შესამლებელია, პოლუსის მახლობელ არეებსაც. სამხრეთ ნახევარსფეროში ეს არე მთლიანად 600 პარალელს სამხრეთით მდებარეობს.

დედამიწის ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურის სხვადასხვაობა განპირობებულია განედით, ჰაერის მოძრაობით, ხმელეთისა და წყლის არათანაბარი გათბობით, ზღვის დონიდან სიმაღლით, ოკეანური დინებითა და სხვა.

ჰაერის ტემპერატურა ეკვატორიდან მაღალი განედებისაკენ თანდათანობით მცირდება, რაც უფრო გამოხატულია ზამთარში, ვიდრე ზაფხულში. ასევე, ტემპერატურა ხმელეთზე უფრო სწრაფად მცირდება, ვიდრე ოკეანეზე.

წლის განმავლობაში ჰაერის ტემპერატურა ყველაზე მაღალია არა ეკვატორის, არამედ ჩრდილო განედის 10° -იანი პარალელის გასწვრივ, ამიტომ მას თერმულ ეკვატორს უწოდებენ. ამის მიზეზია ის, რომ ეკვატორის გასწვრივ დიდი ფართობი უკავია ტროპიკულ ტყეებს, რაც ხელს უშლის ნიადაგისა და ჰაერის ძლიერ გადახურებას და ასევე, აქ ხმელეთს უფრო ნაკლები ადგილი უკავია, ვიდრე წყალს.

ეკვატორულ ზონაში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა $24-28^{\circ}\text{C}$ -ია. მაღალი განედებისაკენ ტემპერატურის შემცირებასთან ერთად მატულობს მისი სეზონური მერყეობა. თერმულ ეკვატორზე ჰაერის საშუალო

წლიური ტემპერატურა 27°C -ია, რაც გამოწვეულია მცირე ღრუბლიანობის გამო ხმელეთის ძლიერი გადახურებით და ატმოსფერული ნალექების სიმცირით.

ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ ტემპერატურა საშუალოდ 0.5°-0.6°-ით მცირდება განედის ყოველ გრადუსზე. ტემპერატურის შემცირება ყველგან ერთნაირი არ არის. ზომიერ განედებში მეტია, ტროპიკულში და მაღალ განედებში - ნაკლები.

დედამიწის ზედაპირზე ყველაზე ცხელი ადგილი მდებარეობს აღმოსავლეთ აფრიკაში (ლუ, სომალი), სადაც საშუალო წლიური ტემპერატურა 31°-ია. მასაუაში (ეთიოპია) +30°. საჰარაში, ივლისის თვეში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 40°C -ს აღემატება.

დედამიწის ზედაპირზე ყველაზე დაბალი ტემპერატურით კი გამოირჩევა ანტარქტიდა და არქტიკა, სადაც ზღვის დონიდან 3000მ სიმაღლეზე საშუალო წლიური ტემპერატურა -50 - 55°C ტოლია.

დედამიწის ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი სამხრეთ კალიფორნიაშია (სიკვდილის ველი), მექსიკაში 57-58°C . აბსოლუტური მინიმუმი აჩვენა სადგურმა “ვოსტოკმა” (ს.გ. 78°, ზღვის დონიდან 3488 მ), -89.2°C . (ოიმიაკონი).

თავი 8. ტენის მიმოქცევა ატმოსფეროში

8.1. ტენის მიმოქცევა ანუ წყლის ბრუნვა დედამიწაზე

დედამიწის ატმოსფერო წყლის ორთქლის სახით შეიცავს მსოფლიო მარაგის 0.001%-ს. იგი განუწყვეტლივ ხვდება ატმოსფეროში აორთქლების გზით. ზღვებისა და ოკეანეების, წყალსაცავების, ნიადაგისა და მცენარეების (ტრანსპირაცია), თოვლისა და ყინულის ზედაპირებიდან. ატმოსფეროში ხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია, რის შედეგადაც წარმოიშობა ღრუბლები, ნისლი და სხვა.

მ.ღვოვიჩის გაანგარიშებით ზღვებიდან და ოკეანეებიდან წლის განმავლობაში ორთქლდება 448 ათასი კმ³, ხმელეთის ზედაპირიდან - 71 ათასი კმ³ წყალი. შესაბამისად ნალექი მოდის 412 და 107 ათასი კმ³. ე.ი კონტინენტის ზედაპირზე მოსული ნალექების საშუალო რაოდენობა ჭარბობს აორთქლების რაოდენობას, რომელიც მდინარისა და მიწისქვეშა ჩომონადენის სახით სახით უბრუნდება ოკეანეს. ოკეანეებზე აორთქლება ჭარბობს მოსული ნალექების, ხოლო ეს დანაკლისი კომპენსირდება ხმელეთიდან ჩამონადენი წყლებით. ე.ი. კონტინენტები ორთქლის ძირითად ნაწილს ლეგულობენ ოკეანეებიდან ოკეანეებიდან აორთქლებული წყლის სახით, რომელიც ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების მეშვეობით გადაიტანება ხმელეთის მიმართულებით.

8.2. აორთქლება და აორთქლებადობა.

აორთქლების პროცესს ახასიათებენ ინტენსიობით, რასაც ანგარიშობენ 1 სმ² ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის რაოდენობით განსაზღვრულ დროში. აორთქლების ერთეულად გამოიყენება კგ/მ²წმ, გ/სმ²წმ. ხშირად აორთქლებული წყლის რაოდენობას გამოსახავენ მმ-ში.

აორთქლების სიდიდე დამოკიდებულია დედამიწის ზედაპირის ტემპერატურაზე, სინოტივის დეფიციტზე, ქარის სიჩქარეზე, წნევაზე, წყლის ტემპერატურაზე და მარილიანობაზე. რაც უფრო მეტია სინოტივის დეფიციტი, ე.ი. მშრალია ჰაერი, მით უფრო მატულობს აორთქლების სიჩქარე. ქარი ზრდის აორთქლებას, ვინაიდან ძლიერი ქარის დროს მატულობს ტურბულენტური შერევა.

აორთქლების სიჩქარე დამოკიდებულია წყალსაცავების სიღრმეზე. რაც უფრო ღრმაა წყალსაცავი, მით უფრო ნაკლებად აორთქლდება წყალი.

წყლის ან ტენიანი ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლებას აორთქლებადობა (შესაძლო აორთქლება) ეწოდება. იგი მიმდინარეობს განუწყვეტლივ, რადგან წყლის მარაგი შემოსაზღვრული (ლიმიტირებული) არ არის. ჩვეულებრივ, ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდე ნაკლებია აორთქლებადობაზე, რადგან მშრალ პერიოდში ნიადაგი შრება და აორთქლების პროცესი სუსტდება ან შეიძლება შეწყდეს. ჭარბი სინოტივის (ხმელეთზე) დროს აორთქლება ახლოსაა აორთქლებადობასთან, ხოლო ოკეანეებისათვის - თანაბარი. გვაღვიან რაიონებში აორთქლება მნიშვნელოვნად მცირეა

აორთქლებადობასთან შედარებით. მაგალითად, შუა აზიაში, ტაშკენტის მიდამოებში, აორთქლებადობის წლიური ჯამი 1300 მმ-ს აღწევს მაშინ, როდესაც ფაქტობრივად აორთქლება აქ დაახლოებით 200 მმ-ია.

ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება, გარდა მეტეოოლოგიური პირობებისა, დამოკიდებულია ნიადაგის სინოტივეზე, მის სტრუქტურასა და მექანიკურ შემადგენლობაზე, რელიეფზე, მცენარეულ საფარზე, გრუნტის წყლის მდგომარეობაზე, ნიადაგის ფერზე. აორთქლებაზე დიდ გავლენას ახდენს რელიეფის ფორმა და სინათლის ექსპოზიცია. აორთქლება მეტია ქედებზე, ვიდრე ქვაბულში, რადგან ჰაერის ცირკულაცია აქ შესუსტებულია. სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობზე აორთქლება უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ჩრდილოეთის ექსპოზიციის ფერდობზე, რადგან ეს უკანასკნელი ნაკლებად თბება.

აორთქლების სიჩქარე თოვლის ზედაპირიდან უფრო ნაკლებია, ვიდრე ყინულის ზედაპირიდან, რადგან თოვლის ზედაპირული ტემპერატურა უფრო დაბალია და იგი ხასიათდება სხვების დიდი არეკვლის უნარიანობით და მცირე სითბოგამტარობით.

აორთქლების სიდიდე მკვეთრად მცირდება განედის მატებასთან ერთად. მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ტროპიკულ ზონაში აორთქლება უფრო მეტია ეკვატორულ ზონასთან შედარებით. ოკეანეების ზედაპირიდან აორთქლება მნიშვნელოვნად მეტია ხმელეთთან შედარებით. მსოფლიო ოკეანის მნიშვნელოვან ნაწილში, დაბალ და საშუალო განედებზე, აორთქლება იცვლება 600 მმ-დან 2500 მმ-მდე, ხოლო მაქსიმუმი 3000 მმ-ს აღწევს. პოლარულ რაიონებში, მძლავრი ყინულის საფარის გამო, აორთქლება საგრძნობლად შემცირებულია.

ხმელეთზე აორთქლების სიდიდე იცვლება 100-200 მმ-დან (უდაბნოები და პოლარული რაიონები) 800-1000 მმ-მდე ნოტიო ტროპიკულ და სუბტროპიკულ რაიონებში. (სამხრეთ აზია, ავსტრალიის აღმოსავლეთი, კონგო, ინდონეზია და სხვა). ხმელეთზე აორთქლების მაქსიმალური სიდიდე დაახლოებით 1000 მმ-ის ტოლია.

აორთქლებადობა პოლარულ ოლქებში ამორთქლებელი ზედაპირის დაბალი ტემპერატურისას მცირეა. შპიცბერგენის არქიპელაგზე იგი 80 მმ-ია. ზომიერ განედებზე იგი მატულობს. მაგალითად, ინგლისში 400 მმ-ს, ხოლო ცენტრალურ ევროპაში 450 მმ აღწევს. განსაკუთრებულად დიდია აორთქლებადობა შუა აზიაში მაღალი ტემპერატურისა და დიდი სინოტივის დეფიციტის გამო. ტაშკენტში 1300 მმ-ია, ხოლო ნუკუსში 1800 მმ-ზე მეტია. მაგრამ, ერთიდაიგივე განედზე შეიმჩნევა აორთქლების სხვადასხვა სიდიდეები. ოკეანეთა თბილი დინებების რაიონში ინტენსიურ აორთქლებას ხელს უწყობს წყლის მაღალი ტემპერატურა და ჰაერის ინტენსიური ვერტიკალური გაცვლა. ცივ დინებებზე - პირიქით, აორთქლება მცირდება წყლის დაბალი ტემპერატურისა და ჰაერის მდგრადი სტრატეფიკაციის შედეგად. ცივი დინების რაიონები გამოირჩევა ხშირი და ხანგრძლივი ნისლიანობით, რომლის დროსაც აორთქლება შეიძლება სრულიად შეწყდეს. ტროპიკულ ზონაში, ოკეანეების სანაპიროზე აორთქლებადობა შედარებით ნაკლებია. იგი მკვეთრად იზრდება კონტინენტის შიდა ნაწილებში. განსაკუთრებით მაღალია უდაბნოებში. მაგალითად, ატლანტის ოკეანის სანაპიროსთან აორთქლებადობა 600-700 მმ-ია, ხოლო სანაპიროდან 500 კმ-ის დაშორებით 3000 მმ შეადგენს. არაბეთისა და კოლორდოს მშრალ ადგილებში აორთქლებადობა 300 მმ აღემატება.

ეკვატორულ სარტყელში, სადაც ტენიანობის დეფიციტი მცირეა, შედარებით ნაკლებია აორთქლებადობა (700-800 მმ წელიწადში).

8.3 ჰაერის ტენიანობა

წყლის ორთქლი ატმოსფეროში ხვდება დედამიწის ზედაპირიდან აორთქლების შედეგად და ვრცელდება ყველა მიმართულებით. ჰაერში მისი რაოდენობრივი შემცველობით აფასებენ ატმოსფეროს ტენიანობას. წყლის ორთქლი ჰაერს ატენიანებს, იგი ჰაერის ცვალებადი და მეტად მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია. მისი მოცულობითი რაოდენობა ატმოსფეროში მერყეობს 0-4%-მდე. პოლარულ რაიონებში საშუალოდ 0.2%-ია, მაგრამ თუ ტემპერატურა ძალზე დაბალია, მაშინ შეიძლება მისი შემცველობა ნულამდეც დაეცეს. ზომიერ და დაბალ განედებზე ორთქლის შემცველობა 1.5-2%-ს შორის მერყეობს.

წყლის ორთქლის გადატანა წარმოებს როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მიმართულებით. იგი განსაკუთრებით განიცდის თერმული რეჟიმის გავლენას. ტენის შემცველობის

განაწილება ემთხვევა ტემპერატურის განაწილებას. ამიტომ კლიმატურ რუკაზე ტენის იზოხაზები ახლოს არის იზოთერმების მოყვანილობასთან.

ჰაერის ტენის შემცველობა დიდია ეკვატორულ ზონაში, სადაც წყლის ორთქლის პარციალური წნევის საშუალო მრავალწლიური მაჩვენებელი 20 ჰპა-ზე მეტია, ცალკეულ შემთხვევაში კი 35 ჰპა-ია. წყლის ორთქლის რაოდენობის შესაფასებლად ძირითადად იყენებენ ჰაერის ტენიანობის შემდეგ სიდიდეებს:

1. აბსოლუტური ტენიანობა - წყლის ორთქლის ის რაოდენობაა გრამებში, რომელსაც შეიცავს ერთეული მოცულობის ჰაერი და გამოისახება გ/სმ³ და გ/მ³.
2. ფარდობითი ტენიანობა - განისაზღვრება ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის რაოდენობის შეფარდებით წყლის ორთქლის მაქსიმალურ დრეკადობასთან მოცემული ტემპერატურის პირობებში და გამოისახება პროცენტებით. ფარდობითი ტენიანობა განსაზღვრავს წყლის ორთქლით ჰაერის გაჯერების ხარისხს.
3. წყლის ორთქლის პარციალური წნევა. როგორც ყველა გაზს, წყლის ორთქლსაც გააჩნია დრეკადობა (წნევა). იგი მისი მოცულობისა და აბსოლუტური ტემპერატურის პროპორციულია და ატმოსფერული წნევის მსგავსად, გამოისახება მილიმეტრებში ან მილიბარებში. მას ჰექტოპასკალებში ზომივენ (ჰპა). 1ჰპა = 102ჰა = 1მბარი(მილიბარი).
4. ნამის წერტილი - ეწოდება იმ ტემპერატურას, რომლის დროსაც ჰაერში არსებული წყლის ორთქლი აღწევს ნაჯერ მდგომარეობას და იწყება ორთქლის კონდენსაცია, ე.ი. ორთქლი გადადის აიროვანი მდგომარეობიდან თხევად ან მყარ მდგომარეობაში.

ჰაერში ტენის შემცველობა, ტემპერატურის მსგავსად, განედების ზრდასთან ერთად მცირდება. მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ზამთარში, ტემპერატურის მსგავსად, სინოტივე ხმელეთზე უფრო შემცირებულია, ვიდრე ოკეანეებზე. ოკეანეების სანაპიროებთან, სადაც მთელი წლის განმავლობაში გაბატონებულია ჰაერის გადატანა ოკეანეებიდან (მაგალითად დასავლეთ ევროპა), ორთქლის შემცველობა ჰაერში ყოველთვის მაღალია. მუსონურ ოლქებში ტენიანობა მაღალია ზაფხულში, დაბალი - ზამთარში.

ზაფხულის განმავლობაში უდაბნოებში, მიუხედავად მაღალი ტემპერატურისა, განსაკუთრებით მცირეა ორთქლის რაოდენობა. ფაქტობრივი აორთქლება მცირეა საჰარაში, ცენტრალური და შუა აზიის უდაბნოებში.

ფარდობითი ტენიანობის დღეღამური რყევადობა, ძირითადად ტემპერატურაზეა დამოკიდებული და საწინააღმდეგო ხასიათს ატარებს. ტემპერატურის გაზრდით ფარდობითი ტენიანობა მცირდება, ხოლო შემცირებით იზრდება. ფარდობითი ტენიანობის უმცირესი მნიშვნელობა 14-15 სთ-ზე, ხოლო მაქსიმუმი დილით, მზის ამოსვლამდეა.

ფარდობითი ტენიანობის წლიური მსვლელობა ჰაერის ტემპერატურის საწინააღმდეგო ხასიათისაა. ტენის მინიმუმი წლის თბილ პერიოდშია, ხოლო მაქსიმუმი - ცივში. ფარდობითი ტენიანობის შეზღუდვებული მსვლელობა შესამჩნევია მუსონურ ჰავაში. როგორც ცნობილია, აქ ზაფხულში ოკეანიდან ნოტიო ქარები ქრის და ზრდის ტენის რაოდენობას, ხოლო ზამთარში პირიქით, ხმელეთის ქარები აშრობს ჰაერს. ფარდობითი ტენიანობა ყოველთვის მაღალია არქტიკაში (აქ მისი სიდიდე თითქმის იმდენივეა, რამდენიც ეკვატორზე). ვინაიდან არქტიკაში ჰაერის ტემპერატურა იმდენად დაბალია, რომ ეს მცირე ტენი საკმარისია ჰაერის გასაჯერებლად. მსგავსი პირობებია საშუალო და მაღალი განედების კონტინენტებს შიდა ნაწილებში ზამთარში. ფარდობითი ტენიანობა მცირეა ტროპიკულ სარტყელში, განსაკუთრებით მცირეა იგი უდაბნოებში (10-12%). ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროზე ფარდობითი ტენიანობა მეტია ვიდრე კონტინენტებს შიდა ნაწილებში.

სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ფარდობითი ტენიანობა მცირდება, მაგრამ, სეზონების მიხედვით სინოტივის ცვლილება დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ პროცესებზე. ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლის ნახევარი 1.5კმ-ზეა, ხოლო ზოგადად ტროპოსფეროში თავმოყრილია მისი 99%.

8.4 წყლის ორთქლის კონდენსაცია, ჰიდრომეტეორები.

ატმოსფეროში წყლის ორთქლის დიდი ნაწილი ხვდება ოკეანეებისა და ზღვების ზედაპირიდან. ეს განსაკუთრებით ეხება დედამიწის ტროპიკულ რაიონებს, სადაც აორთქლება აღემატება მოსული

ნალექების რაოდენობას. ნალექების რაოდენობა თითქმის ერთნაირია. მაღალ განედებში კი დედამიწის ზედაპირიდან აორთქლება და მოსული

ატმოსფეროში საშუალოდ 13 მილიარდ ტონაზე მეტი ტენია. ეს ციფრი ფაქტიურად მუდმივია, რადგან ნალექების მოსვლის შედეგად დანაკარგები დაუყოვნებლივ ივსება აორთქლების გზით.

წყლის ორთქლის თხევად მდგომარეობაში გადასვლას კონდენსაცია ეწოდება, ხოლო უშუალოდ მყარ მდგომარეობაში გადასვლას - სუბლიმაცია. ხშირად კონდენსაციაში გულისხმობენ ორივე პროცესს.

კონდენსაცია იწყება მაშინ, როდესაც ატმოსფეროში ტემპერატურის დაცემის შედეგად ჰაერი მიაღწევს ნაჯერ მდგომარეობას (ე.ი. ფარდობითი ტენიანობა 100%-ია), ხშირად კონდენსაცია 100%-მდე იწყება. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ტემპერატურა მცირდება ხოლო ფარდობითი ტენიანობა იზრდება, ჰაერი ნაჯერი ხდება და იწყება კონდენსაცია.

წყლის ორთქლის კონდენსაციისათვის ტემპერატურის დაცემა საკმარისი არ არის, საჭიროა ე.წ. კონდენსაციის გულების (ბირთვების) არსებობა. ისინი წარმოადგენენ ისეთ მყარ და თხევად ჰიგროსკოპიულ ნაწილაკებს, რომელთა გარშემოც ხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია. მათი როლის შესრულება შეუძლიათ მტვრის, კვამლის, ვულკანური ფერფლის ნაწილაკებს და სხვადასხვა სახის აეროზოლებს.

დედამიწის ზედაპირსა და მასზე განლაგებულ საგნებზე წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროდუქტებს მიწისზედა ჰიდრომეტეორებს უწოდებენ. ასეთი პროცესების პროდუქტები სხვადასხვა სახით გვევლინება. დედამიწის ზედაპირზე წარმოქმნილ ჰიდრომეტეორებს მიეკუთვნება: ნამი, თრთვილი, ჭირხლი და ლიპყინული.

ნამი თხევადი წვრილი ზომის წვეთებია, იგი წარმოიშობა ნიადაგის ზედაპირზე და განსაკუთრებით მცენარეულ საფარზე, როდესაც ტემპერატურა 00-ზე მაღალია. ნამის წარმოქმნას ხელს უწყობს ორთქლის საკმაო მარაგი მიწისპირა ფენაში, მოწმენდილი ცა და სუსტი ქარი.

წყნარ და მოწმენდილ ამინდში ღამით, დედამიწის ზედაპირი, მასზე მდებარე საგნები და მცენარეულობა ძლიერ ცივდება ეფექტური გამოსიხვების შედეგად. ასეთ ზედაპირზე ჰაერის შეხებისას ტემპერატურა ნამის წერტილამდე ეცემა ისე, რომ კონდენსაციის პროცესი უშუალოდ ზედაპირზე მიმდინარეობს. ნამის რაოდენობა ცვალებადია და მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ზომიერ განედებზე ნამის სახით ღამის გამწვანობაში გამოიყოფა 0.1-0.3 მმ, ხოლო წლის თბილ პერიოდში 10-30 მმ ფენა.

თრთვილი თეთრი ყინულის კრისტალები, რომლითაც იფარება დედამიწის ზედაპირი და სხვა საგნები, როდესაც ტემპერატურა 0⁰-ზე დაბლა ეცემა. ამ შემთხვევაში იგი წარმოიქმნება წყლის ორთქლის უშუალო სუბლიმაციის შედეგად. თრთვილის წარმოშობისა და განვითარების მეტეოროლოგიური პირობები ნამის ანალოგიურია.

ჭირხლი თეთრი, ფხვიერი და თოვლის მსგავსი ნალექი, რომელიც უმთავრესად წარმოიქმნება ღრუბლიან და ქარიან ამინდში მავთულებზე, ბალახზე, ხის ტოტებზე და ა.შ. ჭირხლი წარმოიქმნება ზომიერი ყინვების დროს (-2 - -7⁰C) ნისლის გადაციებული წვეთების სხვადასხვა სხეულთან შეხების შედეგად. მის გაჩენას ხელს უწყობს მკვრივი ნისლი და ქარი. მაღალმთიან ზონაში მარცვლოვანი ჭირხლის ზომა 1 მეტრამდე აღწევს.

ლიპყინული გამჭვირვალე ან მღვრიე ფერის მკვრივი ყინულის ფენაა, რომელიც წარმოიქმნება ყველა საგანზე ყინვის დროს წვიმის ან ჭინჭლის გადაციებული წვეთების შეყინვის შედეგად. იგი დედამიწის ზედაპირზე და სხვადასხვა სხეულებზე წარმოიქმნება ქარის მხრიდან, მუდმივი მცირე ყინვების დროს (0, -3⁰C), იშვიათ შემთხვევაში უფრო დაბალი (-10⁰C-მდე) ტემპერატურის პირობებშიც. ხშირად ლიპყინულის ფენით იფარება ქუჩები, სახლის კედლები, ელექტროგადაცემის ხაზები და სხვა.

ნისლი წარმოიქმნება როდესაც მიწისპირა ფენებში კონდენსაციისა და სუბლიმაციისათვის შეიქმნება ხელსაყრელი პირობები. ასეთი პირობები ხშირია დიდ სამრეწველო ქალაქებში. იგი ხშირად ჩნდება წყალსაცავების სანაპიროებთან. ნისლი არის მიწისპირა ფენაში წარმოქმნილი ფენა ღრუბლები, რუმლებიც უშუალოდ დედამიწის ზედაპირს ეხება.

ნისლი, ღრუბლების მსგავსად, შედგენილობის მიხედვით სამგვარია: წვეთოვანი, კრისტალური და შერეული. იგი ჩნდება მაშინ, როდესაც ფარდობითი ტენიანობა 80-95%-ს მიაღწევს. -100⁰F-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს ნისლი შერეული იქნება. -300⁰F-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს ნისლი

კრისტალური იქნება. წვეთოვანი ნისლი უმთავრესად დადებითი ტემპერატურისა და სუსტი ყინვების დროს წარმოიქმნება. ნისლის წლიური მსვლელობა დაკავშირებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული და მეტეოროლოგიური პირობების თავისებურებებთან. დედამიწის ზედაპირზე ყველაზე მეტი ნისლიანი დღეები არქტიკულ რაიონებშია (საშ. 80 დღე წელიწადში). ხშირია ნისლი ანტარქტიდაზეც. ზომიერ განედებში ნისლიანი დღეებით გამოირჩევა ნიუფაუნდლენდი, სუბტროპიკულ განედებში - სამხრეთ აფრიკა. ხშირია ნისლიანი დღეები შუა ევროპაში. ნისლიანი დღეების სიმცირით გამოირჩევა კონტინენტის შიდა ნაწილები, განსაკუთრებით უდაბნოები. ნისლიანი დღეები ცოტაა ციმბირში და კანადაში.

ვაკეებზე ნისლის მაქსიმუმი დილის საათებშია, მინიმუმი შუადღის შემდეგ. მთებში, დღე-ღამის განმავლობაში თითქმის თანაბრადაა განაწილებული. იგი, მეტ-ნაკლები სიხშირით (სეზონური თვალსაზრისით) მთელი წლის განმავლობაშია. განსაკუთრებით ხშირია - ზამთარში დედამიწის მნიშვნელოვან ნაწილში, ხოლო მინიმალურია - ზაფხულში.

საქართველოში ნისლიან დღეთა რიცხვი ტერიტორიულად საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება. დაბლობ ადგილებში საშუალოთ 10-40 დღეა. ადგილის სიმაღლის (ზღვის დონიდან) მატებასთან ერთად იგი 100 დღეს უახლოვდება, 2500-3000მ სიმაღლეზე 200-ს ჭარბობს. ამ სიმაღლის ზემოთ ნისლიანი დღეები მცირდება და მაღალმთიანი ყაზბეგის მონაცემებით იქ 104 ასეთი დღეა. საქართველოს ტერიტორიაზე ნისლიან დღეთა მაქსიმუმი აღრიცხულია ლიხის ქედის ცენტრალურ ნაწილში (მთა საბუეთი - 258 დღე).

ღრუბლები. ღრუბლების წარმოშობა წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის შედეგია. იგი შედგება ჰაერში ატენარებული უწყრილესი წვეთებისა და ყინულის კრისტალებისაგან, რომელიც ატმოსფეროში სხვადასხვა სიმაღლეზე იმყოფება.

ღრუბლების წარმოშობი პირველადი ნაწილაკი წყლის ჩანასახოვანი წვეთია, რომელიც შეიძლება გაჩნდეს დადებითი და უარყოფითი ტემპერატურის დროს, ღრუბლების წარმოქმნის ძირითადი პირობაა ქვემოდან ზემოთ (აღმავალი) მოძრავი ჰაერის ადიაბატური გაცივება, სხვადასხვა ტემპერატურის მქონე ჰაერის მასების გადაადგილება, ტენიანი მასის გაცივება და სხვა. ღრუბელი ჩნდება ნებისმიერ განედზე.

შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ სამი სახის ღრუბელს: 1. წყლიანი (წვეთოვანი); 2. ყინულოვანი (კრისტალური); 3. შერეული ღრუბელი. გარეგანი ფორმის მიხედვით განასხვავებენ 10 ძირითად ტიპს, ხოლო სიმაღლის მიხედვით - ზედა, შუა და ქვედა იარუსის და ვერტიკლური განვითარების ღრუბლებს.

არჩევენ 10 ძირითადი ფორმის ღრუბელს:

I. ზედა იარუსის ღრუბლები:

1. ფრთისებრი - Cirrus (Ci);
2. ფრთისებრი გროვა - Cirrocumulus (Cc);
3. ფრთისებრი ფენა - Cirrostratus (Cs)

ეს ღრუბლები იმყოფებიან პოლარულ განედებში 3-8 კმ, ზომიერ განედებში 6-12 კმ, ტროპიკულ განედებში 6-18 კმ სიმაღლეზე.

II. შუა იარუსის ღრუბლები:

4. მაღალგროვა - Altocumulus (Ac);
5. მაღალფენა - Altostratus (As).

ეს ღრუბლები იმყოფებიან ზომიერ განედებში 2-6 კმ, ტროპიკულ განედებში 2-8 კმ სიმაღლეზე.

III. ქვედა იარუსის ღრუბლები:

6. ფენა გროვა - Stratocumulus (Sc)
7. ფენა - Stratus (St);
8. ფენა წვიმის - Nimbostratus (Ns).

ეს ღრუბლები ყველა განედში იმყოფებიან დედამიწის ზედაპირიდან 2 კმ სიმაღლეზე.

IV. ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები:

9. გროვა - Cumulus (Cu)
10. წვიმის გროვა - Cumulonimbus (Cb).

ამ ღრუბლებს შეუძლიათ დაიკავონ სამივე იარუსი ერთდროულად.

ღრუბელი დიდ გავლენას ახდენს დედამიწაზე სითბოსა და ტენის ბრუნვაში, განათებულობაზე და სხვა. ღრუბლიანობა დედამიწაზე არათანაბრადაა განაწილებული, რასაც ძირითადად განსაზღვრავს მოცემული ადგილის გეოგრაფიული პირობები. ეკვატორულ ზონაში ღრუბლიან დღეთა რაოდენობა მნიშვნელოვანია, ჩრდილოეთით და სამხრეთით თანდათანობით კლებულობს და სუბტროპიკულ განედებში მინიმუმს აღწევს. ზომიერ და მაღალ განედებში ისევ მატულობს და 70-80°-იან განედებში მაქსიმუმია, რაც დაკავშირებულია ციკლონური მოქმედების სიხშირესთან. პოლუსებზე მოღრუბლულობა კვლავ კლებულობს, რადგან ატმოსფეროში წყლის ორთქლის რაოდენობა მცირდება, თანაც, მთელი წლის განმავლობაში აქ გაბატონებულია მაღალი წნევა. ზღვაზე და ოკეანეებზე მოღრუბლულობა უფრო მეტია, ვიდრე ხმელეთზე.

დედამიწაზე მთელი წლის განმავლობაში ყველაზე ღრუბლიანია ატლანტიკის ოკეანისა და წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთი ნაწილი, ევროპის ჩრდილოეთი და იაპონია. ზაფხულში ღრუბლიანობა მატულობს მუსონურ რაიონებში (ინდუსტანი, ინდოჩინეთი და სხვა), ყველაზე მცირე კი აფრიკაშია (ასუანის რაიონი).

ატმოსფერული ნალექები, თოვლის საფარი - მათ უდიდესი წვლილი აქვთ დედამიწის ლანდშაფტური გარსის ჩამოყალიბებაში. როგორც ცნობილია, ღრუბლები შედგება უწყვილესი ნაწილაკებისაგან (წვეთები და კრისტალები), რომლებიც ატმოსფეროს სხვადასხვა სიმაღლეზე ატივანარებულ მდგომარეობაში იმყოფებიან მანამდე, სანამ აღნიშნული ელემენტების ზოგიერთი ნაწილაკის ზრდა და დამსხვილება არ მოხდება ნალექების ზომამდე (წვეთის რადიუსი უნდა აღემატებოდეს 50-100 მმკ-ს). დამსხვილებული წყლის (ყინულის) ნაწილაკები მძიმდება, სიმძიმის ძალის გავლენით გადალახავს ჰაერის შინაგან ხახუნსა და აღმავალი დენის ძალას და დედამიწაზე გვევლინება ნალექის სახით.

ღრუბელთა ელემენტების ზრდა და დამსხვილება შეიძლება მოხდეს კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროცესებისა და იმავე ელემენტების ურთიერთშერწყმის შედეგად (კოაგულაცია), რომელიც განაპირობებს ნალექების მოსვლას. ნალექების წარმოქმნა დამოკიდებულია ოროგრაფიაზე, ღრუბლების სისქეზე და წყლიანობაზე, ვერტიკალური მოძრაობის სიჩქარეზე, ტურბულენტობაზე, ფენის ტემპერატურაზე, შეფარდებით ტენიანობაზე და სხვა.

წვეთების და კრისტალების ზრდა ძირითადად მათი შეერთების (კოაგულაციის) გზით მიმდინარეობს. როდესაც წვეთები სხვადასხვა მუხტის მატარებელია, ეს ხელს უწყობს მათ დამსხვილებას. წვეთის მოძრაობას ხელს უწყობს ტურბულენტური მოძრაობაც. დიდი ზომის წვეთებს აღმავალი ნაკადები ვეღარ აკავებენ და ისინი დედამიწაზე ეცემიან ნალექების სახით.

ნალექები, მათი წარმოშობის თვალსაზრისით, სახვადასხვა სახის არსებობს:

1. გაბმული ნალექი, ძირითადად ატმოსფერულ ფრონტებთან დაკავშირებული მაღალ ფენა და ფენა წვიმის ღრუბლებიდან გამოიყოფა, რომელიც დიდ ტერიტორიას მოიცავს. ზომიერ განედებში მოსული ნალექების დიდი ნაწილი გაბმულ ნალექთანაა დაკავშირებული.

2. თავსხმა (კოკისპირული) ნალექი დაკავშირებულია კონვექციური განვითარების წვიმის გროვა ღრუბლებთან. ნალექების ინტენსიობა დიდია, ხანგრძლივობა კი მცირე. ნალექი შეიძლება იყოს თოვლის, ხორხომელას და სეტყვის სახით.

ეკვატორულ და ტროპიკულ ზონაში ძირითადად თავსხმა ნალექები მოდის.

3. წვიმა - თხევადი ნალექია. თავსხმა ნალექის დროს წვეთი უფრო მსხვილია, ვიდრე გაბმული წვიმის დროს.

4. თოვლი - შედგება ძალზე რთული კრისტალებისაგან (ფიფქი). მას ვარსკვლავის ფორმა აქვს და წარმოადგენს გარკვეული რაოდენობის კრისტალების სიმეტრიულ შენაერთს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ტემპერატურა 0°C-ს უახლოვდება, ნალექი შეიძლება მოვიდეს თოვლის სახით.

5. სეტყვა - განსაკუთრებული ფორმის ყინულოვანი ნალექია, რომელიც წარმოიშობა გროვა წვიმის ღრუბლებში, მაშინ როდესაც ჰაერი გაჯერებულია წვეთის და ამავე დროს ზენაჯერია ყინულის მიმართ. სეტყვა ძირითადად წლის თბილ პერიოდში წარმოიქმნება ჭექა-ქუხილის და გროვა წვიმის ღრუბლებში. ასეთი ტიპის ღრუბლებში კონვექციური პროცესების ინტენსიური განვითარებისას, თბილი ჰაერის აღმავალი დინების სიჩქარე 10 მ/წმ-ზე მეტია და ხშირ შემთხვევებში 25-35 მ/წმ-ს აღწევს.

ნალექების წლიური მსვლელობა დამოკიდებულია ატმოსფეროს ზოგად ცირკულაციაზე და ადგილობრივ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე.

წლის განმავლობაში დედამიწაზე მოდის 520 ათასი კმ³ ატმოსფერული ნალექი (Подобедов Н.С. 1974), აქედან 79% ოკეანეთა თავზე მოდის, ხოლო 21% - ხმელეთზე. მოსული ნალექების რაოდენობა ტოლია აორთქლებული ტენისა, ოდონდაც, ხმელეთზე მოსული ატმოსფერული ნალექები მეტია, ვიდრე აორთქლებული, ხოლო ოკეანეებში - პირიქით, მეტი ორთქლდება ვიდრე მოდის ნალექების სახით.

დედამიწაზე ნალექების განაწილების ზონალური კანონზომიერება გამოხატულია მეტისმეტად მკვეთრად. ეკვატორულ განედებზე მოდის ნალექების მაქსიმუმი, ტროპიკულ განედებზე - მინიმუმი, ზომიერ სატყელებში - ისევ მაქსიმუმი, და ბოლოს, მას სცვლის პოლარული განედების მინიმუმი.

ეკვატორული მაქსიმუმი (1000-3000 მმ/წ) - 17⁰-20⁰-იან პარალელებს შორისაა ეკვატორის ორივე მხარეს. ნალექების ასეთი დიდი რაოდენობა, პირველ რიგში, განპირობებულია მაღალი ტემპერატურითა და ჰაერის დიდი შეფარდებითი ტენიანობით, ამის გარდა პასატებს გადააქვს დიდი რაოდენობით ტენი, ვინაიდან ოკეანეების ზედაპირიდან მიმდინარეობს გაძლიერებული აორთქლება და ეს ორთქლი პასატებს გადააქვს ეკვატორულ სარტყელში.

ნალექების დიდი რაოდენობა მოდის სამხრეთ აზიაში - ინდოეთში, რასაც ხელს უწყობს კარგად გამოკვეთილი მუსონური ცირკულაცია, რომელსაც ინდოეთის ოკეანიდან მოაქვს დიდი რაოდენობით აორთქლებული ტენი, მიაღწევს რა ჰიმალაის ქედს, იწყებს მალა ქროლვას, ამავე დროს მუსონი მკვეთრად ცივდება და აქტიური კონდენსაციის გამო ტოვებს დიდი რაოდენობით ტენს; სწორედ ამიტომ, ჰიმალაის ქედის სამხრეთ ფერდობის ძირში, ჩერაპუნჯას რაიონში მოდის მსოფლიოში ყველაზე დიდი რაოდენობის ნალექი - წელიწადში საშუალოდ 11680 მმ, ხოლო ზოგიერთ წელიწადს - 23000 მმ-ც კი.

20⁰ და 30⁰-32⁰ პარალელებს შორის ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროში გავრცელებულია ყველაზე დიდი უდაბნოები (საჰარა, დასავლეთ ავსტრალიის, კალაჰარა და სხვ.) ვინაიდან ტროპიკულ ზონაში მოდის ნალექების მინიმალური რაოდენობა, უდაბნოებში კი ნალექები ყოველწლიურად არ მოდის და იშვიათად შეიძლება გადააჭარბოს წელიწადში 50 მმ-ს. ყოველივე ეს გამოწვეულია იმით, რომ აქ მქროლავი პასატები მცირეოდენ ტენსაც კი ეკვატორისკენ გადაიტანენ. აგრეთვე მნიშვნელოვანია ისიც, რომ ამ ზონაში მუდმივად არსებობს ანტიციკლონები, რომელშიც ჰაერის ნაკადი დაბლა ეშვება და მიწის ზედაპირისაგან ძლიერ ცხელდება, და ბოლოს, ტროპიკულ ზონაში არსებულ კონტინენტებს დასავლეთ სანაპიროებზე გარს ერტყმის ცივი დინებები, ამის გამო წყლის ზედაპირთან არსებული ჰაერი ბევრად ცივია, ვიდრე ხმელეთზე. ასეთ პირობებში კი წყლის ორთქლის კონდენსაცია ხმელეთზე შეუძლებელია.

ჩრდილო და სამხრეთის 30⁰-32⁰ და 45⁰-55⁰ შორის ორივე ნახევარსფეროზე არსებულ ზომიერ სარტყელში კვლავ იზრდება ნალექების რაოდენობა, მართალია შედარებით ნაკლები ნალექით, ვიდრე ეს ეკვატორულ ზონაშია მაგრამ აქაც იქმნება ნალექების მაქსიმუმი. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა აქ 500 მმ-ია. ნალექების რაოდენობას განაპირობებს ჰაერის მასების დასავლური ნაკადი და ისიც, რომ ამ ზონაში ხშირად წარმოიქმნება ციკლონები, რომლებთანაც დაკავშირებულია ნალექების მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

პოლარული წრის მიღმა ორივე პოლუსამდე გავრცელებულია ნალექების მინიმუმი. ნალექების მცირე რაოდენობა ამ მხარეში განპირობებულია მცირე აორთქლებით, რაც თავისთავად დაკავშირებულია დაბალ ტემპერატურებთან. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა არ აღინიშნება, აორთქლების სიმცირის გამო, რაც დაბალი ტემპერატურებითაა გამოწვეული, ტენი ზედაპირიდან არ ქრება.

თავი 9. ატმოსფეროს ცირკულაცია. ზოგადი ცირკულაცია. ციკლონები და ანტიციკლონები

ატმოსფერო რთულ და განუწყვეტლივ მოძრაობაშია. ჰაერის მოძრაობის ტრაექტორია დროის უმცირეს მონაკვეთში მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის. ჰაერის მოძრაობას იწვევს დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობა ერთის მხრივ ეკვატორსა და პოლუსებს შორის, სადაც ტემპერატურათა სხვაობა 40-45⁰-ზე მეტია, და მეორეს მხრივ, ოკეანეებსა და კონტინენტებს შორის. წარმოიშობა წნევათა სხვაობა, რაც იწვევს ჰაერის მასების გადაადგილებას მაღალი წნევის არედან დაბალი წნევის არესაკენ. პირველ შემთხვევაში ჰაერი მოძრაობს დაბალი განედებიდან მაღალი განედებისაკენ. ასეთი ცირკულაციის შედეგად ხდება ჰაერის მასების განუწყვეტელი მოძრაობა მერიდიანული მიმართულებით და ადგილი აქვს მერიდიანულ ცირკულაციას. მეორე შემთხვევაში ჰაერი მოძრაობს განედების გასწვრივ და მას ზონალურ ცირკულაციას უწოდებენ. აქედან გამომდინარე, ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია ეწოდება

ყველა სახის დიდი მასშტაბის ჰაერის დინებათა ერთობლიობას, რომელიც განაპირობებს ჰაერის მასების გაცვლას ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებით.

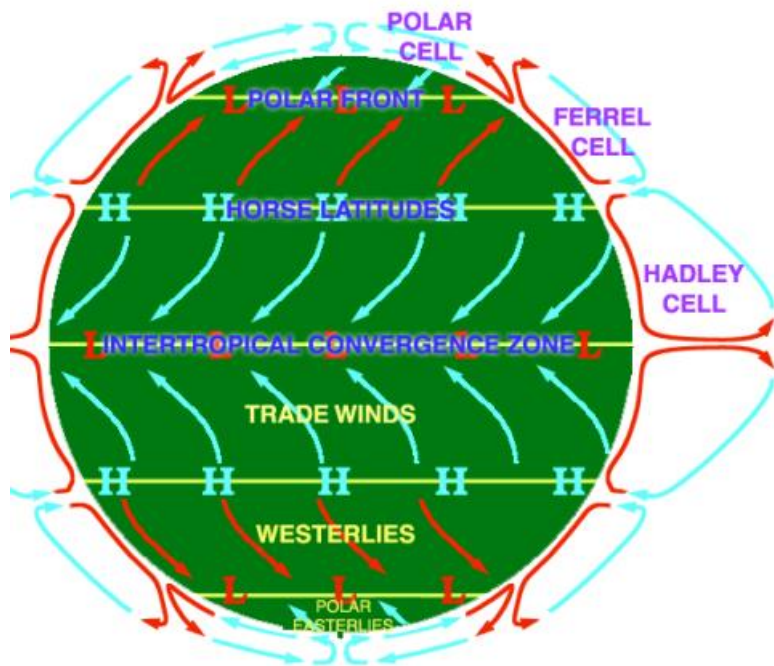
ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციური პროცესები ძირითადად განსაზღვრავს ამინდის პირობებს და მისი ცვლილების ხასიათს, და ამდენათ, ის წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორს. ატმოსფეროს დაბალ ფენებში ტროპოსფეროს, სტრატოსფეროსა და მეზოსფეროში ჰაერის დინებები ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული. თერმოსფეროსა და ეგზოსფეროსაც კავშირი აქვთ ქვედა ფენებთან, მაგრამ, ეს მოძრაობა სხვა თავისებურებებით გამოირჩევა. (ნახ. 2)

ტროპოსფეროში, თითოეულ ნახევარსფეროში შეიძლება გამოვყოთ ერთმანეთთან დაკავშირებული ჰაერის ზოგადი ცირკულაციის სამი ჩაკეტილი რგოლი, რომლებიც კავშირში იმყოფებიან ზემოთმდებარე ფენებთან. კერძოდ, ტროპიკული, ზომიერი და პოლარული რგოლი.

ტროპიკული (დაბალი განედების) რგოლი (ჰადლეის რგოლი) მდებარეობს ეკვატორის ორივე მხარეს 30-350 განედებს შორის. ჰაერის ნაკადების მიმართულება 1-2 კმ სიმაღლემდე ტროპიკებში და მთელ ტროპოსფეროში ეკვატორზე აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენაა. ქვედა ფენებში გაბატონებულია მუდმივი ქარები - პასატები. აქ უმთავრესად დასავლეთის გადატანას აქვს ადგილი.

ზომიერი განედების რგოლი (ფერელის რგოლი) მოქცეულია 60-650 და 30-350 განედებს შორის. აქ გაბატონებულია დასავლეთის გადატანა, რომელიც სიმაღლეზე ძლიერდება.

პოლარული (მაღალი განედების) რგოლი შემოიფარგლება პოლუსებიდან 60-650 განედებით. აქ ორ კილომეტრზე დაბალ ფენაში გაბატონებულია ძლიერი აღმოსავლეთის ქარები, რომლის თავზე მიმდინარეობს დასავლეთის გადატანა მცირეოდენი გადახრით მაღალი წნევისაკენ (ე.ი. პოლუსებისაკენ).



ნახ. 2. ატმოსფეროს ცირკულაცია

ატმოსფეროს ზოგად ცირკულაციას საკმაოდ ართულებს ატმოსფეროს ზემოქმედების ისეთი ცენტრები, როგორც არის ციკლონები და ანტიციკლონები.

ციკლონი წარმოადგენს ჰაერის წნევათა განაწილების ისეთ არეს, რომლის ცენტრში წნევა უმცირესია და ქარი ქრის პერიფერიიდან ცენტრისაკენ საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით (ჩრდ. ნახევარსფეროში). ციკლონი ზომიერ განედებში (ტროპიკებს გარე ციკლონი) უმთავრესად ვითარდება ფრონტალურ ზონებში, ისე რომ მათი განვითარების ადგილზე ერთმანეთს ხვდება თბილი და ცივი ჰაერის მასები.

ტროპიკული ციკლონი, ბარიული წარმონაქმნია, გრიგალისებური ქარებით, რომლის ჩასახვა და განვითარება ხდება ეკვატორის ორივე მხარეს 5-200 განედებში. ოკეანეების თბილ ზედაპირზე ტროპიკული ციკლონი ჩნდება, როცა ტემპერატურა 27°C-ზე მეტია. ქარის მაქსიმალური ძალა 113 მ/წმ-ია. მათი გადაადგილების სიჩქარე 10-12 კმ/სთ-ია. ტროპიკული ციკლონი ყველაზე ხშირია წყნარ ოკეანეში (ყვითელი ზღვა), ფილიპინების კუნძულებზე, მექსიკის დასავლეთით. დედამიწის ზედაპირზე 70-ზე მეტი ტროპიკული ციკლონი ჩნდება, ამასთან ყველაზე მეტი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროშია. დიდი ზომის ტროპიკული ციკლონის გარდა, დედამიწის ზედაპირზე ჩნდება მცირე ზომის გრიგალები - შკვალი, ქარბორბალა (ტრომბი, სმერჩი).

ანტიციკლონი. ჰაერის წნევის განაწილების ისეთ არეს, რომლის ცენტრში წნევა უდიდესია და ჰაერი მოძრაობს ცენტრიდან პერიფერიისაკენ საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით (ჩრდ. ნახევარსფეროში) ეწოდება ანტიციკლონი. ანტიციკლონის დროს მცირე ღრუბლიანი და უნალექო ამინდი იცის. მისთვის დამახასიათებელია ზაფხულში მაღალი, ზამთარში დაბალი ტემპერატურა. ანტიციკლონი ციკლონის მსგავსად წარმოიშობა ფრონტალურ ზონაში. მათი დიამეტრი 1500-300 კმ-ია, სიმაღლე 2-4 კმ.

დიდია ციკლონებისა და ანტიციკლონების როლი ატმოსფეროს ცირკულაციაში. დაბალ და მაღალ განედებს შორის სითბოს ცვლა მათი საშუალებით ხდება. ეს განსაკუთრებით შეიმჩნევა არატროპიკულ განედებში.

9.1 ატმოსფეროს წნევა

წნევის ცვლილება სივრცესა და დროში დაკავშირებულია ძირითადი ატმოსფერული პროცესების მიმდინარეობასა და განვითარებასთან. წნევის ცვლილება ჰორიზონტალური მიმართულებით ქარის წარმოშობის უშუალო მიზეზია. წნევის ცვლილება დროში განსაზღვრავს ამინდის ხასიათს.

ატმოსფერო, დედამიწის მიზიდულობის გავლენით, დედამიწის ზედაპირზე განლაგებულ და ასევე მასში მყოფ სხეულებზე ავითარებს წნევას, რომელსაც ატმოსფერული წნევა ეწოდება. ატმოსფეროს ყველა წერტილში ეს წნევა ფაქტიურად უტოლდება იმ სვეტის სრულ წონას, რომლის ფუძე ერთეულოვანი ფართობის ტოლია, ეყრდნობა ამ წერტილს (ზედაპირს) და ვრცელდება აღნიშნული წერტილის ზემოთ ატმოსფეროს ზედა საზღვრამდე. ზღვის დონეზე, ატმოსფერული წნევა საშუალოდ უტოლდება იმ წნევას, რომელსაც ავითარებს 760 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტი (ნორმალური ატმოსფერული წნევა). ერთეულთა სხვადასვა სისტემაში იგი ტოლია: 1013.25 მზარის (მილიბარი); 101325 ნ/მ^2 (პასკალი) = 1013.25 კპს (ჰექტოპასკალი).

წნევის სიდიდის ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებიდან მილიბარებში გადასაყვანად იგი მრავლდება 1.333-ზე, და პირიქით - მილიბარებიდან ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებში გადაყვანისას, გამოიყენება 0.75-ზე გამრავლება.

გაზომვებით დადგენილია, რომ 00 ტემპერატურის პირობებში, 450 განედზე, ზღვის დონეზე, (760მმ ვერცხლისწყლის სვეტის) წნევის დროს, 1სმ² ფუძის მქონე მშრალი ჰაერის სვეტი იწონის 1.033 კგ, 1მ² ფუძის სვეტი - 1.33 ტონას. ხოლო 1 ლიტრი ჰაერი იწონის 1.3 გრამს.

ატმოსფერული წნევის სიდიდე განიცდის ცვლილებას როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მიმართულებით. დედამიწისპირა ჰაერის ქვედა ფენაში წნევა მცირდება 1მმ-ით ყოველ 11.5მ სიმაღლეზე (1მმ-ით 8მ-ზე). ამ სიმაღლეს ბარიული ბიჯი ეწოდება. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ბარიული ბიჯი იზრდება.

წნევის ვერტიკალური გრადიენტი მეტია ჰორიზონტალურზე. ჰორიზონტალური ბარიული გრადიენტის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს 1მმ-ს 100კმ-ზე, ე.ი. ვერტიკალურ გრადიენტზე 10000-ჯერ ნაკლებია. ჰორიზონტალური მიმართულებით წნევის ცვლილების ძირითადი ფაქტორებია ჰაერის ტემპერატურა და ჰაერის მოძრაობა.

ეკვატორის გასწვრივ მის ორივე მხარეზე დაბალი წნევის მუდმივი ზოლია (1012 მზ და უფრო მცირე). ორივე ნახევარსფეროს 30-ე პარალელის გასწვრივ ოკეანეებზე მუდმივად არსებობს მაღალი წნევის სუბტროპიკული ზონები, თუმცა მათი გავრცელების არეალი სეზონურად იცვლება. ცალკეულ ანტიციკლონებს, რომლისგანაც შედგება ეს ზონები, სუბტროპიკულ ბარიულ მაქსიმუმებს უწოდებენ.

ზომიერ განედებში მდებარეობენ დაბალი წნევის არეები. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში კარგად არის გამოხატული ბარიული მინიმუმები: ატლანტიკის ოკეანეში, ისლანდიისა და წყნარ ოკეანეში ალექსის კუნძულების რაიონებში. სამხრეთ ნახევარსფეროში ზომიერ განედებში დაბალი წნევის სარტყელი თითქმის უწყვეტია. აზიის კონტინენტზე, ხმელეთის ცივ ცენტრალურ ნაწილში, იანვარში ყალიბდება მაღალი წნევა, რომელსაც აზიის (ციმბირის) ანტიციკლონი ეწოდება. მსგავსი მაქსიმუმები წარმოიშობა ჩრდილოეთ ამერიკის კონტინენტზე კანადის მაქსიმუმის სახით. სამხრეთ ნახევარსფეროს ზომიერ განედებში დაბალი წნევის სარტყელი თითქმის უწყვეტია. ზომიერი განედებიდან პოლუსებისაკენ ატმოსფერული წნევა თანდათან მატულობს.

ბარიული მაქსიმუმები და მინიმუმები დიდ როლს ასრულებენ ატმოსფეროს ზოგად ცირკულაციაში, რომელიც თავის მხრივ განსაზღვრავს დედამიწის ჰავას.

სეზონების მიხედვით მაღალი და დაბალი წნევის ზონები ინაცვლებს ჩრდილოეთით და სამხრეთით. ამასთან, ზონალური განაწილება იცვლება წლის განმავლობაში კონტინენტებისა და ოკეანეების არათანაბარი გათბობის შედეგად. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ხმელეთისა და ოკეანეების გავლენა ჰაერის ტემპერატურასა და წნევაზე თანდათანობით სუსტდება და გარკვეულ სიმაღლეზე წნევის განაწილება უფრო ზონალურ ხასიათს იღებს, ვიდრე მიწისპირა ფენაში.

წნევის განაწილების ზონალური ხასიათი შედარებით მკაფიოდ ვლინდება ოკეანეებზე. ეკვატორულ ზონაში და ზომიერ განედებში წნევა დაბალია, ხოლო სუბტროპიკულ ზონაში პოლარულ ოლქებში მაღალი.

9.2 ქარები.

ქარი ეწოდება ჰაერის ჰორიზონტალურ გადაადგილებას. იგი ვექტორული სიდიდეა, რადგან ხასიათდება სიჩქარით (სიდიდით) და მიმართულებით. ქარის მიმართულებად ჰორიზონტის ის მხარე ითვლება, საიდანაც ის ქრის. დედამიწის ზედაპირზე ქარის წარმოშობის ძირითადი მიზეზია ატმოსფერული წნევის არათანაბარი განაწილება.

წნევის ზონალურ განაწილებასთან დაკავშირებულია დედამიწის ზედაპირზე გაბატონებული ქარების ზონალობა. პოლარული და სუბტროპიკული მაღალი წნევის ოლქებიდან ქარი ქრის დაბალი წნევისაკენ ე.ი. ზომიერი განედებისაკენ და ეკვატორისაკენ. სუბტროპიკული განედებიდან ზომიერი განედებისაკენ ქარის მიმართულება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში - დასავლეთის და სამხრეთ დასავლეთისაა, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში - დასავლეთის და ჩრდილო-დასავლეთის. ის ემთხვევა ტროპოსფეროში გაბატონებულ ე.წ. დასავლეთის გადატანას. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, პოლარული ოლქებიდან ზომიერი განედებისაკენ და სუბტროპიკებიდან ეკვატორისაკენ ქარი ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებისაა, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარები წარმოადგენენ დასავლეთის გადატანის დარღვევას. ტროპოსფეროში დასავლეთის გადატანის ყველაზე ძლიერი დარღვევა არის პასატები.

ბარიულ რელიეფთან შესაბამისად არსებობს შემდეგი ზონები:

1. ეკვატორისპირა შტილის სარტყელი; აქ ქარები შედარებით იშვიათია (ძლიერ გადახურებული ჰაერის აღმავალი დინების გამო), მაგრამ ცალკეულ შემთხვევებში წარმოიქმნება ძლიერი ქარი (შკვალი), რომელიც წარმოქმნის ძლიერ წვიმებს.

2-3. ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროს პასატების ზონები;

პასატები მთელი წლის განმავლობაში ქრიან სუბტროპიკული მაღალი წნევის არეებიდან ეკვატორისაკენ.

4-5. ანტიციკლონებში, რომლებისგანაც შედგება სუბტროპიკული მაღალი წნევის სარტყელი, დიდ როლს თამაშობს ჰაერის ვერტიკალური მოძრაობა (დაღმავალი - ეკვატორზე, აღმავალი - მოძრაობის საწინააღმდეგოდ). ამიტომ, ორივე ნახევარსფეროს სუბტროპიკულ ზონაში სიწყნარის არეები მდებარეობენ.

6-7. ორივე ნახევარსფეროს ზომიერ განედებში გაბატონებულია დასავლეთის ქარების ზონები, ვინაიდან სუბტროპიკული მაქსიმუმებიდან ზომიერი განედების დაბალი წნევის სარტყელში არსებული ჰაერის ნაკადები ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში გადაიხრება მარჯვნივ, სამხრეთში - მარცხნივ.

8-9. პოლუსების მახლობელ არეებში ქარები ქრიან პოლუსიდან ზომიერი განედების დაბალი წნევის არეებისაკენ, ე.ი. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში (კორიოლისის ძალის გავლენით) ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან, სამხრეთ ნახევარსფეროში - სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან.

დედამიწის ზედაპირზე გვხვდება შემდეგი სახის ქარები: პასატები, მუსონები, ბრიზები, მთა-ხეობის ქარები - ფიონები, ბორა.

პასატები არის ის ისეთი ქარები, რომლებიც ქრიან ორივე ნახევარსფეროში მაღალი წნევის არედან ეკვატორისაკენ. კორიოლისის ძალის (დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული გადამხრელი ძალა) გავლენით, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში პასატი ქრის ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ დასავლეთისაკენ (ე.ი. გადაიხრება მარჯვნივ), ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში - სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო დასავლეთისაკენ (ე.ი. გადაიხრება მარცხნივ). პასატი მოიცავს ტროპოსფეროს ქვედა ფენას დაახლოებით 4კმ სიმაღლემდე.

მუსონები - სეზონური ქარებია, რომლებიც წარმოიქმნება კონტინენტებისა და ოკეანეების არათანაბარი გათბობისა და გაცივების შედეგად. ისინი მიმართულებას იცვლიან დღისა და ღამის მონაცვლეობით და სეზონების მიხედვით. მუსონები კარგად არის გამოხატული ტროპიკულ განედებში: ინდოეთში, ინდონეზიაში, აფრიკაში (დასავლეთი და აღმოსავლეთი მხარე), პანამის ყელის დასავლეთ მხარეს, ავსტრალიის ჩრდილოეთ ნაწილში და სხვა.

ტროპიკებსგარე მუსონები წარმოიქმნებიან: რუსეთში (შორეული აღმოსავლეთი), ჩინეთის ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ფლორიდაზე, კალიფორნიის მიდამოებში, ალასკაზე, აფრიკაში და ა.შ.

ბრიზი - პერიოდული ქარია, რომელიც მიმართულებას იცვლის დღისა და ღამის განმავლობაში, წარმოიქმნება ზღვის ტბებისა და წყალსატევების სანაპიროებზე (წყლისა და ხმელეთის არათანაბარი გათბობის შედეგად). დღისით ქარი ზღვიდან ხმელეთისაკენ ქრის, ღამით პირიქით - ხმელეთიდან ზღვისკენ.

ფიონი - დაღმავალი თბილი, მშრალი ქარი (მთა-ბარის ქარი) რომელიც ქრის მთებიდან ხეობის მიმართულებით. იგი წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც ქედის ერთ მხარეს წნევა დაბალია, ხოლო მეორე მხარეს მაღალი. ჰაერის მასები იწყებს მოძრაობას მაღალი წნევის არეებიდან დაბალი წნევისაკენ. ფიონის წარმოქმნა დაკავშირებულია ჰაერის ნაკადებზე რელიეფის გავლენასთან. ამ შემთხვევაში მას ოროგრაფიული ფიონი ეწოდება. გარდა ამისა, არსებობს თავისუფალი ატმოსფეროს ან ანტიციკლონური ფიონი.

ბორა - ადგილობრივი ძლიერი დაღმავალი ქარია. დამახასიათებელია წლის ცივი პერიოდისათვის. იგი ქრის დაბალი მთებიდან თბილი ზღვისაკენ (ოკეანისაკენ). ბორა წარმოიქმნება ძირითადად ზამთარში, როდესაც ცივ ხმელეთზე ანტიციკლონია, ხოლო შედარებით თბილ ზღვაზე - ციკლონი. შავი ზღვის ნოვოროსიისკის სანაპიროზე ბორა გრიგალის ხასიათს ატარებს. მისი სიჩქარე 50მ/წმ აღემატება, ხოლო ტემპერატურა ამ დროს -20 - -300-მდე ეცემა. ბორას მსგავსი ქარებია: მაგისტრი - საფრანგეთში, სარმა - ბაიკალის ტბის მიდამოებში, ახალ მიწაზე ანტარქტიდაში და სხვა.

ქარ-ბორბალა წარმოადგენს მცირე მასშტაბის ჰაერის კორიანტულ მოძრაობას ვერტიკალური ღერძის გარშემო. მისი დიამეტრი მერყეობს 1500-2000 მეტრამდე. ქარ-ბორბალას წარმოქმნა დაკავშირებულია ატმოსფეროს ძლიერ არამდგრად სტრატოფიკაციასთან. ქარ-ბორბალას სიჩქარე 100-120 მ/წმ-მდეა. მას გააჩნია კოლოსალური ენერჯია და დამანგრეველი ძალა. ზღვებისა და ოკეანეების ზედაპირზე ქარ-ბორბალას ევროპაში „სმერჩს“ უწოდებენ, ხოლო ხმელეთის ზედაპირზე „ტრომბს“, ამერიკაში - „ტორნადოს“, აზიაში - „ტაიფუნს“

თავი 10 ამინდი, კლიმატი

ატმოსფეროში მიმდინარეობს მრავალგვარი ფიზიკური პროცესი. მისი მდგომარეობა განუწყვეტლივ იცვლება სივრცესა და დროში. ამინდი ეწოდება ატმოსფეროს ფიზიკურ მდგომარეობას დროის მოცემულ მომენტში. ამინდის დახასიათება ხდება მეტეოროლოგიური ელემენტებით: ატმოსფერული წნევა, ჰაერის ტემპერატურა და სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, ღრუბლიანობა, ქარი და სხვა. ამინდი ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენათა სრული კომპლექსია. დედამიწაზე მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელია ამინდის გარკვეული ტიპი. მოცემული ადგილის

კლიმატი ეწოდება მისთვის დამახასიათებელი ამინდის მრავალწლიურ რეჟიმს, რომელიც განპირობებულია მზის რადიაციით, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათით და მათთან დაკავშირებული ცირკულაციური პროცესებით. ის დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. მათ შორის ძირითადია გეოგრაფიული განედი, ოკეანეებიდან დაშორება, ოკეანეთა დინებების გავლენა და რელიეფი და სხვა.

10.1 კლიმატ წარმომქმნელი პროცესები და ფაქტორები

ჰავის წარმოქმნა ხდება ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებისა და დედამიწის ზედაპირის ურთიერთქმედების შედეგად. მის ფორმირებაში მონაწილეობას მრავალი ფაქტორი. მათ რამოდენიმე ჯგუფში აერთიანებენ. ესენია; ასტრონომიული, გეოფიზიკური და მეტეოროლოგიური ფაქტორები. ასტრონომიული გარეგანი ფაქტორებია: მზის გამოსხივება, მზის სისტემაში დედამიწის მოძრაობა და მდებარეობა, მისი ღერძის დახრილობა და მოძრაობის სიჩქარე.

კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორების მეორე ჯგუფში გაერთიანებულია გეოფიზიკური (შინაგანი) ფაქტორები, რომელსაც აკუთვნებენ: დედამიწის ფორმას, მასას და ზომას, ღერძის ირგვლივ მოძრაობას, დედამიწის მაგნიტურ და გრავიტაციულ ველს, შინაგან სითბოს.

მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს მიეკუთვნება მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ცირკულაცია, ქვეფენილი ზედაპირი. დედამიწის მასის კლიმატწარმომქმნელი მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ქმნის გრავიტაციულ ველს, რომელიც განაპირობებს მის ირგვლივ ატმოსფეროს წარმოქმნას.

დედამიწის ბრუნვა თავისი ღერძის გარშემო დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს კლიმატისა და ამინდის ფორმირებაში. ჰავის წარმოქმნაში ძირითადი როლი მზის რადიაციას ენიჭება, ვინაიდან ის არის ატმოსფეროში მიმდინარე თითქმის ყველა პროცესის წყარო.

მზის რადიაციის განედური განაწილება იწვევს მაღალ და დაბალ განედებს შორის ატმოსფერული წნევის განსხვავებას, რის შედეგადაც ვითარდება ჰაერის ნაკადები, რომელთანაც დაკავშირებულია სითბოსა და ტენის გადატანა. ე.ი. მზის რადიაცია განსაზღვრავს ჰავას და ამავე დროს მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტორის - ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის ხასიათს.

ჰავის თავისებურებები და მისი განაწილება დედამიწის ზედაპირზე დამოკიდებულია გეოგრაფიულ ფაქტორებზე: გეოგრაფიულ განედზე, ზღვის დონიდან სიმაღლეზე, დედამიწის ზედაპირზე ხმელეთისა და ზღვების ურთიერთგანლაგებაზე (განაწილებაზე), ოროგრაფიაზე, ოკეანის დინებებზე, მცენარეულ საფარზე, თოვლისა და ყინულის საფარზე და სხვა.

10.2 კლიმატის კლასიფიკაციის პრინციპები.

ჰავის წარმომქმნელი ფაქტორების მოქმედება სხვადასხვა გეოგრაფიულ გარემოში განაპირობებს მეტეოროლოგიური ელემენტების გარკვეულ გეოგრაფიულ ზონალობას. ამის შედეგად, ჰავის განაწილებაში ადგილი აქვს გარკვეულ კანონზომიერებას.

კლიმატის კლასიფიკაციის პრაქტიკული მნიშვნელობა ის არის, რომ დედამიწის სხვადასხვა რაიონის კლიმატური პირობები შედარდეს ერთმანეთს და დადგინდეს მათ შორის მსგავსება და განსხვავება. კლიმატოლოგიის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე იქმნებოდა კლიმატური რაიონების გამოყოფის მრავალი პრინციპი, რომელთაც საფუძვლად უდებდნენ სხვადასხვა ნიშნებს. ამ თვალსაზრისით კლასიფიკაციებს შემდეგნაირად აჯგუფებდნენ:

გენეტიკური კლასიფიკაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს ატმოსფეროს ცირკულაცია და ატმოსფეროს ფრონტების სეზონური მდგომარეობა (მ.ალისოვი, პ. ჰეტნერი და სხვა).

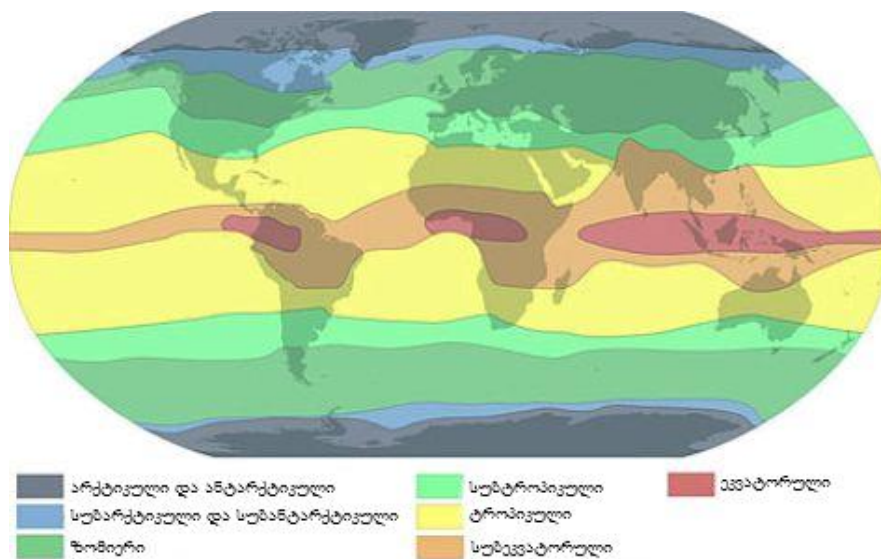
ბოტანიკური კლასიფიკაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს მცენარეულობა და კლიმატური ელემენტების რიცხვითი მახასიათებლები (ვ.კიოპენი, ლ.ბერგი, და სხვა). ამ ტიპის კლასიფიკაციებს მიეკუთვნება აგრეთვე დანესტიანებაზე დამყარებული კლასიფიკაციები (ი.ივანოვი, ა.კაპინსკი, და სხვა), ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე დამყარებული კლასიფიკაცია (ა.ვოევიკოვი, გ.პოლიმოვი, რ.ლანგი და სხვა), სითბურ ბალანსზე დამყარებული კლასიფიკაციები (მ.ბუდიკო, ა.გრიგორიევი და სხვა).

ბ.ალისოვის კლასიფიკაცია (დედამიწის კლიმატური ზონები ნახ. 3)

აღისოვის კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები და რომლის მიხედვითაც ჰაერის მასების ძირითადი ტიპები გამოირჩევა მეტეოროლოგიური პროცესების სპეციფიკური თავისებურებებით.

აღისოვი გამოყოფს 7 ძირითად ჰავის ზონას, 6 გარდამავალს (3-3 თითოეულ ნახევარსფეროში). ისინი ხასიათდებიან ჰაერის გაბატონებული ტიპის სეზონური ცვლით. ეს არის 2 სუბეკვატორული (ტროპიკული მუსონების ჰავა), სადაც ზაფხულში გაბატონებულია ეკვატორული, ხოლო ზამთარში ტროპიკული ჰაერი, ორი სუბტროპიკული ზონა, რომლებშიც ზაფხულში გაბატონებულია ტროპიკული, ხოლო ზამთარში ზომიერი განედების ჰავა, ორი სუბპოლარული, (სუბარქტიკული, სუბანტარქტიკული) ზონა, სადაც ზაფხულში გაბატონებულია ზომიერი განედების ჰაერის მასები, ხოლო ზამთარში - არქტიკული (ანტარქტიკული) ჰაერი. ზონებს შორის საზღვრები გავლებულია, ძირითადად, კლიმატური ფრონტების საშუალო მდგომარეობით.

თითოეულ განედურ ზონაში არჩევენ ოთხ ძირიდათ ჰავის ტიპს: კონტინენტურს, ზღვიურს, კონტინენტების აღმოსავლეთ და დასავლეთ სანაპიროების ჰავას. ამის გარდა, მთებში გამოიყოფა მთის ჰავა შესაბამისი ზონებით. კონტინენტურ და ზღვიურ კლიმატს შორის განსხვავება დამოკიდებულია ქვემდებარე ზედაპირის ხასიათზე (თავისებურებაზე), როგორც ცნობილია, კონტინენტის ზედაპირზე ხდება კონტინენტური ჰაერის, ზღვის ზედაპირზე ზღვიური ჰაერის ფორმირება. კონტინენტის დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროების კლიმატების სხვადასხვაობა დაკავშირებულია ოკეანურ დინებებთან და ზოგად ცირკულაციასთან



ნახ. 3. დედამიწის კლიმატური ზონები (აღისოვის კლასიფიკაციით).

განსაკუთრებით დიდია ატმოსფეროს როლი დედამიწის გეოგრაფიულ, ანუ ლანდშაფტურ გარსში. ატმოსფერო გარდაქმნის მზიდან მოსულ ენერგიას და კოსმოსურ სხივებს, დედამიწის ზედაპირზე ახდენს ქიმიურ, ფიზიკურ და მექანიკურ ზემოქმედებას, ხელს უწყობს სიცოცხლეს დედამიწაზე, იცავს დედამიწის ზედაპირს გაცივებისგან. ატმოსფეროს გარეშე დედამიწის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა იქნებოდა -23° - ე.ი. 37° -ით ნაკლები, ვიდრე ამჟამადაა; ატმოსფერო არეგულირებს სითბოსა და ტენის განაწილებას; ასრულებს ჯავშნის როლს მეტეორების წინააღმდეგ, იცავს მიკროორგანიზმებს ულტრაიისფერი რადიაციის დამლუპველი დოზებისაგან და სხვა. დედამიწა ატმოსფეროს გარეშე მკვდარი, მთვარისმაგვარი პლანეტა იქნებოდა.

მზიდან მოსული რადიაცია კანონზომიერად მცირდება დაბალი განედებიდან მაღალი განედებისკენ. მზის რადიაციაზე გავლენას ახდენს დედამიწის ფორმა და არა დედამიწის თავისებურებანი, ამიტომ რადიაციული სარტყლები თანხვედება პარალელებს.

რაც შეეხება სითბურ სარტყლებს, იგი კონტროლდება არა მარტო რადიაციული სარტყლით, არამედ ატმოსფეროს და რელიეფის თავისებურებებითაც (სხივური ენერჯის შთანთქმა, არეკვლა, გაბნევა, დედამიწის ზედაპირის ალბედო და სითბოს გადატანა ზღვისა და ჰაერის დინებებით), რის გამოც სითბური სარტყლების საზღვრები ვერ თანხვედება პარალელებს.

თავი 11. ატმოსფერო და ადამიანი

ატმოსფეროს გაზობრივი შემადგენლობის მკვეთრი ცვლილება მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრიდან შეინიშნება და ბოლო პერიოდში, როდესაც გაძლიერდა ადამიანის ზემოქმედება (ანთროპოგენური პროცესები) ბუნებრივ გარემოზე სიტუაციამ კრიზისულ მდგომარეობას მიაღწია.

განსაკუთრებულ საშიშროებას ქმნის ატმოსფეროს დაბინძურება მავნე აირებით, მყარი და თხევადი ნაწილაკებით. ცნობილია რომ ატმოსფეროში აიროვან ნივთიერებათა წილი 90%-ია.

ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითადი წყაროები ორი სახისაა: ბუნებრივი და ანთროპოგენურ-ტექნოგენური.

ბუნებრივი დაბინძურების წყაროებს მიეკუთვნება: ვულკანების ამოფრქვევა, ტყეების ხანძარი, ნიადაგის და კოსმოსური მტვერი, მინერალური, მცენარეული, ცხოველური ან მიკრობიოლოგიური გზით წარმოშობილი აეროზოლები. ანთროპოგენურ-ტექნოგენური წყაროებია: სამრეწველო საწარმოები, ტრანსპორტი (საავტომობილო, სარკინიგზო, საზღვაო, სამდინარო და საავიაციო), საწარმო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვება-გადამუშავება, სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია, რადიაქტიური ნივთიერებით ატმოსფეროს დაბინძურება.

ბუნებრივი დაბინძურების წყაროებთან მნიშვნელოვანია ვულკანების ამოფრქვევა, ამჟამად დედამიწაზე 1000-მდე მოქმედი ვულკანია. ვულკანების ამოფრქვევის შედეგად ატმოსფეროში იფანტება დიდი რაოდენობით ფერფლი, მტვერი, ტექტონიკური აირები, მათ შორის ტექტონიკური ნივთიერებებიც, რომლებიც შესამჩნევად ცვლიან ატმოსფეროს გამჭვირვალობას გლობალურ მასშტაბებში. ამის მაგალითად შეგვიძლია მოვიყვანოთ პომპეის ტრაგედია, გავარვარებულმა ვულკანის მასამ მყისიერად დაფარა და გაანადგურა ქალაქი. 1883 წელს ვულკან კრაკატაუს (ინდონეზია) ამოფრქვევის დროს ჰაერში ატმოსფეროში მოხვდა 18000 კმ³ ფერფლი და ორთქლი (36 მილიარდი მ³), რომელიც 80 კმ სიმაღლემდე გავრცელდა. 1500 წელს ჩვენს წ.აღ-მდე ვულკან სანტოსის ამოფრქვევის შედეგად განადგურდა კრეტა_მიკენის ცივილიზაცია. ვულკანური ფერფლი ატმოსფეროში რჩება რამოდენიმე წელიწადს. ატმოსფეროს ზედა ფენებში აეროზოლები ხვდება საპლანეტათაშორისო სივრციდან მეტეორების წვის შედეგად (კოსმოსური მტვერი), რომლის მეშვეობით დედამიწაზე ხვდება 2-5 მლრდ. ტ. მტვერი. გარდა ამისა ატმოსფეროში არის ზღვის მარილის ნაწილაკები და ბაქტერიები, სხვადასხვა ტიპის აეროზოლები ქარიშხლების და ტყის ხანძრების შედეგად. ქარიშხლების შედეგად წარმოიქმნება მტვრის გიგანტური ღრუბლები, რომლებიც უდაბნოში ფორმირდებიან და შემდეგ დიდ მანძილზე გადაინაცვლებენ (მაგალითად საჰარიდან ატლანტის ოკეანის გავლით ამერიკისაკენ). ვარაუდობენ ჰაერში დიდი რაოდენობით აეროპლანქტონის არსებობასაც, ესაა მცენარეთა სპორები, მტვრიანები, სოკოები.

მსოფლიოში ანთროპოგენურ-ტექნოგენური დაბინძურების წყაროებიდან გარემოს დაბინძურების მხრივ პირველი ადგილი უკავია სითბურ ენერჯეტიკას, მეორე მეტალურგიას, მესამე საავტომობილო ტრანსპორტს და მეოთხე ქიმიურ მრეწველობას.

უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში მნიშვნელოვნად გაიზარდა მინერალური რესურსების გადამუშავების მასშტაბები, რამაც გამოიწვია სხვადასხვა ქიმიური ელემენტების კონცენტრაციის გაზრდა ატმოსფეროში.

თბოელექტროსადგურები, თბოცენტრალური და საქვებუ დანადგარები ატმოსფეროს მძლავრი დამაბინძურებლები არიან, მათი ხვედრითი წილი ატმოსფეროს დაბინძურებაში 27%-ია. ეს საწარმოები

გოგირდის მაღალი შემცველობის მქონე ყველაზე დაბალი ხარისხის ნახშირს იყენებენ საწვავად და ატმოსფეროში გამოყოფენ დიდი რაოდენობით აეროზოლს, გოგირდის ორჟანგს, ნახშირორჟანგს, ნაცარს, ჭკარტლს და ნახშირწყალბადებს. საშუალო სიმძლავრის თბოელექტროცენტრალი დღე-ღამეში გამოყოფს 40 ტ. ნაცარს და 20 ტ გოგირდოვან აირს. გარდა ამისა ქვანახშირი შეიცავს ქრომს, ტყვიას, ვერცხლისწყალს, ვერცხლს, კალას, ტიტანს, ურანს, რადონს, ცეზიუმს და სხვა მეტალებს.

ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მთავარი და საშიში წყაროებია საწარმოები, ტრანსპორტი და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, ე.ი. ადამიანის საქმიანობის სფერო. მეტალურგიის დაბინძურების ხვედრითი წილი ატმოსფეროს დაბინძურებაში 32%-ია. ქარხნებისა და საწარმოების მიერ ატმოსფეროში ხვდება მტვერი, გოგირდის ორჟანგი, მანგანუმი, საწარმოების მიერ გამოიყოფა ტოქსიკური მტვრისებრი ნივთიერებები: დარიშხანი, ტყვია, სპილენძი, ალუმინი და სხვა.

ნავთობმომპოვებელი, ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობქიმიური მრეწველობის აიროვანი გამონაყოფები ატმოსფეროს აბინძურებენ გოგირდწყალბადით და არასასიამოვნო სუნის მქონე სხვადასხვა აირებით. მათი ხვედრითი წილი ატმოსფეროში 15,2 %-ია. ნავთობი აგრეთვე შეიცავს ვერცხლისწყლის მნიშვნელოვან რაოდენობას 0,02-30 მგ/კგ, რომელიც წვის შემდეგ მთლიანად გაიტყორცნება ჰაერში.

მანქანების გამონაბოლქვი. ამჟამად მსოფლიოში 400 მილიონზე მეტი მსუბუქი ავტომანქანაა. ყოველი მათგანი 1000 კმ-ის გავლისას წვავს ადამიანის წლიური ნორმის ჟანგბადს და გამოყოფს 1 ტონამდე CO₂-ს, 0,2 ტონა ნახშირწყალბადებს და 0,2 ტონა აზოტის ოქსიდებს. მანქანის გამონაბოლქვში შედის აგრეთვე კანცეროგენური ბენზოპირინი, ალდეჰიდები, ტყვიის არაორგანული ნაერთები, რომელიც მიიღება (გამოიყოფა) ბენზინის წვისას. ავტოტრანსპორტის ხვედრითი წილი ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებაში 13,1 %-ია.

ზემოთ დასახელებული ოთხი ძირითადი დამაბინძურებლის გარდა, ატმოსფეროს დაბინძურებაში მონაწილეობენ ქიმიური მრეწველობის, ქვანახშირის მომპოვებელი, სინთეზური კაუჩუკის, საშენ მასალათა მწარმოებელი საწარმოები.

ქიმიური მრეწველობის საწარმოთა მავნე გამონაყოფებია ნახშირორჟანგი, აზოტის ოქსიდები, გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, ამიაკი. არაორგანულ ნივთიერებათა გადამამუშავებელი საწარმოებიდან გამოყოფილი მტვერი, გოგირდწყალბადი, გოგირდნახშირბადი, ქრომისა და ფტორის ნაერთები და ა.შ.

ქვანახშირის მოპოვებისას ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების წყაროა ფუჭი ქანების ნაყარი, რომელთა შიგნითაც მიმდინარეობს თვითწვის ხანგრძლივი პროცესი. ნახშირის წვის შედეგად გამოიყოფა გოგირდისა და ნახშირბადის ოქსიდები.

საშენ მასალათა მრეწველობიდან ცემენტისა და საშენ მასალათა საწარმოები წარმოადგენენ ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურების წყაროს.

რადიაქტიული ნაერთებით ატმოსფეროს დაბინძურება ხდება მათი მოპოვების, გადამამუშავების და გამოყენების დროს.

სოფლის მეურნეობაში ჰაერის დაბინძურების წყაროებია, ძირითადად, მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის ფერმები, ხორცის დამამზადებელი სამრეწველო კომპლექსები, ენერგეტიკული და თბური საწარმოები. ფერმებიდან ატმოსფეროში აღწევს და საკმაოდ დიდ მანძილზე ვრცელდება არასასიამოვნო სუნის მქონე ნაერთები და სხვა. ატმოსფეროს დაბინძურების წყაროებია პესტიციდების შესანახი საწყობები და მინდვრები, რომლებიც მუშავდებიან შხამქიმიკატებით და არ იცავენ სასუქების შეტანის ტექნოლოგიას.

გერმანიის, ჰანოვერის ვეტერინარული ინსტიტუტის გამოთვლებით, მეღორეობის ფერმებიდან ატმოსფეროში წელიწადში ხვდება 64031 ტონა დაბინძურებული ჰაერი. ინგლისის მეცხოველეობის ინსტიტუტის მონაცემებით, მეცხოველეობის ფერმებიდან 302-539 მ3 ამიაკი გამოიტყორცნება ატმოსფეროში. მსხვილი მეცხოველეობის ფერმების ტერიტორიაზე ატმოსფერულ ჰაერში 3000 მ მანძილზე შეინიშნება ამიაკის გადიდებული კონცენტრაცია და მიკროორგანიზმების გაზრდილი შემცველობა.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი პლანეტის საჰაერო ზომები ძალიან დიდია, ატმოსფეროს დაბინძურება მაინც შესამჩნევია....თანამედროვე პირობებში ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობის შედეგად,

ატმოსფეროში ხვდება ნახშირბადის, გოგირდის და აზოტის ოქსიდების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომლებიც ჰაერის მასების მოძრაობის შედეგად გადაიტანება საკმაოდ შორ მანძილზე. მათი წყალთან ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება გოგირდის, გოგირდოვანი, აზოტის, აზოტოვანი, მჟავები და ნახშირმჟავა, რომლებიც ბრუნდებიან ხმელეთზე “მჟავა-წვიმების” სახით. მჟავა-წვიმების დიდი რაოდენობა მოდის ნორვეგიაში, შვედეთში, აშშ-ში, სადაც წვიმის წყლის PH მაჩვენებელი 6-6,5-დან 4,6-5-მდე დაეცა, ზოგიერთ პერიოდში კი 3,5-4-მდე. მშობლიური მჟავა ნალექები შედიან ურთიერთქმედებაში მცენარეებთან, წყალთან, ნიადაგთან და არახელსაყრელ ცვლილებებს იწვევენ ხმელეთისა და წყლის ეკოსისტემებში. მცენარეები მჟავე ატმოსფერული ნალექების ზეგავლენით კარგავენ ფოსფორს, კალიუმს, კალციუმს და მაგნიუმის ნაწილს. “მჟავა-წვიმებით”, მექანიკური შედგენილობის, ჰუმუსით და კალციუმის კარბონატებით მდიდარი, მაღალი ბუფერობის მქონე მჟავე ნიადაგები ადვილად ექვემდებარებიან გამჟავების პროცესს. ძლიერი გამჟავებისას მათში ჩნდება მძიმე ლითონების მაღალტოქსიკური იონები.

ამჟამად, ცნობილია 200-ზე მეტი ნივთიერება, რომელიც იწვევს ატმოსფეროს დაბინძურებას. ატმოსფეროს საშიში დამაბინძურებლებია: ნახშირორჟანგი, ნახშირჟანგი, გოგირდის დიოქსიდი და აზოტის ოქსიდები, ფტორის ნაერთები, მტვრის ნაწილაკები, კვამლი, ნიადაგის წვრილი ნაწილაკები და სხვა.

ნახშირორჟანგი. ყოველწლიურად მსოფლიო წვავს 12 მილიარდ ტონა პირობით საწვავს, რის შედეგადაც ატმოსფეროში გამოიყოფა 39 მილიარდი ტონა CO_2 , მილიარდი ტონა აეროზოლები და მავნე აირები. ამ დამაბინძურებლების დიდი ნაწილი ხვდება მდინარეებში, ტბებში, ზღვებში და ოკეანეებში. ამას ემატება სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, რომელთა რაოდენობა დაახლოებით $6 \cdot 10^{11}$ ტონას შეადგენს. უკანასკნელ წლებში საწვავი ნივთიერებების წვის შედეგად ნახშირორჟანგის შემცველობა ატმოსფეროში იმდენად გაიზარდა, რომ მცენარეებს მისი გადამუშავება არ შეუძლიათ და ის იხსნება მსოფლიო ოკეანეში. თუ შენარჩუნებული იქნება საწვავი ნივთიერებების წვის ტემპები, მაშინ ატმოსფეროში ყოველწლიურად შეაღწევს 45 მილიარდ ტონაზე მეტი CO_2 , 36 მილიონი ტონა SO_2 და 100 მილიარდ ტონაზე მეტი აზოტი.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მონაცემებით მეოცე საუკუნის ბოლოსათვის ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში 10 %-ით გაიზარდა. 2030 წლისათვის შეიძლება 30 %-ით გაიზარდოს. ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გადიდება 0,1%-ით იწვევს სუნთქვის გამძლეებას, ხოლო 0,4%-ზე მეტი რაოდენობა ჰაერში ქმნის სიცოცხლისათვის საშიშ მდგომარეობას. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებისა და აირული შედგენილობის ცვლილებით გამოწვეული გლობალური შედეგები მჭიდრო კავშირშია პლანეტის ტემპერატურულ ბალანსთან.

ატმოსფეროს დამატებით გათბობას იწვევს სათბობის წვის შედეგად CO_2 -ის გამოყოფა.

ატმოსფეროს საშუალო ტემპერატურის 1-20-ით გაზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს ანტარქტიდისა და გრენლანდიის ყინულების დნობა, რითაც აიწვევს ოკეანეთა დონე, დაიტბორება მრავალი დასახლებული ადგილი, ასევე მოხდება კლიმატის გლობალური ცვლილება.

ნახშირჟანგი. ნახშირჟანგის (CO) წარმოშობა ძირითადად დაკავშირებულია ნახშირბადის შემცველ საწვავი ნედლეულის არასრულ წვასთან. ატმოსფეროში მოხვედრილ CO -ს დაახლოებით 80% ავტომანქანების გამონაბოლქვზე მოდის. იგი ძლიერ ტოქსიკური ნივთიერებაა. ნახშირჟანგს ახასიათებს ჰემოგლობინთან- სისხლის წითელ ბურთულაებთან შეერთების უფრო მეტი სწრაფვა, ვიდრე ჟანგბადს. ამიტომ, მისი მცირე რაოდენობით ჩასუნთქვაც კი იწვევს ცოცხალი ორგანიზმების დაღუპვას.

გოგირდის დიოქსიდი და აზოტის ოქსიდები ატმოსფეროში ხვდება თბოენერგეტიკის, მეტალურგიის, ტრანსპორტისა და სხვა დარგების ინტენსიური განვითარების შედეგად. ქიმიური მრეწველობის საწარმოების შედეგად ატმოსფეროში ხვდება აზოტის ოქსიდები, გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, ამიაკი, გოგირდწყალბადი, ქრომისა და ფტორის ნაერთები და ა.შ.

გარდა აღნიშნული ნივთიერებებისა ჰაერში ხვდება მრავალი ქიმიური ელემენტი, რომელთა უმრავლესობა ტოქსიკურია და საშიშია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

ატმოსფეროს დაბინძურებასთან დაკავშირებული მწვავე ეკოლოგიური (გლობალური მასშტაბის) პრობლემებიდან ერთ-ერთი ყველაზე საგანგაშოა მზის ულტრაიისფერი დამცავი ფარის, სტრატოსფერული ოზონის რღვევის ნიშნები, ოზონის ხვრელის წარმოქმნა და გაფართოება - რაც

ძირითადად გამოწვეულია ატმოსფეროში ფრეონისა და აზოტის ჟანგის კონცენტრაციის გაზრდით. ოზონს ახასიათებს გარემოზე ზემოქმედების ორმაგი უნარი - დადებითი და უარყოფითი, რაც დამოკიდებულია მის კონცენტრაციაზე. თუ მისი შემცველობა ატმოსფეროში ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებშია (30-40 მკგ/მ3), იგი თავისი ბაქტერიოციდული თვისების ხარჯზე ახდენს ატმოსფეროს გაწმენდას ბაქტერიებისაგან. თუ კონცენტრაცია 0-20 მკგ/მ3-ის ინტერვალშია, მისი ბაქტერიოციდული ეფექტი მცირდება, ხოლო აღნიშნულზე დიდი რაოდენობით იგი უარყოფითად მოქმედებს როგორც ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ასევე ეკოსისტემაზე.

ამჟამად ატმოსფეროს ძირითადი დაბინძურების კერად დიდი ქალაქები და სამრეწველო ცენტრები მიჩნეული. ურბანიზებულ ტერიტორიაზე ანთროპოგენური ზემოქმედებით ჰაერში არსებული ზოგიერთი ნივთიერების და აეროზოლების რაოდენობა შესამჩნევად იზრდება, ამასთან ჰაერში, წყალში და ნიადაგში შეიმჩნევა ისეთი ნაერთები, რომლებსაც ბუნებრივ პირობებში არ ვხვდებით ხელოვნური რადიოიზოტოპები, სინთეზური სარეცხი საშუალებები, პლასმასები, პესტიციდები და სხვა. ირღვევა ნივთიერების წრებრუნვა როგორც ლოკალური, ასევე პლანეტარული მასშტაბით, იცვლება კლიმატური პირობები.

ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია არათანაბრად არის განაწილებული. იგი დამოკიდებულია არა მარტო წარმოშობის კერების განაწილებაზე და ნაწილაკების სიდიდეზე, არამედ მეტეოროლოგიურ პირობებზე და ოროგრაფიაზე. სხვადასხვა წყაროების მიერ გამოყოფილი ნივთიერებების გაფანტვა ან დიფუზია ინტენსიურად ხდება მიწისპირა ჰაერისათვის დამახასიათებელი ტურბულენტობის გზით. აეროზოლები ქარისა და ტურბულენტობის მეშვეობით ვრცელდება ყველა მიმართულებით, რის შედეგადაც ატმოსფეროში ხდება მათი კონცენტრაციის შემცირება. ამ გზით ნაწილაკების გადატანის სიძლიერე დამოკიდებულია ატმოსფეროს სტრატოფიკაციაზე. არამდგრადი სტრატოფიკაციის დროს მავნე ნივთიერებები ადის მაღლა ისე, რომ გარემო ნაკლებად ბინძურდება. მდგრადი სტრატოფიკაციის პირობებში ხდება პირიქით, გარემო მეტად ბინძურდება.

ატმოსფეროს მაქსიმალური დაბინძურება ძირითადად დაკავშირებულია ამინდის მდგრად თერმულ სტრატოფიკაციასთან, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ინვერსიული ფენის წარმოქმნას. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება დაღმავალი დენები, ტურბულენტური მოძრაობა სუსტდება და ხშირია ნისლის წარმოქმნის შემთხვევები. ხოლო ქალაქისა და სამრეწველო ობიექტების თავზე ჰაერის ძლიერი დაბინძურება წარმოშობს "სმოგს".

სმოგი, ეს არის ქალაქური გარემოს ატმოსფეროს ექსტრემალური გაჭუჭყიანება, სმოგის რამდენიმე გეოგრაფიულ ტიპს გამოჰყოფენ:

1. ყინულოვანი სმოგი, რომელიც არქტიკულ და სუბარქტიკულ განედებზეა გავრცელებული და რომელიც განსაკუთრებით ხშირად აღინიშნება ალასკაზე ფერბენქსში. წარმოიშობა მეტად დაბალი ტემპერატურებისას ზამთარში (-35°-ზე და უფრო დაბლა). ძირითადად ნოემბრიდან მარტის ჩათვლით, ჰაერის ცივი მასების მიწისპირა ინვერსიის შედეგად. გაჭუჭყიანების მთავარი წყაროა თბოელექტროსადგურები, წყლის ორთქლი, რომელიც ყინულის საკმაოდ მსხვილ კრისტალებს შეიცავს და რომლის გამოც 10 მ-ზე და უფრო მცირე მანძილზეც კი ხილვადობა მეტად გართულებულია. თბოელექტროსადგურის გამონაბოლქვში არსებული გოგირდის ჟანგეულები წყლის ორთქლთან რეაქციაში ქმნის უწვრილეს გოგირდმჟავას კრისტალებს, ეს უკანასკნელი კი სმოგს მეტად ტოქსიკურს ხდის.

2. გოგირდმჟავას ანჰიდრიდიანი სმოგი, რომელშიც არსებული აღნიშნული ნივთიერება დასაშვებ ნორმაზე ბევრად მეტია, იგი ასევე გაჯერებულია მძიმე მეტალებით (სპილენძი, ნიკელი, აზბესტი, მხუთავი გაზი და სხვ.), იგი შეინიშნება ზაფხულის სეზონზე ქ. ნორილსკში.

ქ. ნორილსკში ზამთრის სმოგი ქ. ფერბენქსში არსებული ყინულოვანი სმოგის მსგავსია.

3. ლონდონური ტიპის სმოგი. უმეტესად ზომიერი სარტყლის ჰავის პირობებში ვრცელდება, იქ სადაც ტენიანი ზღვიური კლიმატია, ასეთი სმოგი არაერთხელ შეინიშნება დასავლეთ ევროპის მსხვილ ქალაქებში. ლონდონური სმოგის დროს ძლიერ მცირდება ხილვადობა; ატმოსფეროში იზრდება აზოტის და გოგირდის ჟანგეულების, მხუთავი გაზის, ნახშირბადების რაოდენობა, ასეთ სმოგს ადგილი აქვს შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, სუსტი ან სრულიად უქარო ამინდების დროს.

4. ლოს-ანჯელესის სმოგი, წარმოიქმნება ზაფხულში დაბალი განედების და ზომიერი სარტყლის სამხრეთ რეგიონებში. ძლიერი გაჭუჭყიანებისა და მზის რადიაციის მოქმედების შედეგად, როდესაც ეს უკანასკნელი ტოლია ან მეტია 2 ჯოული/სმ.წუთში. აღნიშნულ სმოგს გააჩნია ფოტოქიმიური ბუნება; ხშირია ქ.ქ. ლოს-ანჯელესში, მეხიკოში და სხვა სამხრეთულ (ჩრდილო ნახევარსფერო) და ჩრდილოურ (სამხრეთ ნახევარსფერო) ქალაქებში. აღნიშნული სმოგის ძირითადი კომპონენტებია: ფოტოქსიდები (ოზონი, ორგანული ზეჟანგები, ნიტრიტები, აზოტის ჟანგეულები), ე.ი. ფოტოქიმიური რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი მეორადი, კიდევ უფრო ტოქსიკური ნაერთები ვიდრე პირველადი.

ცნობილია, რომ გაჭუჭყიანების დონეს ძლიერ ამცირებს მწვანე ნარგავები.

მცენარეული საფარის რაოდენობის მიხედვით ცუდად გამწვანებულად ითვლება ისეთი ქალაქი, სადაც მცენარეებს მთელი ფართობის მხოლოდ 10% უჭირავს, შედარებით დამაკმაყოფილებელია 10-40%-იანი გამწვანება, კარგია 40-60%-იანი, ხოლო საუკეთესო-60%-ზე მეტი. გამწვანებისას აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული ამა თუ იმ ხის ჯიშის ან ბუჩქის გამძლეობა გარკვეული ტერიტორიის გეოგრაფიული პირობებისა და ძირითადი გამაჭუჭყიანებლების მიმართ.

მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით გაჭუჭყიანებული ჰაერის მაღალი პოტენციალით გამოირჩევა ცენტრალური ალასკა, დიდი ველის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილი, კალიფორნიის სანაპირო, ატაკამას, ნამიბიის და საჰარის ოკეანისპირა უდაბნოები, რუსეთში-თითქმის მთელი აღმოსავლეთ ციმბირი, საიანები, ალტაი, კოლის ნ/კ, საქართველოში: ზესტაფონი, რუსთვი, კასპი.

საფრენი აპარატები იძლევა იმის სრულ სურათს და ინფორმაციას თუ სად, როგორი სიჩქარით გადაადგილდება სამრეწველო ობიექტებიდან ატმოსფეროში ემისირებული კვამლის ღრუბელი.

ატმოსფეროს დაბინძურების წინააღმდეგ ბრძოლის გზები

ატმოსფერო დედამიწაზე სიცოცხლის აუცილებელი პირობაა, იგი არეგულირებს და განსაზღვრავს ჩვენი პლანეტის კლიმატს, წარმოადგენს ბიოსფეროს თერმორეგულატორს. ატმოსფერული ჰაერი, როგორც ფიზიკური სხეული, პრაქტიკულად გამოუღებელი ბუნებრივი რესურსია, მაგრამ თანამედროვე ეპოქაში ძლიერი ანთროპოგენური დაბინძურება მას თვისობრივი გამოლევის საშიშროებას უქადის.

ატმოსფეროს დაბინძურებაში იგულისხმება ეკოლოგიური სიტუაცია, რომლის დროსაც ატმოსფეროში ხვდება სხვადასხვა სახის მავნე ნივთიერებები სამივე აგერეგატულ მდგომარეობაში (მყარი, თხევადი და აირივანი).

ატმოსფეროს ძლიერი ანთროპოგენური დაბინძურების დროს, მისი თვითგაწმენდის უნარი ვერ უზრუნველყოფს მინარევების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის დონის შენარჩუნებას, რის გამოც აუცილებელი ხდება გლობალური მასშტაბის ეფექტური ღონისძიების გატარება, რათა თავიდან იქნას აცილებული კრიზისული (ზოგჯერ კატასტროფული) ეკოლოგიური სიტუაციის წარმოქმნის საფრთხე.

გარემოს დაბინძურების ხარისხის და შექმნილი ვითარების საშიშროების ობიექტური შეფასების მიზნით, შემოდებულია ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზ.დ.კ.) ცნება. იგი განსაზღვრავს ჰაერში მავნე ნივთიერებათა იმ მაქსიმალურ კონცენტრაციას, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმებზე და საერთოდ - გარემოზე არ ახდენს მავნე ზემოქმედებას.

ატმოსფეროს ანთროპოგენური დაბინძურების დაცვის ღონისძიებებიდან უმთავრესია:

1. წარმოებაში უახლესი ტექნოლოგიების დანერგვა (დამცავი მექანიზმები);
2. ეკოლოგიურად უსაფრთხო, ალტერნატიული ენერგეტიკის განვითარება (მზის, ქარის, ჰიდრო, ზღვის ტალღების და ა.შ.);
3. ...საკვამლე მიწებიდან ამოფრქვეული აეროზოლების დამჭერი ეფექტური მოწყობილობებით უზრუნველყოფა;
4. ტყის არაგონივრული ჭრის აღკვეთა და მისი მასივების გაფართოება;
5. ავტოტრანსპორტში მაღალი ხარისხის (ტყვიის და სხვა მძიმე მეტალების ნაკლებად შემცველი) საწვავის და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ენერჯის (ელექტრო და მზის ენერჯია) გამოყენება;
6. მსოფლიო ოკეანის დაცვა დაბინძურებისაგან, ვინაიდან ატმოსფერული პროცესები და მასში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია ბევრად არის დამოკიდებული ოკეანის და საერთოდ ფიტოპლანქტონის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე;
7. იურიდიული საკანონმდებლო უზრუნველყოფა და ადამიანის ეკოლოგიური განათლების დონის ამაღლება.

კლიმატის თანამედროვე დათბობის შესწავლის მიზნით შექმნილი მრავალი მიმართულებიდან, დღეს მსოფლიოში აღიარებულია მხოლოდ ორი. ერთი მათგანი სწავლობს ატმოსფეროს მცირეკომპონენტური მინარევების რაოდენობრივი ცვლილებების გავლენას, ხოლო მეორე - ატმოსფეროს დაბინძურების როლს დედამიწის ენერგეტიკულ წონასწორობაზე.

1992 წელს ქ. რიო-დე ჟანეიროში მსოფლიოს 155-მა ქვეყანამ ხელი მოაწერა გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის (გაერო) ჩარჩო კონვენციას „კლიმატის ცვლილების“ შესახებ, რომლის მიზანია ატმოსფეროში „სათბურის აირების“ კონცენტრაციის ზრდის და ამით გამოწვეული გლობალური დათბობის შეჩერება.

საქართველო გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციას 1994 წელს შეუერთდა. გარემოს დაცვის გლობალური ფონდის (GEF) ფინანსური მხარდაჭერით, 90-იანი წლების ბოლოსათვის, საქართველომ მოამზადა პირველი ეროვნული შეტყობინება ამ კონვენციისათვის.

2006-2009 წლებში საქართველომ მოამზადა მეორე ეროვნული შეტყობინება კონვენციისათვის, სადაც წარმოდგენილია ახალი მასალები კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით და აღნიშნულია მისი არახელსაყრელი ზემოქმედება საქართველოზე უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში.

ამ დოკუმენტის მომზადების პროცესში გამოიკვეთა რამოდენიმე განსაკუთრებით მოწვევადი ეკოსისტემა და ეკონომიკის სექტორი, რომლებიც მიჩნეულია პრიორიტეტად ქვეყანაში. საქართველომ აიღო ვალდებულება მხარი დაუჭიროს და განახორციელოს ქვეყანაში კონვენციის შემდეგი პრინციპები:

- შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის რეკომენდაციების მომზადება;
- „სათბური გაზების“ ეროვნული ინვენტარიზაცია, მათი შემამცირებელი სტრატეგიის შემუშავება და ანგარიშების პერიოდული წარდგენა;
- კლიმატის ცვლილებისადმი მოწვევადი ეკოსისტემების საადაპტაციო ზომების შემუშავება და განხორციელება;
- ცნობიერების ამაღლება მიზნობრივ ჯგუფებში: გადაწყვეტილების მიმღები პირები, კერძო სექტორი, განათლების სისტემა, დაინტერესებული მხარეები და სხვა.

„სათბურის გაზების“ ემისია (ამ ეტაპზე არ წარმოადგენს ქვეყნის პრიორიტეტს, რადგან გაზების ემისია საქართველოს ტერიტორიიდან საკმაოდ დაბალია, 0.1%-ზე ნაკლები გლობალურიდან. მიუხედავად ამისა, საქართველო აღიარებს გაზების ემისიის შემცირების მნიშვნელობას ყველა ქვეყნიდან და მხარს უჭერს იმ პროექტებისა და პროგრამების განხორციელებას, რომლებიც ამცირებს „სათბურის გაზების“ ემისიას სხვადასხვა ქვეყნის ტერიტორიებიდან.

საქართველოს მდგრადი განვითარების შენარჩუნებისათვის, საჭიროა შემუშავებულ იქნას ეროვნული სამოქმედო გეგმა კლიმატის ცვლილებასთან მიმართებაში.

შემუშავებულია მოკლევადიანი და გრძელვადიანი სამოქმედო გეგმები. მოკლევადიანი მოიცავს 2009 - 2012 წწ, ხოლო გრძელვადიანი 2012 - 2015 წწ.

თავი 12. ჰიდროსფერო

12.1 ჰიდროსფეროს სტრუქტურა და მნიშვნელობა, „ჰიდროსფერო-ატმოსფეროს ერთიანი სისტემა“

ჰიდროსფერო ეს არის დედამიწის წყლის გარსი, რომელიც მოიცავს ბუნებრივ წყლებს., რომლებიც წარმოდგენილია როგორც თხევადი, ისე მყარი და აიროვანი (ორთქლის) სახით. ჰიდროსფეროს ცნება პირველად მე-19 საუკუნეში შემოიღო ზიუსმა. ჰიდროსფერო ერთიანი მთლიანი სისტემაა და მოიცავს ყველა იმ წყალს რომელიც მონაწილეობს ნივთიერებათა გლობალურ წრებრუნვაში, მათ შორის დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილში არსებულ მიწისქვეშა წყლებს, ატმოსფერულ ტენს და ცოცხალ ორგანიზმებში არსებულ წყალს.

ჰიდროსფეროს - დედამიწის წყლის გარსს ორ დიდ ნაწილად ყოფენ:

- მსოფლიო ოკეანისა და ზღვის წყლები
- ხმელეთის წყლები (მდინარეები, ტბები, ჭაობები, მყინვარები, მიწისქვეშა წყლები, ატმოსფერული ორთქლი, თოვლის საფარი, გრუნტის ყინულებში დაცული წყლები, წყალსაცავები).

წყლის სახე	მოცულობა კმ ³	წყლის (%) საერთო მარაგში
ოკეანეები და ზღვები	1 338 000 000	96.5
მიწისქვეშა წყლები	33 930 000	2.24
მყინვარები და მარადი თოვლი	24 064 100	1.74
ტბები	176 400	0.013
ჭაობები	11 470	0.0008
მდინარეები	2 120	0.0002
მარადი მზრალობის რაიონები	300 000	0.022
ნიადაგის ტენი	16 500	0.001
ბიოლოგიური წყალი	1 120	0.0001
წყალი ატმოსფეროში	12 900	0.001
სულ	1 385 984 610	100

მსოფლიო ოკეანეს ფართობითაც და მოცულობითაც ყველაზე დიდი ადგილი უჭირავს ჰიდროსფეროში და დედამიწის ზედაპირზე, მასში გაერთიანებულია ოკეანეები, ზღვები, ყურეები და სრუტეები. ბაზილონელებისა და ევგვიპტელების წარმოდგენით “ოკეანა” ანუ დიდი მდინარე გარს ერტყა ხმელეთის დისკოს. საკუთრივ ოკეანე ეს არის მსოფლიო ოკეანის ნაწილი, რომელიც მოთავსებულია კონტინენტებს შორის

ჰიდროსფეროს როგორც წყლის გარსს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ლითოსფეროს, ატმოსფეროს და ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესებში. მსოფლიო ოკეანე მზის სითბური ენერჯის მიმღები ძირითადი წყაროა. ამიტომაც არის რომ სამხრეთის განედების ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროები რბილი კლიმატური პირობებით ხასიათდება, ვიდრე სანაპირო ზონისაგან დაშორებული ადგილები. ზღვის თბილი და ცივი დინებები შესამჩნევ გავლენას ახდენენ კლიმატურ პირობებზე. მაგ. ატლანტის ოკეანის თბილი დინება გავლენას ახდენს ევროპის კლიმატზე. მსოფლიო ოკეანიდან და დედამიწის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის მასა ადის ატმოსფეროში, იწვევს მის გატენიანებას და კონდენსაციის შემდეგ ატმოსფერული ნალექების შედეგად მოდის დედამიწის ზედაპირზე. ჰაერის ცირკულაცია ხელს უწყობს ნალექების განაწილებას კონტინენტებზე.

ხმელეთზე მოსული ატმოსფერული ნალექები წარმოქმნის მდინარეებს, რომლებიც მიედინება დედამიწის ზედაპირის დახრილობის მიხედვით. მიმდინარე წყლები რეცხავს დედამიწის ზედაპირს (ეროზია), თან მოაქვს გადარეცხვის პროდუქტები, შლის მთის ქანებს და გადააქვს მყარი მასალა დადაბლებულ ადგილებში, ლექავს და ავსებს მას (აკუმულაცია). მასალის ნაწილი კი ჩააქვს წყალსატევებში.

მოსული ატმოსფერული ნალექების ნაწილი და მდინარეული ჩამონადენი გროვდება ჩადაბლებულ ადგილებში და წარმოიშობა ტბები, ნაწილი კი ჩაიჭონება ნიადაგებში და წარმოიშობა ნიადაგისა და გრუნტის წყლები.

ზოგიერთი ტბის სიდიდე ისეთ ზომებს აღწევს რომ მას ზღვასაც კი უწოდებენ, მაგალითად კასპიის, არალის და ა.შ. ტბები ბუნებრივად არგულ;ირებენ მისგან გამოსული მდინარეთა წყლიანობის რეჟიმს. გრუნტში მიწისქვეშა წყლები ხსნის სხვადასხვა სახის მარილებს, რომელიც გამოაქვს დედამიწის ზედაპირზე წყაროების სახით. წყალი აუცილებელია ცოცხალი ორგანიზმების ფუნქციონირებისათვის. ჰიდროსფეროში მიმდინარე პროცესებზეა დამოკიდებული წყალში არსებული ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნება.

ადამიანის ცხოვრება და საქმიანობა მჭიდროთა დაკავშირებული ჰიდროსფეროსთან. სწორედ წყლის რესურსებითა და წყალსამეურნეო ღონისძიებების გატარებით ხდება წყლის, როგორც ადამიანის სიცოცხლისათვის აუცილებელი კომპონენტის გამოყენება.

12.2 ბუნებრივი წყლის თვისებები

წყალი (H_2O) შედგება 11% ჟანგბადისა და 89% წყალბადისაგან, წყლის წარმოქმნის დროს ერთი მოცულობა ჟანგბადი ორ მოცულობა წყალბადს უერთდება. ყველა მოლეკულა არ არის ერთნაირი წონის. წყლის მოლეკულის ატომური წონა ჩვეულებრივ 18-ს უდრის, მაგრამ მძიმე წყლისა (დეიტერიუმი) და ზემძიმე წყლის (ტერიუმი) შემთხვევაში მისი მასა 21 და 22 კი აღწევს.

წყლის ფიზიკური და ქიმიური თვისებებიდან აღსანიშნავია მისი შემდეგი ძირითადი თვისებები:

- **წყალი როგორც გამხსნელი:** ბუნებრივ პირობებში წყალი სუფთა სახით არასოდეს არ გვხვდება. წყალი თავისი ბრუნვის პროცესში ეხება სხვადასხვა ქანებსა და მინერალებს და წარმოქმნის საკმაოდ რთულ ხსნარებს. არ არსებობს დედამიწაზე ნივთიერება რომელიც წყალში არ იხსნება, ზოგი მეტად, ზოგი ნაკლებად. წყალი უნივერსალური გამხსნელია.

- **მარილიანობა:** განისაზღვრება ერთ ლიტრ წყალში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობით მილიგრამებში ან პრომილებში. ბუნებრივ წყლებში გახსნილი ნივთიერებებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ქლორის, სულფატის, ჰიდროკარბონატის, ნატრიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის, კალიუმის იონები.

- **სითბოტევადობა და სითბოგამტარობა:** წყალი ბუნებაში სამ აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება თხევადში, მყარსა და აიროვანში, ყინული წყალზე უფრო მსუბუქია, წყალი გაყინვისას ფართოვდება. ნორმალური წნევის (760 მმ) დროს წყლის დუდილის ტემპერატურა 100° უდრის, ერთი გრამი წყლის აორთქლებაზე იხარჯება 597 გ/კალორია სითბო. იგივე სითბოს რაოდენობა გამოიყოფა წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს. წყლის გაყინვის ტემპერატურა და წყლის სიმკვრივე დამოკიდებულია წყლის მარილიანობაზე.

წყალი სითბოს ცუდი გამტარია, ამიტომ მზის სითბოს მთავარ მასას წყლის ზედა ფენები აკავებს, მისი სითბოტევადობა გაცილებით მეტია სხვა სხეულების სითბოტევადობაზე

- **სიბლანტე** - ჩვეულებრივ წყალში სიბლანტე წნევების ზრდასთან ერთად დიდდება, ხოლო ტემპერატურის გაზრდით კი მცირდება. წყლის სიბლანტე მოქმედებს მასში გახსნილი ნივთიერებების შემცველობაზე. წყალს - ამ უფრო და უგემო სითხეს გააჩნია სრულიად უნიკალური თვისება - წარმოქმნას არაჩვეულებრივად მტკიცე ზედაპირული აფსკი. რაც უფრო სუფთაა წყალი, მით უფრო ინტენსიურად იზრდება მისი ზედაპირული დაჭიმულობა.

- **გამჭირვალობა** დამოკიდებულია მასში გამავალი სხივების ტალღის სიგრძეზე. ულტრაიისფერი სხივები წყალში თავისუფლად აღწევენ, ინფრაწითელი კი ძნელად. წყალი შთანთქავს ხილული სინათლის ნარინჯისფერ და ცისფერ კომპონენტების დიდ ნაწილს, რითაც აიხსნება წყლის დიდი სივრცეების ცისფერი შეფერილობა

თავი 13. სითბოსა და ტენის მიმოქცევა ჰიდროსფეროში

დედამიწაზე უწყვეტად მიმდინარეობს წყლის ბრუნვა (ტენზრუნვა), რომელიც ურთიერთქმედებს ატმოსფეროსთან, ლითოსფეროსთან, ბიოსფეროსთან და ეს მთლიანობაში აერთიანებს ჰიდროსფეროს ყველა ნაწილს. ეს პროცესი წარმოადგენს გლობალურ, რეგიონალურ და ადგილობრივ მასსტაბში ნივთიერებისა და ენერჯიის გაცვლას. ტენზრუნვის მამოძრავებელ ძალებად ითვლება სითბური ენერჯია და სიმძიმის ძალა. სითბური ძალების ზემოქმედების შედეგად ხდება აორთქლება, წყლის ორთქლის კონდენსაცია, დნობა, გაყინვა და წყლის სხვადასხვა ფაზური გადასვლები. სიმძიმის ძალის გავლენით ხდება ატმოსფერული ნალექების მოსვლა, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების მოძრაობა და ა.შ.

მზის სითბური ენერჯიის მოქმედებით ხმელეთიდან და მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან ყოველწლიურად საშუალოდ ორთქლდება $577 \cdot 10^3$ კმ³ წყალი. აქედან 86.5% მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან აორთქლებულ წყლის მასაზე მოდის, ხოლო 13.5% ხმელეთიდან ორთქლდება. მზის რადიაციის სიდიდე ძალიან დიდია. მზიდან დედამიწაზე ყოველწლიურად $13.4 \cdot 10^{20}$ კკალორია სითბო აღწევს. აქედან ბუნებაში წყლის ბრუნვაზე იხარჯება 22%.

ატმოსფეროში მოხვედრილი წყლის მასა ორთქლის სახით ჰაერის დინების საშუალებით ხმელეთზე გადაიტანება. აქ ხელსაყრელ პირობებში ხდება მისი კონდენსაცია და დედამიწის ზედაპირზე მოდის ატმოსფერული ნალექების (წვიმის, თოვლის, სეტყვის) სახით. დედამიწის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექების ნაწილი ისევ აორთქლდება, ნაწილი გრუნტში ჩაიჭონება და მიწისქვეშა

წყლებს ასაზრდოებს, რომელიც შემდეგ მდინარეებსა და ზღვებს უერთდება. მოსული ატმოსფერული ნალექების ნაწილი მდინარეებში ჩაედინება, რომლებიც ოკეანეებსა და ზღვებს უერთდება. ამგვარად მთავრდება წყლის ბრუნვა ბუნებაში. მზის რადიაციის მუდმივი მოქმედებით დედამიწის ზედაპირზე გამუდმებით წარმოებს აორთქლების პროცესი და მასთან დაკავშირებული წყლის ბრუნვაც.

წყლის დიდი ნაწილი, რომელიც აორთქლდება მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან, ადის ატმოსფეროში, განსაზღვრულ სიმაღლეზე აღწევს კონდენსაციის ზონას, რომლიდანაც ატმოსფერული ნალექების სახით უბრუნდება ოკეანის ზედაპირს და ა.შ. ამგვარად იკვრება წყლის ბრუნვის მცირე (ოკეანური) წრე, რომელშიც მონაწილეობს ოკეანე და ატმოსფერო..

დედამიწაზე წყლის ბრუნვის დიდი წრე, რომელშიც მონაწილეობს მსოფლიო ოკეანე, ატმოსფერო და ხმელეთი, შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად. ატმოსფეროში ასული წყლის ორთქლის ნაწილი ჰაერის დინებათა საშუალებით გადის ხმელეთზე, სადაც ხდება მისი კონდენსაცია და ატმოსფერული ნალექების სახით მოდის ხმელეთის ზედაპირზე, რომლის ნაწილი მდინარეების საშუალებით უბრუნდება ზღვებსა და ოკეანეებს. რამდენჯერაც არ უნდა განმეორდეს ნალექების მოსვლის პროცესი და მისი აორთქლება, საბოლოოდ ჰაერის დინებათა მიერ ხმელეთზე მოტანილი წყლის რაოდენობა ჩამონადენის საშუალებით მაინც უერთდება ოკეანეს. აღსანიშნავია რომ წყლის გლობალურ ცვლილებაში მონაწილეობს წყალში გახსნილი მარილები, მყარი ნატანი მასალა და აირები.

ხმელეთის ზედაპირის ნაწილი წარმოადგენს ჩაკეტილ უჩამონადენო აუზებს. ამ ჩაკეტილი აუზების როგორც ზედაპირული ასევე მიწისქვეშა წყლები ჩაედინება და აკუმულირდება დიდ გაუდინარ ტბებში. აქ წყლის ბრუნვას ნაწილობრივ დამოუკიდებელი ხასიათი აქვს, მაგრამ მას მაინც აუცილებლად კავშირი აქვს ბუნებაში წყლის საერთო ბრუნვასთან. ჩაკეტილი უჩამონადენო მხარეების წყლის ბრუნვის თავისებურება არის ის, რომ აქედან წყალი მოხვდება ოკეანეებში არა ზედაპირული ჩამონადენის სახით, არამედ ჰაერის დინებით გადატანილი წყლის ორთქლის საშუალებით. ჩაკეტილი უჩამონადენო მხარეებიდან აღსანიშნავია არალისა და კასპიის ზღვების აუზი, ჩადის ტბის აუზი აფრიკაში, დიდი წყალშემკრები აუზი ჩრდილოეთ ამერიკაში, საჰარის უდაბნო, არაბეთის და ცენტრალური ავსტარლიის უდაბნოები, ცენტრალური აზიის ბევრი რაიონი.

თავი 14. მსოფლიო ოკეანე

14.1 მსოფლიო ოკეანის სტრუქტურა

ოკეანეებისა და ზღვების მთლიან ზედაპირს, საიდანაც ხმელეთი ოკეანეებისა და კუნძულების სახით ზევით არის ამოზიდული მსოფლიო ოკეანე ეწოდება. კაცობრიობის განვითარებამ, დიდმა გეოგრაფიულმა აღმოჩენებმა, ნაოსნობის განვითარებამ და ოკეანეების ბუნებრივი პირობების შესწავლამ საზოგადოება მიიყვანა იმ დასკვნამდე რომ აუცილებელია მსოფლიო ოკეანის ცალკეულ ნაწილებად დაყოფა, რომელიც მოახდინეს შემდეგი ძირითადი ნიშნებით: კონტინენტებისა და კუნძულთა არქიპელაგების სანაპიროების კონფიგურაციით, ოკეანეების ფსკერის რელიეფით, დინებებისა და ატმოსფერული ცირკულაციური სისტემებით, წყლის ტემპერატურის განაწილებით და სხვა.

მსოფლიო ოკეანე იყოფა ხუთ ოკეანედ, ესენია: წყნარი, ატლანტის, ინდოეთის, სამხრეთის და არქტიკის

ოკეანეთა ზოგიერთი მახასიათებელი

დასახელება	ფართობი		მოცულობა ათ. კმ ³	სიღრმე	
	მლნ.კმ ²	%		საშ	მაქს
წყნარი	170.11	47.1	676.35	3976	11022 მარიანის ღრმული
ატლანტის	84.5	23.4	303.95	3597	8742 პუერტორიკოს ღრმული
ინდოეთის	71.6	19.8	265.7	3711	7209 -----ზონდის ღრმული
სამხრეთის	20.3	5.6	76.67	3777	7235 სამხრეთ სენდვიჩის ღრმული
არქტიკის	14.75	4.1	18.07	1225	5227 გრელანდის ზღვა

ოკეანეებს შორის საზღვრები კონტინენტების სანაპირო ხაზებთან მკაფიოდ არის გამოსახული, ხოლო საზღვაო საზღვრები კი პირობითად.

ზღვა ეს არის ოკეანის წყლის ნაწილი, რომელიც მცირედ ან დიდად არის ხმელეთში შეჭრილი და ოკეანეების წყლის რეჟიმისაგან განსხვავებული საკუთარი რეჟიმი ახასიათებს, ზღვების კლასიფიკაცია ხდება მრავალი ნიშნის მიხედვით ხმელთის მიმართ (გეოგრაფიული) მდებარეობის, წყლის ტემპერატურის, სიღრმის, მარილიანობის და ა.შ.

ხმელთის მიმართ (გეოგრაფიული) მდებარეობის მიხედვით ზღვები იყოფა:

სანაპირო ზღვები – კონტინენტის სიღრმეში მცირედ არის შეჭრილი და არსებითად ოკეანეებს ესაზღვრება, ოკეანეებიდან სანაპირო ზღვები კუნძულებითა და ზოგჯერ ნახევარკუნძულებით არის გამოყოფილი. ასეთი ზღვები სხვა ზღვებთან შედარებით მჭიდროდ უკავშირდება ოკეანეთა წყლების ჰიდროლოგიურ რეჟიმს. სანაპირო ზღვებში მცირე რაოდენობით არის კუნძულები. ისინი ნაკლებად დანაწევრებულია. სანაპირო ზღვების ტიპს მიეკუთვნება კარის, ლაპტევის, ბერინგის და სხვა ზღვები.

შიდა ზღვები - ჩვეულებრივად ხმელეთში ღრმად იჭრებიან და ოკეანეებს ვიწრო სრუტებით უერთებიან, რომლებიც არ იძლევიან ფართო წყლის გაცვლის საშუალებას ოკეანეებსა და ზღვებს შორის. ისინი ძლერ დანაწევრებულები არიან კუნძულებითა და ნახევარკუნძულებით. (მაგ. ხმელთაშუაზღვა) შიდა ზღვების ნაწილი ძალზე ღრმად იჭრება რომელიმე კონტინენტში და ის რომელიმე ზღვასთან არის შეერთებული სრუტით. (მაგ. ბალტიის, შავი, აზოვის, თეთრი ზღვები) ასეთი ზღვები განსაკუთრებული ჰიდროლოგიური რეჟიმით ხასიათდებიან.

ოკეანეები და ზღვები ხმელთის სანაპირო ზოლში ქმნის სხვადასხვა სხვადასხვა ფორმებს, როგორცაა ყურეები, უბეები ფიორდები და სხვა

ოკეანისა და ზღვის ნაწილს, რომელიც შეჭრილია ხმელეთში და და სიგანითა და სიღრმით თანდათანობით მცირდება ყურე ეწოდება. მისი საზღვრის გატარება ოკეანესთან ან ზღვასთან ძალზე პირობითია. ზოგჯერ ყურის საზღვრად ოკეანესთან ორ მოსაზღვრე კონცხს ან პირობითად სიღრმის რომელიმე იზობათის ხაზს იღებენ. სხვადასხვა ფორმის მიხედვით ყურეებს აქვს სხვადასხვა სახელწოდება უბე, ფიორდი, ლაგუნა და სხვა.

უბე ეს არის შედარებით პატარა ხმელეთში ღრმად შეჭრილი ყურე, იგი დაცულია ზღვის ძირითად ნაწილზე ჩამოყალიბებული ძლიერი ტალღებისაგან ამის გამო მას ხშირად იყენებენ ნავსადგურების მოსაწყობად. ფორმის მიხედვით უბე შეიძლება იყოს მრგვალი (ბისკაის, გვინეის) ძაბრისებური (დვინის), წაგრძელებული (კალიფორნიის), დატოტვილი (სიდნეის) და სხვა. ზოგჯერ უბეები სიდიდით ზოგიერთ ზღვას აღემატება, ასეთებია მაგალიტად ბისკაის, ჰუმონის, მექსიკის უბეები.

ვიწრო და გრძელ ყურეებს, რომელთა წარმოშობა დაკავშირებულია მყინვარების მოქმედებასთან ფიორდი ეწოდება. ფიორდი სამი მხრიდან მაღალი შვეული კალთებით არის შემოსაზღვრული, მაგალითად კოლოის უბე, ფიორდები განსაკუთრებით ბევრია ნორვეგიის სანაპიროსთან.

ლაგუნა ეს არის ოკეანის ან ზღვის წყალმარჩხი ნაწილი რომელიც მისგან გამოყოფილია ქვიშით აგებული სანაპირო ბარიერით და მასთან შეერთებულია ვიწრო სრუტეებით, ამის გამო მას ზღვასთან შეზღუდული წყალცვლა აქვს და თავისებური ფლორითა და ფაუნით გამოირჩევა.

ლიმანი კი არის ზღვიდან ქვიშის ცელით ან წყალმარჩხი ზონით გამოყოფილი უბე რომელიც ამავე დროს მდინარის შესართავის გაფართოებული და წყლით დატბორილი ნაწილია. მის ჰიდროლოგიურ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ის მდინარე, რომელიც მასში ჩაედინება.

ხმელეთის ორ ნაწილს შორის მდებარე ოკეანის ან ზღვის შემაერთებელ წყლის ვიწრო ნაწილს სრუტე ეწოდება მაგ. ბერინგი, გიბრალტარი და სხვა. მსოფლიოში სიგრძით უდიდესია მოზამბიკის სრუტე (1760 კმ), სიგანით კი დრეიკის (1120 კმ)

14.2 მსოფლიო ოკეანის წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ტემპერატურული რეჟიმი.

ზღვის წყალი ხმელეთის წყლებისაგან მთელი რიგი თვისებებით განსხვავდება.

ზღვის წყალს აქვს მწარე მარილიანი გემო, დიდი ხვედრითი წონა რაც განპირობებულია მასში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებათა თვისებებით. ზღვის წყლის საშუალო მარილიანობა პრომილეა, რაც იმას ნიშნავს რომ ერთი ლიტრა ზღვის წყალი შეიცავს 35 გრამ მარილს. მსოფლიო ოკეანის სხვადასხვა

რაიონში მარილიანობა შეიძლება მეტი ან ნაკლები იყოს, რაც დამოკიდებულია ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე და კლიმატურ პირობებზე. ზღვის წყალში დაახლოებით 60 მდე ნივთიერებაა გახსნილი, მათ შორის ყველაზე მეტია ქლორიანი მარილები (88%), შემდეგ მოდის სულფატები, კარბონატები და ა.შ.. ზღვის წყალში ბევრია ასევე მიკროელემენტები და ბიოგენური ნივთიერებები.

მსოფლიო ოკეანის გათბობის ძირითად წყაროს მზის პირდაპირი და გაფანტული რადიაცია წარმოადგენს. მზის სითბური ენერგიის ნაწილი წყლის ზედაპირიდან აირეკლება, ნაწილი წყლის მიერ შთაინთქმება, ნაწილი კი ატმოსფეროში გამოსხივდება. მზის სხივური ენერგია წყალში დიდ სიღრმეზე არ იჭრება, რადგან სხივური ენერგიის მნიშვნელოვან ნაწილს წყლის ზედაპირული ფენები შთანთქმავს. წყლის თბოგამტარობა ძალზე მცირეა, ამიტომ სითბოს გადაცემა სიღრმეში ნელა მიმდინარეობს.

ოკეანის წყალი წარმოადგენს გარემოს, რომელიც სიმკვრივის ტემპერატურისა და მარილიანობის მიხედვით სხვადასხვა ფენისაგან შედგება. (სტრატეფიკაცია). თუ წყლის ზედა ფენა უფრო მკვრივია ქვედა ფენასთან შედარებით, მაშინ მაღალი სიმკვრივის წყლის ზედა ფენა ქვევით ჩაეშვება და მის ადგილზე ქვევიდან ზევით ამოვა უფრო ნაკლებად მკვრივი წყალი.. ტემპერატურის რყევადობა დღე-ღამის განმავლობაში 20-25 მეტრის სიღრმეში მერყეობს, ხოლო წლიურად 300-400 მეტრის სიღრმეში. ოკეანის წყლის ზედაპირზე ყველაზე მაღალი ტემპერატურა ეკვატორულ ზონაშია, აქედან პოლუსებისაკენ წყლის ზედაპირული ტემპერატურა ეცემა. აღნიშნული კანონზომიერება ხშირად ირღვევა დინებებისა და ქარების ზეგავლენის შედეგად.

ზღვის წყალი ძირითადად მომწვანო-მოლურჯო ფერისაა. მის ფერს განაპირობებს მარილიანობა და მასში ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების არსებობა. მაგალითად ყვითელი ზღვა ფერადდება მასში ჩამდინარე თიხის ნაწილაკებით, რომელიც მასში ჩააქვს მდინარე ხუანხეს. მის ფერზე გავლენას ახდენს ასევე მოღრუბლულობა, ქარები და ღელვა.

ქვაბულის, წყლის ტემპერატურის, მარილიანობის, გახსნილი გაზების შემცველობის, განათებისა და წნევის მიხედვით ოკეანეში შეიქმლება გამოცემა: შელფური ფენა (200 მ სიღრმემდე), ბათიალური ფენა (200-1500 მ), აბისალური არე (1500-3000 მ) და ჰიპერაბისალური (3000 მეტრზე ღრმა)

14.3 წყლის მოძრაობა ოკეანეში

ზღვის წყალი განუწყვეტლივ მოძრაობაშია, როგორც ზედაპირზე ისე სიღრმეშიც. წყლის ნაწილაკები ასრულებენ როგორც რხევით (ღელვა) ისე წინსვლით (დინება) მოძრაობას.

ღელვა – ოკეანეში ტალღების მოძრაობის ერთ-ერთი სახეობაა. ეს არის ზღვის ზედაპირზე ქარის ზემოქმედებით გამოწვეული ტალღები. ღელვის გარდა ოკეანეებსა და ზღვებში არსებობს ტალღების სხვა სახეებიც: მიმოქცევის, სეიშების, შიდა და სხვ. ნებისმიერი ტალღური მოძრაობა წარმოადგენს წყლის მასის დეფორმაციას გარეშე ძალების ზემოქმედებით. ტალღას ოთხი ძირითადი ელემენტი ახასიათებს: ტალღის სიგრძე, სიმაღლე, პერიოდი და სიჩქარე. ტალღის სიმაღლე საშუალოდ 5 მეტრს არ აღემატება ტალღები იყოფა გრძელ და მოკლე ტალღებად. გრძელია ტალღა, რომლის სიგრძე მნიშვნელოვნად აღემატება ადგილის სიღრმეს. ასეთია მაგალითად, მოქცევის ტალღები, რომელთა სიგრძე ასეული და ზოგჯერ ათასეული კილომეტრით განისაზღვრება. მოკლე ტალღას მიეკუთვნება ქარის ტალღები, რომელთა ზომაც რამდენიმე ათეული ან ასეული მეტრია. ტალღის ერთ-ერთი სახეა ლივლივის ტალღები, რომლებიც გრძელდება ქარის ჩადგომის შემდეგაც, რომელმაც ქარისმიერი ღელვა გამოიწვია.

წყალქვეშა მიწისძვრების ან ვულკანების ამოფრქვევის შედეგად წარმოიქმნება სეისმური ტალღები – ცუნამი, რომლებსაც დიდი დამანგრეველი ძალა გააჩნია. წყლის მთელი სიღრმე ფსკერიდან ზედაპირამდე მოდის მოძრაობაში. ნაპირთან, სადაც ტალღა გამოაღწევს შელფზე და ხმელეთზე, ადგილი აქვს ტალღის ძლიერ დეფორმაციას, იზრდება მისი სიმაღლე და ტალღა ხმელეთზე გადაგორდება უზარმაზარი გორგალის სახით.

ზღვაზე გარეშე ძალების ზემოქმედება იწვევს არა მხოლოდ წყლის ზედაპირის, არამედ წყლის სიღრმული ფენების მოძრაობასაც.

მიმოქცევა ეს არის წყლის დონეთა პერიოდული რყევა, რომელიც დაკავშირებულია დედამიწა-მთვარე-მზეს სისტემის ურთიერთქმედების ძალებთან. ეს მოვლენა ყველაზე კარგად ჩანს ნაპირებთან პერიოდული რყევებით, როდესაც ხან მოქცევას – წყლის დონის მატებას აქვს ადგილი, ხან – მიქცევას – წყლის დონის კლებას. ამ დონეებს შორის სხვაობას ეწოდება მომიქცევის სიდიდე.

მიქცევა და მოქცევა დამოკიდებულია ასევე გეოგრაფიულ განედზე, წყლის სიღრმეზე სანაპიროს კონფიგურაციაზე და სხვა. ისინი დამახასიათებელი არიან ასევე ყურეებში და მდინარეებში, სადაც მათი სიდიდე და გავრცელების სიშორე დამოკიდებულია მდინარის დახრილობაზე, სიღრმეზე და სიჩქარეზე. მაგ. მდ ამაზონზე მოქცევები შეინიშნება შესართავიდან 1400 კმ-ზე, წმინდა ლავრენტიზე 700 კმ-ზე და .აშ. მათი ენერგია უზრმაზარია.

ტალღების, დინებების, მიქცევა-მოქცევის საშუალებით მსოფლიო ოკეანეში ხდება ინტენსიური წყალცვლა. ოკეანებს შორის წყალთა ცვლისატვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სიღრმის წყლების ზევით ამოსვლას და ზედაპირული წყლების ქვევით ჩასვლას ე. წ. კონვექციურ მოვლენებს. ზღვის დინებებს წარმოშობის ადგილიდან წყლის უდიდესი მასები მიაქვს შორულ ადგილებში. ისინი უდიდეს გავლენას ახდენენ კლიმატზე.

14.4 წყლის მასები და დინებები

წყლის დიდ მოცულობებს რომლებიც წარმოიქმნიებიან მსოფლიო ოკეანის გარკვეულ უბნებში და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან გარკვეული თვისებით წყლი მასები ეწოდება. განასხვავებენ ეკვატორულ, ტროპიკულ, ზომიერ და პოლარულ წყლის მასებს. წყლის მასები ერთი ტერიტორიიდან მეორისაკენ დინების საშუალებით გადაინაცვლებს. არსებობს დინებების მრავალი კლასიფიკაცია: წარმოშობის მიხედვით: ქარის მოქმედებით, ზღვის წყლის სხვადასხვა სიმკვრივის მიხედვით, ზღვის ზედაპირის დახრილობით, ხახუნის ძალით და .აშ..

ხანგრძლივობის მიხედვით: მუდმივი და დროებითი, ფიზიკურ-ქიმიური ნიშნების მიხედვით, მაგალითად თბილი, ცივი და აშ., სიღრმის მიხედვით ზედაპირული, სიღრმითი და ა.შ.

ხანგრძლივი ან გაბატონებული ქარების მიერ წარამოშობილი დინებები ეს არის დრეიფული დინებები. ეკვატორის მახლობლად განიწყვეტილივ ქრის მუდმივი ქარები პასატები და შესაბამისად იწვევს წყლის მასების მუდმივ გადაადგილებას ეკვატორის გასწვრივ აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ. შესაბამისად გვინეის ყურის სანაპიროებზე წარმოიშობა ჩრდილო-პასატური და სამხრეთ-პასატური დინებები, აღნიშნული დინებები მიემართებიან ამერიკის ტერიტორიებისაკენ, სადაც ისინი იტოტებიან, უფრო ძლიერი შიდა ტოტები კი ერთიანდებიან და კომპლექსდურ ეკვატორულ უკუდინებას ქმნიან. პასატური ქანების ერთი ტოტი სამხრეთისაკენ გადაიხრება, ხოლო მეორე ჩრდილოეთისაკენ. ქარების ზეგავლენით ეს დინებები აღმოსავლეთისაკენ ბრუნდებიან. მექსიკის ყურიდან გამოსვლისას წარმოიქმნება გოლფსტრიმის დინემა, რომელიც მიმართება ევროპის სანაპიროებისაკენ ჩრდილო-ატლანტიკური დინების სახელწოდებით და მოაქვს თბილი წყლები.. სამხრეთ პასატური დინება სამხრეთ ამერიკის სანაპიროებთან გადადის ბრაზილიის დინებაში.

ინდოეთის ოკეანის დინებებს ძირითადად მუსონური ქარები განაპირობებს. ინდოეთის ოკეანეში ჩრდილო პასატური და ეკვატორული უკუდინება მხოლოდ ზამთარში მოქმედებს, სამხრეთ პასატური დინება კი მთელი წლის განმავლობაში. წლის თბილ პერიოდში ინდოეთის ოკეანეში სამხრეთ დასავლეთის მუსონები იჭრება, რომლებიც წარმოქმნის დინებას დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით. აქ წყლის თბილ პერიოდში პასატურ დინებას მუსონური დინება ცვლის.

წყნარი ოკეანის დინებები ატლანტის ოკეანის დინებების ანალოგიურია. წყნარ ოკეანეში ისე როგორც ატლანტის ოკეანეში არსებობს ჩრდილო და სამხრეთ პასატური დინებები, რომელთა შორის არის ეკვატორული უკუდინება.

ჩრდილოეთ ყინულოვან ოკეანეში დინებების მთავარ მიზეზს წარმოადგენს გრელანდიის, აზიური და ამერიკული არქტიკული ნაწილების მაღალი ატმოსფერული წნევა და მათ მიერ წარმოქმნილი დინებები.

სამხრეთ ნახევარსფეროში ზომიერ განედებში წარმოიქმნება ანტარქტიკული დინება, რომელიც სამივე ოკეანეს მოიცავს და ყველაზე მძლავრია მთელ მსოფლიოში. ყოველ ზღვას მისთვის დამახასიათებელი დინებების სიტემა აქვს, რაც უმეტესწილად განპირობებულია ადგილობრივი პირობებით.

თავი 15. ხმელეთის წყლები

15.1 მიწისქვეშა წყლები

მიწისქვეშა წყლები ეს არის დედამიწის ზედაპირის ქერქის ქვეშ მოქცეული წყლები, როგორც ნიადაგის ზედაპირის მახლობლად (ნიადაგის წყლები) ისე დიდ სიღრმეში (გრუნტის წყლები). აქ იგი გვხვდება თხევად, მყარ და ორთქლის მდგომარეობაში.

ნიადაგის წყლები დედამიწის ზედაპირთან ახლოს არის და არ ეყრდნობა წყალგაუმტარი ქანების ზედაპირს. ნიადაგში ჩაჟონილ წყალს თავის გზაზე ხვდება წყალგაუმტარი ქანების ფენა, გროვდება მასზე და ავსებს მის ზემოთ მოთავსებულ გრუნტის ფორებს. ამის შედეგად წარმოიშობა წყალშემცველი შრე, ანუ წყალშემცველი ჰორიზონტი, სწორედ წყალგაუმტარი ქანების ფენამდე მოთავსებული წყალი არის გრუნტის წყლები. მიწისქვეშა წყლების მარაგი, მათი განლაგების პირობები, მოძრაობა, ხარისხი და სხვა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული წყალგაუმტარ ქანების აგებულებაზე და თვისებებზე, ნიადაგისა და გრუნტის ხასიათზე. მიწისქვეშა წყლების ძირითადი მასაზრდოებელი წყაროა ატმოსფერული ნალექები. (წვიმა, თოვლი) თითოეული მასაზრდოებელი წყაროს როლი იცვლება გეოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე, მაგ, ხანმოკლე თავსხმა წვიმები ნაკლებად მოქმედებს მიწისქვეშა წყლის მარაგების შევსებაზე, რადგან ასეთი წვიმების დიდი ნაწილი ნიადაგში არ იჟონება და რელიეფის დიდი დახრილობის პირობებში ჩაედინება მდინარეთა კალაპოტებში. ზამთარში მოსული ატმოსფერული ნალექები მიწისქვეშა წყლებს მხოლოდ გაზაფხულის პერიოდში ასაზრდოებს. მცენარეულობით დაფარულ ადგილებში ინფილტრაცია უფრო ინტენსიურია, რადგან მცენარეულობა ანელებს თოვლის დნობის ინტენსივობას და ამცირებს ზედაპირულ ჩამონადენს, რითაც ხელს უწყობს მდნარი წყლების ჩასვლას ნიადაგში დიდ სიღრმეზე და ა.შ.

მიწისქვეშა წყლების გამოსავალს დედამიწის ზედაპირზე წყაროს უწოდებენ. კარსტულ მხარეებში უფრო მეტად გვხვდება გამოქვაბულის წყაროები, წყლის დიდი ნაკადით ე.წ. ვოკლუზები.

არტეზიული ანუ წნევიანი წყაროები ეს ისეთი წყალთა გამოსასვლელიებია რომლებიც შეიძლება ამოვიდეს ან ჰიდროსტატიკური წნევით ან გაზებისა და ორთქლის წარმოშობის გზით.

მიწისქვეშა წყლებს აქვთ გარკვეული ტემპერატურა, იგი ძირითადად მერყეობს 4-120 შორის. მაგრამ მიწის ზედაპირიდან შედარებით დიდ სიღრმეზე, სადაც წყლის ტემპერატურა 800 მეტია, გამოიყოფა წყლის ორთქლი და ამოხეთქავს ცხელი წყაროები, გეიზერები. როდესაც ტემპერატურა დაიწევს და ორთქლის გამოყოფა შემცირდება გეიზერი შეწყვეტს ფუნქციონირებას.

მიწისქვეშა წყლები ხსნის ქანებში არსებული მარილების გარკვეულ ნაწილს და წარმოქმნის მინერალურ წყლებს, რომელთაც სამკურნალო დანიშნულება აქვთ.

როგორც მტკნარი, ასევე მინერალური წყლები ფართოდ არის გავრცელებული მთელ მსოფლიოში

15.2 მდინარეები

მდინარე ეს არის წყლის ნაკადის გადაადგილება მის მიერ გაჭრილ ბუნებრივ კალაპოტში. მდინარეს აქვს სათავე და შესართავი. სათავე შეიძლება იყოს მყინვარი, ტბა, ჭაობი, ორი მდინარის შეერთების ადგილი. შესართავი შეიძლება იყოს ზღვა, ოკეანე, ტბა ან სხვა მდინარე. ზოგჯერ მდინარე შეიძლება ვერ აღწევდეს ზღვამდე და კარგავდეს წყალს აორთქლებაზე ან ფილტრაციაზე. ასეთ შემთხვევაში მდინარეს არა აქვს შესართავი.

მთავარი მდინარე თავისი შენაკადებით ქმნის მდინარეთა სისტემას. დედამიწის ზედაპირის და მიწისქვეშა ნაწილს, საიდანაც მდინარეთა სისტემა წყლით საზრდოობს წყალშემკრები აუზი ეწოდება. წყალგამყოფით შემოსაზღვრულ ხმელეთის ტერიტორია მდირის აუზია. უმრავლეს შემთხვევაში მდინარის აუზი და წყალშემკრები აუზის ფართობი ერთმანეთს ემთხვევა, მაგრამ იმ შემთხვევაში თუ მდინარის აუზში აღმოჩნდება გაუდინარი ტერიტორია, ის წყალშემკრები აუზის შემადგენლობაში არ შედის. როგორც მდინარის აუზის, ისე წყალშემკრების აუზის ფართობი არ წარმოადგენს უცვლელ სიდიდეს და დროთა განმავლობაში იზრდება.

მდინარეები საზრდოობენ წვიმის, თოვლის ნადნობი, მყინვარების და მიწისქვეშა გზით. თითოეული მათგანის წვლილი დამოკიდებულია წყალშემკრები აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებზე და განსაკუთრებით კლიმატურ პირობებზე.

მდინარის ხეობა ეს არის რელიეფის წაგრძელებული და დაბლებული ფორმა რომელიც ხასიათდება შესართავისაკენ ფსკერის დახრილობით. ხეობის ყველაზე დაბალ ნაწილს, რომელიც წყალმცირობის დროსაც კი წყლითაა დაფარული კალაპოტი ეწოდება, ხოლო ხეობის ის ნაწილი რომელიც წყალდიდობისას წყლით იფარება ჭალა. ხეობის კალთები ხშირად საფეხურებად არის გალაგებულნი და ტერასებს წარმოქმნიან. კალაპოტები ზოგან აგებულია ადვილად შლადი ქანებით. მდინარე წარეცხავს რა მას წარმოქმნის კალაპოტში საფეხურებს, და საფეხურებიდან ჩამოდინებული წყალი კი ჩანჩქერს. მსოფლიოში ყველაზე მაღალი ჩანჩქერია ანხელი (1054 მ), ხოლო ვარდნილი წყლის რაოდენობით უდიდესია ნიაგარას ჩანჩქერი (სიგანე 914 მ)

მსოფლიოში წყალშემკრები აუზის მიხედვით უდიდესია მდინარე ამაზონი, უგრძესი ნილოსი. ამაზონი დედამიწის ყველაზე წყალუბვი მდინარეა, მასზე მოდის დედამიწის ყველა მდინარის ჩამონადენის 16.6%. დიდი მდინარეებია ასევე ორინოკო, მისისიპი, წმინდა ლავრენტი, მაკენზი, კონგო, ნიგერი, ზამბეზი, ინდი, განგი, იანძი, ხუანხე, ობი, ენისეი, ლენა და სხვა

სიდიდის მიხედვით მდინარეები იყოფიან დიდ, საშუალო და პატარა მდინარეებად. დიდ მდინარეთა აუზები ძირითადად განლაგებულია რამოდენიმე გეოგრაფიულ ზონაში. მათი ჰიდროლოგიური რეჟიმი ძალზე რთულია

წყლის რეჟიმის მიხედვით მდინარეები იყოფა: მდინარეებად, რომლებსთვისაც დამახასიათებელია გაზაფხულის წყალდიდობა, წყალდიდობა წლის თბილ პერიოდში და მდინარეებად, რომლებსაც ახასიათებთ წყალმოვარდნები მთელი წლის განმავლობაში. წყალდიდობა არის წყლის რეჟიმის ფაზა, რომელიც სხვადასხვა ინტენსივობით ყოველწლიურად მეორდება ერთსა და იმავე სეზონში და ხასიათდება წლის განმავლობაში უდიდესი წყლიანობით. წყალმოვარდნა არის წყლის რეჟიმის არარეგულარული ფაზა, რომელიც ხასიათდება წყლიანობის შედარებით მოკლე პერიოდის განმავლობაში ინტენსიური მომატებით და შემდეგ კლებით. წყალდიდობები და წყალმოვარდნები ზოგჯერ კატასტროფული ხასიათისაა.

წყალმცირობა არის წყლის რეჟიმის ფაზა, რომელიც ყოველწლიურად მეორდება ერთსა და იმავე სეზონში და ხასიათდება მცირეწყლიანობით, რაც განპირობებულია წყალშემკრები აუზიდან მდინარის საზრდოობის მკვეთრი შემცირებით.

მდინარეების მნიშვნელობა უდიდესია. მის წყალს იყენებენ წყალმომარაგებისათვის, მოსარწყავად, შედარებით დიდი მდინარეები გამოიყენება სანაოსნოდ, ხე-ტყის დასაცურებლად; მისი დარეგულირების შემთხვევაში ხდება ელექტროენერჯის გამომუშავება. მდინარეებში მეტ-ნაკლები რაოდენობით აკუმულირდება მინერალური და ორგანული ნივთიერებები. ზოგიერთ მდინარეებს დიდი ტურისტულ-რეკრეაციული მნიშვნელობა აქვთ.

15.3 ტბები

ტბა არის ხმელეთზე არსებულ ბუნებრივ წყალსატევი, ტბის წყლიანობის რეჟიმი მისი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების ერთობლივი მოქმედებით განისაზღვრება. ამ პროცესების ინტენსივობა და მიმართულება ძირითადად გეოგრაფიულ ფაქტორებზეა დამოკიდებული. ტბის ძირითადი მასაზრდოებელია მისი წყალშემკრები აუზიდან ზედაპირული ჩამონადენი და ტბაში მიწისქვეშა გზით შემოსული წყალი, აგრეთვე ტბის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები და კონდენსაცია.

ხმელეთის ზედაპირზე მილიონობით ტბაა. მათი ზედაპირის ფართობთა ჯამი დაახლოებით 2.1 მლნ კმ² რის. განსაკუთრებით ბევრია ტბა ძველი გამყინვარების ტენიან რაიონებში. მსოფლიოში უდიდესია კასპიის ტბა, რომელსაც გეოლოგიური ისტორიისა და სიდიდის გამო ზღვასაც უწოდებენ. მეორე ადგილზეა ზემო ტბა იგი ამ მაჩვენებლით მტკნარ ტბებს შორის მსოფლიოში პირველ ადგილზეა. შემდეგ მოდის ტბა ვიქტორია, ჰურონი და მიჩიგანი. სიღრმის მიხედვით მსოფლიოში პირველი სამი ადგილი უკავია ბაიკალის, ტანგანიკის და კასპიის ტბებს.

ტბის ქვაბულები და შესაბამისად ტბები ნაირგვარი წარმოშობისაა. არჩევნ ტექტონიკურ, ვულკანურ, მყინვარულ, მდინარეულ, აგრეთვე ზღვიურ, კარსტულ, თერმოკარსტულ, სუფოზიურ, ორგანოგენულ, მეტეორიტულ, ეოლიურ, ანთროპოგენურ და სხვა ქვაბულებს. ტექტონიკურ ქვაბულებს ვაკეზე წარმოადგენენ როფები (ლადოგის, ონეგის, ზემო და სხვა ტბები), წინამთებში – დიდი ტექტონიკური ღრმულები (ბალხაშის ტბა), დიდი ტექტონიკური ნაპრალები, ნასხლეტები, გრაბენები (ბაიკალი, ტანგანიკა, ნიასა და სხვა ტბები). აღსანიშნავია, რომ დიდი ტბების უმრავლესობას ტექტონიკური წარმოშობის ქვაბული აქვს. ვულკანურ ქვაბულებს წარმოადგენენ ჩამქრალი ვულკანების კრატერები (ბევრი ტბა იტალიაში, იაპონიაში, კუნძულ იავაზე და ა.შ.) ან ვულკანური პროდუქტებით, კერძოდ, ლავით, ქანების ნატეხებით, ფერფლით, მდინარეთა შეტბორილი არეები (კრინოცკოე, კივუ და სხვა). მყინვარული ქვაბულები დედამიწის ზედაპირზე ძველ ან თანამედროვე მყინვარების შედეგად ჩამოყალიბდნენ. ასეთებია ტროგული (სკანდინავიის, კარელიის და სხვა ტბები), კარული (ალპებში, კავკასიაში და სხვა) და მორენული (ევროპის და აზიის ჩრდილოეთ ნაწილის, ჩრდილოეთ ამერიკის ჩრდილოეთ ნაწილის ტბები და სხვა) წარმოშობის ქვაბულები. მდინარეული წარმოშობის ქვაბულები ძირითადად მდინარეთა აკუმულაციური და ეროზიული მოქმედების შედეგია. მათ მიეკუთვნება ჭალის (ნამდინარევი), დელტისა და დელტისპირა, აგრეთვე შრობადი მდინარეების მუხლებში გაჩენილი ტბები..

კარსტულ რაიონებში წარმოიშობა კარსტული ძაბრები, გამოქვაბულები, ჭები და რელიეფის სხვა ფორმები, მათი წყლით გავსების შედეგად წარმოიქმნება კარსტული ტბები. ასეთი ტბები გვხვდება ადრიატიკის ზღვის ჩრდილო-აღმოსავლეთ სანაპიროზე, საბერძნეთში, საფრანგეთში, ალპებში, კავკასიაში, ყირიმში, ურალში, შუა აზიაში და სხვაგან.

ზღვების სანაპირო ზოლში ზღვის მოქმედების შედეგად წარმოშობილია ტბები, ლაგუნები და ლამანები, რომლებიც ზღვებიდან გამოყოფილია ცელებითა და ზღვიური დიუნების ზოლებით. ასეთ ტბებს ზღვის რელიქტურ ტბებს უწოდებენ. ლაგუნები გვხვდება ყირიმის სანაპიროზე ევპატორიასთან, ლიმანები – აზოვისა და ბალტიის ზღვების სანაპიროებზე. რელიქტური ტბებია ბათუმში ნურიეგელის ტბა, აფხაზეთში ინკითის ტბები, ფოთთან – პალიასტომის ტბა და სხვა.

წყალცვლის ხასიათის მიხედვით ტბები არის გამდინარე და გაუდინარი. გამდინარე ტბები მასში შესული წყლის გარკვეულ ნაწილს გაატარებს (ბაიკალის, ონეგის, ლადოგის, რიწის და სხვა). გაუდინარია ის ტბები, რომლებიც წყლის შემოსავალს მხოლოდ აორთქლებაზე, ინფილტრაციაზე ან ხელოვნურ წყლის აღებაზე ხარჯავენ. გაუდინარი ტბების წყალი ძირითადად მლაშე ან მომლაშოა. ასეთი ტბები უმთავრესად მშრალი ჰავის მქონე არეებისათვის არის დამახასიათებელი (კასპიის, ჩადის, ეირის, დიდი მლაშე და სხვა ტბები).

15.4 ჭაობები და დაჭაობებული მიწები

ჭაობი ეს არის ტერიტორიის ნაწილი რომელსაც ახასიათებს ჭარბი ტენიანობა. და დაფარულია სპეციფიკური მცენარეულობით. ამ მცენარეთა ნარჩენები ძალიან ნელა იშლება და წარმოიშობა ტორფი. 30 სმ-ზე ნაკლები ტორფის ფენის ზედმეტად ტენიანი მიწის ფართობებს, დაჭაობებულ მიწებს უწოდებენ.

დედამიწაზე ჭაობები გავრცელებულია ყველგან: სხვადასხვა კლიმატურ ზონებსა და თითქმის ყველა კონტინენტზე. ყველაზე მეტად დაჭაობებულია სამხრეთ ამერიკა, ევროპა და აზია დიდი ჭაობებით ხასიათდება ტუნდრისა და ტაიგის ზონა, დიდი ფართობი უჭირავს ასევე პოლესიეს ჭაობებს.

წყლების დაგუბება (დატბორვით ან შეტბორვით) ხელს უწყობს ნიადაგ გრუნტის ზედა ჰორიზონტის წყლით გაჯერებას. რაც ამწელებს მცენარეთა საზრდოობას, ხელს უშლის ბიოქიმიური პროცესების მსვლელობას და წარმოიქმნება ტორფის სქელი ფენა.

ჭაობებს ჰიდროლოგიური, გეომორფოლოგიური და გეობოტანიკური ნიშნების მიხედვით სამ ძირითად ტიპად ყოფენ. ესენია: ჩადაბლებული (ევტროფული); ამაღლებული (ოლიგოტროფული) და გარდამავალი (მეზოტროფული) ჭაობები.

- ჩადაბლებული (ევტროფული), ანუ ბალახიანი ჭაობები გავრცელებულია რელიეფის დადაბლებულ, ყოფილი ტბების ადგილებში ან მდინარეთა ჭალებში. ისინი გამოირჩევიან ჩაზნექილი ან ბრტყელი

ზედაპირით. ჩადაბლებული ჭაობების საზრდოობაში მონაწილეობს ატმოსფერული ნალექები და ზედაპირული ჩამონადენი. მთავარ როლს საზრდოობაში მდინარეები და გრუნტის წყლები ასრულებს. წყლების მიერ მოტანილი მინერალური ბიოგენური ელემენტები საუკეთესო პირობებს ქმნის ჩადაბლებულ ჭაობებში ევტროფული ჭაობების მცენარეულობის გავრცელებისათვის, როგორც არის მურყანი, ხავსები, ბალახეული მცენარეულობიდან – ისლი, ლერწამი, შვიტა და სხვა.

- ამაღლებული (ოლიგოტროფული) ჭაობები ტენიანი კლიმატის ზონაშია გავრცელებული. ისინი ძირითადად ატმოსფერული ნალექებით საზრდოობენ, ამიტომ ამაღლებული ჭაობები ღარიბია მცენარეულობისათვის საჭირო მინერალური ბიოგენური ელემენტებით, რის გამოც მცენარეულობიდან ჭარბობს საკვების მცირედ მომთხოვნი ოლიგოტროფული მცენარეების წარმომადგენლები, როგორცაა სფაგნუმის ხავსი, ბუჩქნარები, მერქნიანებიდან ჯუჯა ფიჭვი და სხვა. ამაღლებული ჭაობებისათვის დამახასიათებელია სფაგნუმის ხავსის მთლიანი საფარი. ჭაობის ცენტრალურ ნაწილში სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს ხავსის ზრდა და ტორფის დაგროვება, სადაც გახრწნის პროცესები, ინტენსიურ წყალცვლასთან დაკავშირებით, სწრაფად წარმოებს. ამაღლებულ ჭაობებს ცენტრალურ ნაწილში ამობურცული ან ამოხნექილი ზედაპირის შეხედულება აქვს..

- გარდამავალი (მეზოტროფული) ანუ ტყიან ჭაობებს გარდამავალი სახე აქვს მცენარეულობისა და სასაზრდოო მინერალური ბიოგენური ელემენტების მიხედვით ჩადაბლებულ და ამაღლებულ ჭაობებს შორის. ბალახიანი ჭაობები ბალახეული სტადიიდან ტყიან-გარდამავალ ჭაობებში გადადის. ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვების პროცესების დროს მინერალური ბიოგენური ელემენტების სიმცირის გამო ისლი და ბალახეული მცენარეები იცვლება და მათ ნაცვლად სფაგნუმის ხავსი ვითარდება, ე.ი. გარდამავალი ჭაობები თანდათანობით გადადის ამაღლებულ ჭაობებში.

მდებარეობის მიხედვით ჭაობები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: მდინარეთა წყალგამყოფებისა და მდინარეთა ხეობების ჭაობებად. პირველი ჯგუფის ჭაობების შემადგენლობაში შედის: ჭაობები წყალგამყოფის მოსწორებულ ზედაპირზე, ჭაობები წყალგამყოფის კალთის მოსწორებულ ზედაპირზე და ჭაობები წყალგამყოფის ქვაბულში. მეორე ჯგუფის ჭაობების მასივებში შედის: ჭალებში არსებული ჭაობები, ტერასისპირა ჭაობები და ნამდინარეებში მდებარე ჭაობები.

ჭაობების წყლით საზრდოობა დამოკიდებულია ჭაობის მდებარეობისა და რელიეფის პირობებზე. წყალგამყოფის ჭაობები მაღალ ადგილზე მდებარეობის გამო თითქმის მთლიანად მოკლებულია გრუნტის წყლებით საზრდოობას. ისინი ძირითადად ატმოსფერული ნალექებით საზრდოობენ. ატმოსფერული ნალექებით საზრდოობს აგრეთვე წყალგამყოფის კალთებზე არსებული ჭაობებიც. ზედაპირული წყლებით მათი საზრდოობა უმნიშვნელოა.

ქვაბულის ჭაობები საზრდოობს როგორც ატმოსფერული ნალექებით, ასევე გრუნტის წყლებით. ჭალის ჭაობების საზრდოობაში მონაწილეობს, როგორც ატმოსფერული ნალექები, ისე გრუნტისა და მდინარის წყლები, რომლებიც ავსებენ ჭაობებს წყალდიდობის დროს.

15.5 წყალსაცავები

წყალსაცავი ეწოდება ხელოვნურად შექმნილ წყალსატევს, რომლის დანიშნულებაცაა წყლის დაგროვება შემდგომი გამოყენების მიზნით და ჩამონადენის რეგულირება.

დედამიწაზე ერთ-ერთ პირველ წყალსაცავად ითვლება ძველ ეგვიპტეში ჩვენს ერამდე 2950-2750 წ.წ. აგებული სად-ელ-კაფარის წყალსაცავი. წყალსაცავების აგების პიკმა XX საუკუნეში მიაღწია. ამჟამად დედამიწაზე 30 ათასზე მეტი წყალსაცავია, რომელთა საერთო ფართობი 400 ათასი კმ²-ია. დედამიწის მდინარეთა უმრავლესობა – დარეგულირებულია წყალსაცავებით

წყალსაცავები ზედაპირის ფართობის, მოცულობის, სიგრძის, სიღრმის და სხვათა მიხედვით შეიძლება შევადაროთ დედამიწის უდიდეს ტბებს. წყლის მოცულობით ამჟამად მსოფლიოში პირველ ადგილზეა ბრატსკის წყალსაცავი.

წყალსაცავების საშუალებით შესაძლებელია წყლის არსებული რესურსების მაქსიმალურად ათვისება. დიდია მათი როლი მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირების საქმეში. ამ უკანასკნელის ხასიათის მიხედვით წყალსაცავები შეიძლება იყოს მრავალწლიური და სეზონური რეგულირების. გეოგრაფიულ მდებარეობის მიხედვით წყალსაცავები შეიძლება იყოს მთისა და ვაკის, ხოლო მორფომეტრიული და

ქვაბულის ტიპის მიხედვით არჩევენ მდინარის კალაპოტისებურ (ხეობის) და ტბისებურ წყალსაცავებს, ისინი წარმოშობილები არიან კაშხლის საშუალებით მდინარეთა შეგუბების შედეგად. ხეობის წყალსაცავს მდინარის კალაპოტთან შედარებით გაგანიერებული წყლის ზედაპირი აქვს, ხოლო ტბისებრი წყალსაცავები წარმოქმნილია ვაკის მდინარეებზე და ხასიათდებიან ზედაპირის დიდი ფართობით. დანიშნულების (გამოყენების სფეროს) მიხედვით წყალსაცავები შეიძლება იყოს ენერგეტიკული, ირიგაციული, წყალმომარაგების, სატრანსპორტო და სხვა დანიშნულების, თანამედროვე მსოფლიოში გარდა ამისა ფართოდ არის გავრცელებული კომპლექსური დანიშნულების წყალსაცავები. წყალსაცავები თავისი ჰიდროლოგიური, ბიოლოგიური და ქიმიური თვისებებით უახლოვდებიან ტბების თვისებებს.

წყალსაცავები არსებითად ცვლიან მდინარეთა ჰიდროლოგიურ, ჰიდროქიმიურ და ჰიდრობიოლოგიურ რეჟიმს. პატარა წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე გარემოზე მეტად უმნიშვნელოა. დიდმა და საშუალო წყალსაცავებმა კი ბევრი მდინარის აუზში გარემო მნიშვნელოვნად გარდაქმნა.

15.6 მყინვარები

მყინვარი არის ყინულის ბუნებრივი მასა, რომელიც წარმოქმნილია თოვლის ხაზის ზევით მყარი ატმოსფერული ნალექის დაგროვებისა და გარდაქმნის შედეგად. თოვლის ხაზს ზემოთ თოვლის შემოსავალი გასავლზე მეტია, თოვლის ხაზს ქვემოთ კი პირიქით, თოვლის შემოსავალი გასავლზე ნაკლები. თოვლის მატება შეიძლება მხოლოდ რომელიმე სიმაღლემდე, სადაც ხელახლა დგება წონასწორობა. ამ ორ საზღვარს შორის მდებარეობს ზონა, სადაც შესაძლებელია თოვლის განუწყვეტელი დაგროვება. სწორედ ამ მხარეში ხდება ყინულების წარმოქმნა.

ყინულის წარმოქმნისათვის მნიშვნელოვანია ნალექების დიდი რაოდენობა, გრილი ზაფხული, ზღვის დონიდან დიდი სიმაღლე, კალთების ექსპოზიცია, ქედების ორიენტაცია, ჩახნექილი რელიეფის ფორმა. მყინვარის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები, წყლის ორთქლის კონდენსაცია, მიმდებარე კალთებიდან ქარის მიერ გადატანილი თოვლი და თოვლის ზვავები თანდათან მარცვლოვან თოვლად გარდაიქმნება, ზედაპირული ფენის დნობის, და სიღმეში ჩაქონილი წყლის მეორადი გაყინვის შედეგად ფირნად, ხილო შემდეგ ხდება ფირნის გამკვრივება, რეკრისტალიზაცია და წარმოიქმნება მყინვარი.

დედამიწის ზედაპირზე რელიეფის და კლიმატური პირობების მრავალფეროვნება მყინვარების მრავალფეროვნებას განაპირობებს. განსახვავებენ ზეწრულ და მთის (მწვერვლების, კალთების და ხეობის) მყინვარებს. მთის მყინვარების სიდიდით და გამყინვარების ფართობით გამოირჩევა ჰიმალაის, ტიანშანის, პამირის მყინვარები. ზეწრული მყინვარები ძალზე ბევრია ანტარქტიდასა და გრელანდიაში, მათ ზოგჯერ კონტინენტურ მყინვარებსაც ყწოდებენ. ამ კონტინენტური მყინვარების ზღვაში მოტივტივე ნაწილის მოტეხვისას წარმოიშობა აისბერგები, რომლის ფორმაც მრავალგვარია. აისბერგები ოკეანის წყალს ამტკნარებენ

ყველა მყინვარზე გამოიყოფა ორი ნაწილი: ადგილი სადაც წარმოქმნის თოვლის დაგროვება ანუ მყინვარის საზრდოობა და აბლაციის ანუ დნობის არე. თუ აბლაცია უდრის აკუმულაციას მაშინ მყინვარი სტაბილურია, ხოლო თუ აბლაცია აღემატება აკუმულაციას მაშინ მყინვარი უკან იხევს. მთის ქანების ნაშალ მასალას რომელიც მოხვდება მყინვარის ზედაპირზე და მასთან ერთად მოძრაობს მორენებს უწოდებენ.

მყინვარები ეს დედამიწაზე მტკნარი წყლების უდიდესი რეზერვუარებია. დიდია მათი როლი მდინარეთა საზრდოობაში. ასეთი ტიპის მდინარეები წყალუხვნი არიან მაშინ (ზაფხულში) როცა არამყინვარული საზრდოობის მდინარეები წყალმცირობას განიცდიან. ამიტომ მათი წყლების გამოყენების პერსპექტივა ძალზე მნიშვნელოვანია.

თავი 16. ჰიდროსფერო და ადამიანი

გეოგრაფიულ გარსში ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების თვალსაზრისით ატმოსფეროსა და ლითოსფეროს გვერდით გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ჰიდროსფეროს. წყალი უნივერსალური გამხსნელია და ბუნებაში ნივთიერებათა ბრუნვის მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს. მისი მეშვეობით ლითოსფეროს, ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროს შორის მოგზაურობს ორგანული და არაორგანული ნაერთები: ხსნარები, მექანიკური მინარეები, ასევე ორთქლთან ერთად ატაცებული ნაწილაკები.

გლობალურ პრობლემას წარმოადგენს ოკეანის დაბინძურება, რომლის 70% დაკავშირებულია ხმელეთზე არსებულ დიდ თუ მცირე ქალაქებთან, სამრეწველო და სამშენებლო ობიექტებთან. მთავარ დამაბინძურებლად ითვლება ნავთობი, ფეკალური წყლები, ქიმიური ნაერთები, რადიაციული და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები. ზოგიერთი მათგანი შხამიანია. ისინი თანდათან გროვდება და ილექება ცოცხალ ორგანიზმებში, საბოლოოდ კი ოკეანის დაბინძურება ადამიანის ჯანმრთელობაზე აისახება.

XX საუკუნის 60-იან წლებში იაპონიის ქალაქ მინიმატაში იფეთქა დაავადებამ, რომელიც ნერვულ-პარალიტიკური მოშლილობით გამოვლინდებოდა. ყოველი მესამე ბავშვი მინიმატას ყურეში ფსიქიური ანომალიებით იბადებოდა. პროცესები, რომლებიც ხშირად ლეტალურად მთავრდებოდა, შეინიშნებოდა ბრაზილიასა და ურუგვაიში; ყოველივე ამის მიზეზი აღმოჩნდა დაბინძურებით მოწამლული ზღვის პროდუქტები; ამავე მიზეზით ბევრი პლაჟი გამხდარა ცურვისათვის გამოუსადეგარი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მთავარი გამაჭუჭყაინებელი არის ნავთობი. ოკეანეში ყოველწლიურად 3-5 მლნ. ტონა ნავთობი და ნავთობპროდუქტები ხვდება. მათ შორის ბუნებრივი წყაროებიდან ანუ ჭაბურღილებიდან 250 ათასი ტონა, ტანკერების ავარიის შედეგად 1100 ათასი ტონა, სხვა სახის ტრანსპორტიდან - 400 ათასი ტონა, საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიდან 700 ათასი ტონა, სამრეწველოდან - 300 ათასი ტონა, ატმოსფეროდან - 300 ათასი ტონა, გაჟონვის შედეგად კი - 200 ათასი ტონა.

ნავთობი მეტად უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ზღვის ორგანიზმებზე, განსაკუთრებით კი მათზე, რომლებიც წყლის ზედაპირულ ფენაში ცხოვრობენ. ნავთობის ნახშირწყალბადები წყლის ზედა, 1 მმ.-იან ფენაში კონცენტრირდება და 1 მოლეკულის სისქის ფირფიტად გადაეკვრება ოკეანეს, ამიტომ 1 კგ. ნავთობი მოფინება ოკეანის ზედაპირის 1 ჰექტარს. განსაკუთრებით დაბინძურებულია ატლანტის ოკეანის სუბტროპიკული და ტროპიკული განედების წყალი; წყნარ ოკეანეში კი ნავთობის ფენა განსაკუთრებით დიდ ფართობზე სამხრეთ ჩინეთსა და ყვითელ ზღვებშია მოდებული.

პლანქტონი ილუპება, როდესაც წყალში ნავთობის შემადგენლობა 1 მგ/ლ-ია. ასევე გლობალური ხასიათისაა ოკეანის დაბინძურება ისეთი მძიმე ლითონებით, როგორცაა: ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი. დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს ატმოსფერო და მდინარეული ჩამონადენი; ყოველწლიურად ოკეანეში ხვდება 10 ათასი ტონა ვერცხლისწყალი, 2 მლნ. ტონა ტყვია. ორივე მეტისმეტად მომწამვლელია. მძიმე ლითონები ცოცხალ ორგანიზმებში არღვევს ნივთიერებათა ცვლას და იწვევს მათ განადგურებას. რისკის დონეს ისიც ზრდის, რომ მძიმე ლითონები არ იშლება და ორგანიზმებში გროვდება. პლანქტონი ითვისებს ვერცხლისწყალს, ხამანწკა - თუთიას, კიბორჩხალა - დარიშხანს, ხოლო მიდიები (მოლუსკები) - კადმიუმს.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ოკეანეში ატმოსფეროსა და ხმელეთის წყლების საშუალებით ხვდება პესტიციდები და ჰერბიციდები. მათ შორის განსაკუთრებით საშიშია დდტ ე.წ. "დუსტი", რომელიც ანტარქტიდაში პინგვინების ორგანიზმშიც კი აღმოაჩინეს (არადა ისინი არ ტოვებენ კონტინენტს). გამოანგარიშებულია, რომ XX საუკუნის 80-იან წლებში მსოფლიო ოკეანეში დაგროვდა 450 ათასი ტონა დდტ.

კოლოსალური ზარალი და ფატალური შედეგები მოჰყვება ოკეანის დაბინძურებას რადიოაქტიური ნივთიერებებით, რომელიც მასში სხვადასხვა წყაროებიდან ხვდება, ასეთებია მაგ.: მიწისქვეშა ატომური გამოცდები, სანაპირო ზოლის ატომური სადგურების თხევადი ნარჩენების ჩაჟონვა ან კატასტროფები. (ფუკუშიმას ატომური სადგურის 3 რეაქტორის კატასტროფა, 2011 წელი, მარტი), ზღვაში დაბალაქტიური ნარჩენების კონტეინერების დამარხვა, ატომური წყალქვეშა ნაგებობის ავარიის შემთხვევები ოკეანეში. წყნარ ოკეანეში სტრონციუმი 90-ის მაქსიმალური კონცენტრაცია შეინიშნება ატომური იარაღის გამოცდის ადგილებზე ბიკინისა და ენივეტოკის ატოლებთან.

ბოლო დროს ოკეანეს ძლიერ აბინძურებს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიც. გემებიდან და ხმელეთის ჩამონადენიდან ოკეანეებსა და ზღვებში ყოველწლიურად ხვდება 6,800 ათასი მეტალის, 430 ათასი ქალაღისა და პლასტმასის, 430 ათასი მინის საგანი. ოკეანის ფსკერზე ჯერ კიდევ ომების დროს ჩაძირული ათასობით გემია.

განსაკუთრებით მძიმე სიტუაცია იქმნება სანაპირო ზოლში, რადგან სანაპირო თევზჭერა პირდაპირ კავშირშია აღნიშნულ რეგიონში ადამიანის მოღვაწეობის ხარისხსა და მასშტაბზე. უამრავი თევზი და სხვა სახის ორგანიზმი იხოცება სამშენებლო მასალების მოპოვებისას (ქვიშა, ხრეში, ლამი), იმდერევა წყალი, რაც ამცირებს ფოტოსინთეზს, თევზრეწვას ამცირებს ნავთობის შეღწეზე მოპოვებაც. სანაპირო

ზოლის დეგრადაციას იწვევს რეკრეაციული კომპლექსების მშენებლობა, მაგალითად: ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროებს ყოველწლიურად 10 000-ზე მეტი ტურისტული გემი სტუმრობს. მათგან კი ბინძური ნარჩენები ზღვაში გაუწმენდავად ჩაედინება.

დიდ საშიშროებას უქადის ჰიდროსფეროს გლობალური დათბობა. ვარაუდობენ, რომ წყლის დონე 2050 წელს 20-30 სმ-ით, ხოლო 2100 წლისათვის კი 1 მ.-ით აიწვეს, გაძლიერდება სანაპირო ზოლის აბრაზია, გაქრება პროდუქტიული რეგიონები; გამოთვლილია, რომ დღესდღეისობით 46 მლნ. ადამიანი წყალდიდობით გამოწვეული საშიშროების რისკის ქვეშაა. 1 მ.-ით დონის აწევა კი მათ რაოდენობას 118 მლნ.-მდე გაზრდის.

სხვადასხვა ნარჩენებისაგან ძლიერ ბინძურდება ხმელეთის ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, განსაკუთრებით მცირდება, ან საერთოდ ქრება მათი ჰორიზონტების მარაგი იმ ქალაქებში, სადაც მათ სასმელად თუ სხვა ტექნიკური მიზნით იყენებენ (მეხიკო, ოსაკა, ტოკიო, მოსკოვი, სანკტ-პეტერბურგი); ხდება ასევე მათი დაბინძურება ქლორიდებით, სულფატებით, მძიმე ლითონებით, ნავთობპროდუქტებით, თუ რადიაციული ნარჩენებით.

ხმელეთის წყლების ჩამონადენის რეჟიმს ძლიერ ცვლის ჭაობების ხელოვნური ამოშრობა ან გრუნტის წყლის დონის ვარდნა ანთროპოგენური ფაქტორის ზემოქმედებით, ასევე ისეთი ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, როგორცაა კაშხალი, წყალსაცავი, არხები და სხვა. ამ დროს იცვლება არა მარტო ჩამონადენის რაოდენობა და დონე, არამედ წყლის ცოცხალი ორგანიზმები, რელიეფწარმოქმნილი პროცესები, ნიადაგები; ჩნდება მლაშობები, ზოგიერთი მდინარე ვეღარ აღწევს შესართავამდე, მაგალითად მდინარე მურაბი, ზერავმანი, სირდარია, ამურდარია, შესართავთან შეიცვალა ტიგროსისა და ევფრატის კალაპოტებიც(მატ-ელ-არაბი). მსოფლიოში მორწყვით გამოწვეული მეორადი დამლაშობების შედეგად ყოველწლიურად ზიანდება 1,1 მლნ. კვ. კმ. ნაყოფიერი ნიადაგი, ხოლო მთლიანად მწყობრიდან გამოდის 10 ათასი კვ. კმ. ფართობის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულეები.

თავი 17. ლითოსფეროს საზღვრები,ამგები ქანების თავისებურებანი.

17.1 .ლითოსფერო

ეს არის დედამიწის ქვის გარსი, რომელიც თავის საზღვრებში აერთიანებს დედამიწის ქერქს და მანტიის ზედა ნაწილს, ვრცელდება ასთენოსფერომდე და გააჩნია 150–200 კმ–ის სიმძლავრე.

ლითოსფერო სიღრმითი რღვევებით დაყოფილია მსხვილ ბლოკებად –**ლითოსფეროს ფილებად** (წყნარ ოკეანური, ამერიკის, ანტარქტიდული, აფრიკის, ინდოეთის და ევრაზიული), რომლებიც ჰორიზონტალურად გადაადგილდებიან (წლიურად 5–10 სმ–ის სიჩქარით).ლითოსფეროს ზედა ფენაში აღმოჩენილია 90 ქიმიური ელემენტი; ა.ფერსმანმა მოგვცა მათი პროცენტული განაწილების სქემა,საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ 8 ელემენტზე მოდის მთელი შემადგენლობის 97,20%; ესენია: ჟანგბადი (49,00%), სილიციუმი (26,00%), ალუმინი (7,50%), რკინა (4,20 %), კალციუმი (3,30%), ნატრიუმი (2,40%), კალიუმი (2,40%), მაგნიუმი (2,40%).

ზემოაღნიშნული ქიმიური ელემენტებისაგან იქმნება ნაერთები– მინერალები, რომელთა საერთო რაოდენობა 2000 აღწევს, მათ შორის კი ყველაზე მეტად 400–500 სახეობაა გავრცელებული.

17.2. ამგები ქანების თავისებურებანი.

დედამიწის ლითოსფერო აგებულია მაგმური, დანალექი და მეტამორფული ქანებით და მინერალებით.

პირველი მათგანი ანუ **მაგმური ქანები** და მინერალები მოიცავს დედამიწის ქერქის შემადგენელ ნივთიერებათა მთელი მასის 95,00%-ს .ქანები წარმოიქმნება მიწის წიაღში მაგმის მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში დაკრისტალების შედეგად. კაჟის შემცველობის მიხედვით განასხვავებენ: მჟავე (65%-ზე მეტი), საშუალო (65–დან 52%-მდე), ფუძე (52–დან 40%-მდე) და ულტრაფუძე (40%-ზე ნაკლები) ქანებს. მჟავე მაგმურ ქანებში (გრანიტი და სხვ.) ჭარბობს შედარებით

მსუბუქი ელემენტები (ნატრიუმი, კალიუმი, ალუმინი) და მინერალები: მინდვრის შპატი, კვარცი. ულტრაფუძე ქანები კი (პერიდოტიტები, დუნიტები და სხვ.) შედგება შედარებით მძიმე ელემენტებისაგან (კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა) და მინერალებისაგან: ოლივინი და ავგიტი. იმის მიხედვით, თუ რა სისწრაფით კარგავს ლავა ტემპერატურას და აირებს, შეიძლება იყოს სიღრმითი (ინტრუზიული) და ზედაპირული (ეფუზიური); პირველისაგან მაგმური ქანები დედამიწის ქერქის ღრმა ფენებში წარმოიქმნება, მეორისაგან კი – მის ზედაპირზე.

დანალექი ქანები დედამიწის ზედაპირზე, დაბალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ყალიბდება: მის ამგებელ მასალას ადრე წარმოქმნილი ქანები შეადგენს..

დანალექი ქანები შემდეგ ჯგუფებად იყოფა; **ნამსხვრევი** (ქვიშა, ღორღი), **თიხნარი** (სახელდობრ თიხა), **ქიმიური შენაერთები** (ქვამარილი, თაბაშირი) და **ორგანოგენური მასალა** (კირქვა, ტორფი)

ჩვეულებრივ დანალექი ქანები ფოროვანი და ნამსხვრევია, მაგრამ შეიძლება იყოს საკმაოდ მკვრივიც. დანალექი წარმოშობისაა მინერალები: გალიტი, კალციტი, თაბაშირი, კაოლინი.

მეტამორფული ქანები და მინერალები წარმოიქმნება დიდი წნევის, მაღალი ტემპერატურის, ცხელი წყლის ორთქლისა და სხვა აირების ზემოქმედების შედეგად. მიმდინარეობს როგორც დანალექი, ასევე მაგმური ქანების გარდაქმნა. მეტამორფულ ქანებში შეინიშნება მათი მეორადი გადაკრისტალება, შრეებრივი ტექსტურა, ამასთანავე ყალიბდება ახალი მინერალები. ასე მაგ.: ქვიშები გარდაიქმნება კვარციტებად, კირქვა – მარმარილოდ, თიხა – თიხა-ფიქლად, გრანიტები კი – გრანიტო-გნეისებად.

ქანები სხვადასხვაგვარად რეაგირებს შინაგანი და გარეგანი ძალების ზემოქმედებაზე, მათთან ერთად ბიოსფეროც ძლიერ ცვლის ქანების ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს.

რელიეფის ჩამოყალიბებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ქანების მდგრადობას. ეგზოგენური პროცესების (ანუ გარეგანი პროცესების) დამანგრეველ ზემოქმედებას სხვადასხვაგვარი მდგრადობით პასუხობს განსხვავებული სახის ქანი, რაც განპირობებულია ამ უკანასკნელის აგებულების ერთგვაროვნებით, სითბოგამტარობითა და სითბოტევადობით, ასევე ტენის გამტარუნარიანობით, შრეებრიობით, ნაპრალოვნებით და სხვ.

თავი 18. გამოფიტვის ქერქი

გეოგრაფიულ გარსში ლითოსფეროს, ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ბიოსფეროს ურთიერთზემოქმედებით წარმოიქმნება კომპლექსური ზემოქმედებით სხეული, რომელსაც გამოფიტვის ქერქს – **ელუვიონს** უწოდებენ, ანუ გამოფიტვა ეს არის იმ პროცესების ერთობლიობა, რომლებიც იწვევს ქანების დაშლა-დანგრევას – **დეზინტეგრაციას**. გეოგრაფიული გარსის ყველა ზემოაღნიშნული კომპონენტის აქტივობისა და ელუვიური პროცესების ხანგრძლივობის პარალელურად იზრდება გამოფიტვის ქერქის სიმძლავრე; ზოგან მან ასობით მეტრსაც კი შეიძლება მიაღწიოს. ელუვიონში, როგორც წესი, გამოფიტვის ქერქის მასალა განშრევებული არ არის და წარმოდგენილია დაუმუშავებელი, დაუხარისხებელი ნამსხვრეების სახით. გამოფიტვის ქერქის შემადგენლობა მჭიდრო კავშირშია დედაქანთან ანუ ქვეფენილ ქანთან, მისი ყველაზე მთავარი თავისებურება კი ზონალობაა.

ქანების გამოფიტვა წარმოადგენს ფართოდ გავრცელებულ გეომორფოლოგიურ პროცესს, იგი ყველგან მიმდინარეობს. ამ ერთიან პროცესში გამოარჩევენ ძირითადად მის 2 სახეს: 1) **ფიზიკური, ანუ მექანიკური და 2) ქიმიური**; ზოგიერთი ავტორის მიერ შემოთავაზებულია მესამე სახის გამოფიტვა – **ორგანოგენური**, ანუ მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმების მიერ ქანების დაშლა. ავტორთა უმეტესობას ამ უკანასკნელის გამოყოფა მართებულად არ მიაჩნია, ვინაიდან ორგანოგენური დეზინტეგრაცია საბოლოოდ იღებს ან ფიზიკურ-მექანიკური, ან ქიმიური გამოფიტვის სახეს.

ფიზიკური გამოფიტვისასაა მიმდინარეობს ქანების დაშლა-დაქუცმაცება მათი ქიმიური შემადგენლობის უცვლელად. მთავარი მოქმედი ფაქტორების ხასიათის და მოქმედების მიხედვით, იგი იყოფა **ტემპერატურულ და მექანიკურ გამოფიტვად**.

1ა– **ტემპერატურული გამოფიტვა** მიმდინარეობს გარეგანი მექანიკური ზემოქმედების გარეშე და მას იწვევს ტემპერატურის ცვალებადობა. ინტენსივობა დაკავშირებულია ქანების შემადგენლობასთან, მათ აგებულებასთან, ანუ ტექსტურასა და სტრუქტურასთან; აგრეთვე შეფერილობასთან, ნაპრალოვნებასთან და სხვა ფაქტორებთან.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ტემპერატურის ცვლილების ამპლიტუდას და ამ ცვალებადობის სიჩქარეს; ამიტომ გამოფიტვისას ტემპერატურის სეზონური ცვლილების ამპლიტუდაზე მეტად დღე–ღამური, ანუ მოკლე დროის ამპლიტუდა მოქმედებს.

ტემპერატურული გამოფიტვა შეინიშნება ყველა კლიმატურ ზონაში, მაგრამ განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს იქ, სადაც ტემპერატურის მკვეთრი კონტრასტი და ჰაერის სიმშრალეა, ანუ არიდული ჰავაა, მცენარეული საფარი კი ან ცოტაა, ან სულაც არ არის, ასეთებს პირველ რიგში მიეკუთვნება ტროპიკული და არატროპიკული უდაბნოები. ასეთი გამოფიტვა ინტენსიურად მიმდინარეობს მაღალი მთების ციცაბო ფერდობებზეც.

1ბ– **მექანიკური გამოფიტვა** მიმდინარეობს ისეთი ფაქტორების ზემოქმედებით, როგორცაა წყლის გაყინვა ქანების ნაპრალებში და ფორებში, ან აორთქლებული წყლის მარილების დაკრისტალეებისას. როგორც ნათქვამიდან ჩანს, ყოველივე მაინც ტემპერატურულ გამოფიტვასთანაა მჭიდრო კავშირში.

განსაკუთრებით სწრაფად და ძლიერად ქანებს ფიტავს წყალი, გაყინება რა ნაპრალებში და ფორებში, წარმოქმნის ქანებში დიდ წნევას, რის გამოც ეს ქანი იშლება ნაწილებად. ხშირად ამ პროცესს ყინვით გამოფიტვასაც უწოდებენ. მას წინ უძღვის ქანების დანაპრალიანება, წყლის გაყინვა კი განაპირობებს შემდგომ ინტენსივობას. აქ აუცილებელია არა ტემპერატურული ამპლიტუდა (თუნდაც დღე–ღამური), არამედ ტემპერატურის რყევის სიხშირე 0° –მდე, ანუ იმ ტემპერატურამდე, რომელზეც წყალი იყინება. ამიტომ ესეთი გამოფიტვა ძირითადად მიმდინარეობს პოლარულ მხარეებში და მაღალმთიან რეგიონებში, თოვლის ხაზს ზემოთ.

მარილების დაკრისტალეებისას, რაც წყლის აორთქლებას მოჰყვება დამანგრეველ–დამშლელი პროცესები ძირითადად ცხელი ჰავის პირობებში მიმდინარეობს. კაპილარებში არსებული ტენი დღის სიცხისაგან ზედაპირისაკენ მიისწრაფის, მასში გახსნილი მარილები გზადაგზა კრისტალდება, კრისტალეების რაოდენობა იწვევს ნაპრალების გაფართოებას, რასაც საბოლოო ჯამში მივყავართ ქანების მონოლითურობის რღვევამდე და მათ ნგრევამდე.

ქანების დაშლა–დეზინტეგრაციას იწვევს აგრეთვე ნაკლები სიმტკიცის ქანების დატენიანება, გაჟიჟვება და გამოშრობა, ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია თიხები, უგლინიკები, მერგელები, ან ორგანიზმების ფიზიკური ზემოქმედება (ფესვები, მღრღნელები).

ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად ქანები იშლება მკვეთრ ნაწიბურიან ნამსხვრევებად, რომელთაც სხვადასხვა ზომა და ფორმა გააჩნიათ. რა უფრო მეტად იმხვრევა ქანი, მით უფრო იცვლება ფიზიკური გამოფიტვა 2) 2) **ქიმიური გამოფიტვა**– ესაა ქანებზე ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ბიოსფეროს ქიმიურად აქტიური ელემენტების ზემოქმედება. ამ დროს მიმდინარეობს ქანების არა მარტო მექანიკური დაშლა, არამედ მათი ქიმიური შედგენილობის ცვლილება მათზე ჟანგბადის, ნახშირორჟანგის და ორგანული მჟავების ზემოქმედებით. ამ დროს საფუძვლიანად იცვლება მინერალები, ქანები, მათ მაგიერ კი იქმნება ახალი მინერალები და ქანები, რაც მიმდინარეობს (ხშირად ფარულად) ხსნადობის, ჰიდრატაციის, დაჟანგვის, ჰიდროლიზის, კარბონატიზაციის და სხვა სახის რეაქციებით. **ჰიდრატაცია** ესაა უწყლო ნივთიერების მიერ წყლის ქიმიური შეერთება, მისი შთანთქმა. ქიმიური გამოფიტვის ინტენსივობა იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. იგი ახასიათებს ტროპიკული და სუბტროპიკული ჰავის მხარეებს, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა და სინოტივე, მით უფრო ინტენსიურია იგი. ტემპერატურის 10° –ით მომატებისას ინტენსივობა 2–3 ჯერ იზრდება, ამიტომ ქანების გარდაქმნა ტემპერატურასთან ერთად იცვლება, ასე მაგალითად: ზომიერად ნოტიო ჰავის პირობებში ქიმიური გამოფიტვა მხოლოდ თიხების სტადიამდე აღწევს, ხოლო ნოტიო ტროპიკულში კი–ლატერიტების სტადიამდე.

3) **ორგანოგენური გამოფიტვა** მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების მოქმედებასთანაა დაკავშირებული და იგი ძირითადად ზემოთ უკვე აღწერილ ფიზიკურ–მექანიკურ და ქიმიურ ზემოქმედებაში გამოიხატება.

ადამიანის მიერ გამოფიტვა ორი ძირითადი მხრიდან გამოვლინდება, ანუ პირველის დროს, ადამიანი თვითონ ხდება გამოფიტვის აგენტი, მეორე შემთხვევაში კი, იგი ზეგავლენას ახდენს გამოფიტვის ბუნებრივ აგენტებსა და იმ გარემოზე, სადაც აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს; სხვაგვარად, რომ ვთქვათ, ადამიანი ქანების გამოფიტვაზე ახდენს პირდაპირ და ირიბ ზეგავლენას.

პირდაპირი ზემოქმედების დამადასტურებელია შემდეგი მაგალითი – სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისა და სამშენებლო სამუშაოების მიმდინარეობისას მსოფლიოში ყოველწლიურად დედამიწის წიაღიდან ამოიღება და გადაადგილდება უდიდესი რაოდენობის ქანი; ამ დროს ხდება ქანების **ჰიპერგენური** გარდაქმნა, ვინაიდან ნებისმიერი ქანი მოხვდება რა ზედაპირზე, მეტისმეტად სწრაფად გამოიფიტება (მეტ-ნაკლები სისწრაფით).

გამოფიტვის ქერქი პრაქტიკული თვალსაზრისითაც საჭიროებს მეცნიერულ შესწავლას, ვინაიდან იგი იმ გეომორფოლოგიური, ეგზოდინამიკური პროცესების მასალაა, როგორცაა: ჩამონაშალი შლეიფები, კლდეზვავი, მეწყერი, ღვარცოფი, ეროზია და სხვ. გამოფიტვის პროცესი დიდ გავლენას ახდენს სამშენებლო პრაქტიკაზეც.

იმის მიხედვით, თუ როგორი ჰავის პირობებში ყალიბდება გამოფიტვის ქერქი, იგი რამდენიმე ტიპის შეიძლება იყოს; ესენია:

ნამსხვრევი–იგი შედგება ქიმიურად უცვლელი დედაქანის ნამსხვრევი მასალისაგან და ძირითადად მაღალმთიან ზონებსა და პოლარულ განედებზეა გავრცელებული. მისი წარმოშობა დაკავშირებულია ფიზიკურ გამოფიტვასთან. უდაბნოს არიდული კლიმატის პირობებშიც ელუვიონი ძირითადად ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად ყალიბდება; ნამსხვრევ მასალასთან ერთად ალაგ-ალაგ, ლოკალურად ქიმიური გამოფიტვის ქერქიც გვხვდება თაბაშირის შუა შრეების, მლაშობების ან უდაბნოს ნარუჯის სახით.

ჰიდროქარსიანი ქერქი–ხასიათდება დედაქანის მცირე ქიმიური ცვლილებით, უკვე შეიცავს თიხის მინერალებს– ჰიდროქარსს, გავრცელებულია ზომიერ და მაღალ განედებზე მარადმზრალი გრუნტების ზონაში, სადაც აქტიურია ფიზიკური და მცინვარული გამოფიტვა, შეინიშნება ქიმიური გამოფიტვის მცირეოდენი ნიშნებიც.

მონტმორილური ქერქი– ყალიბდება ნახევრადუდაბნოების ზონაში, მისთვის დამახასიათებელია დედაქანის ძლიერი ქიმიური ცვლილება.

კაოლინიანი და წითელმიწიანი ქერქი– გავრცელებულია სუბტროპიკულ განედებზე. აღნიშნულ ზონაში მიმდინარეობს ისეთი მოძრავი პროდუქტის ინტენსიური გამოტანა, რომლისგანაც ფაიფურის წარმოებისათვის მეტად საჭირო მინერალის –კაოლინიანი თიხების საბადოც კი შეიძლება შეიქმნას.

ლატერიტული ქერქი–წარმოიქმნება ცხელი, ტენიანი ეკვატორული ჰავის პირობებში. აღნიშნული ქერქი წითელი და ნარინჯისფერია. მასში ყალიბდება ბოქსიტები, რომელთა მარაგმა სამრეწველო მნიშვნელობის საბადო შეიძლება შექმნას.

თავი 19. სითბოს მიმოქცევა ლითონფეროში

დედამიწის ზედაპირი თითქმის მთლიანად მზისგან მიღებული სითბოთი თბება. მიწის წიაღიდან ამოსული სითბო, რომელიც ამავე ზედაპირზე ხვდება, მზის სითბოს 1/5000–ია.

დედამიწის წიაღის ტემპერატურული რეჟიმი ჯერ კიდევ კარგად არ არის შესწავლილი; ოღონდ, მკვლევარებისათვის ცნობილია, რომ სიღრმეში თანდათან მატულობს და დედამიწის შიდა ფენებში ტემპერატურა ძლიერ მაღალია, ამას მოწმობს ვულკანური ამოფრქვევები და ტემპერატურის მატება ჭაბურღილებსა და მადაროებში. ვულკანური ლავის ლღობის ტემპერატურა ცნობილია და 1200°– უდრის. მოქმედი ვულკანების კრატერში ლავის ტემპერატურა 1100–1200°–მდეა (ვეზუვი, სტრომბოლი), ხოლო კილაუეას ტემპერატურა (ჰავაის კუნძულები)–1300° უდრის. ცნობილია, რომ 1050°–ზე ლავის დენა თითქმის შეჩერებულია, ასე, რომ დედამიწის შინაგანი ფენების ტემპერატურა 1100°–ზე მეტია.

ტემპერატურის მატება სიღრმის მატებასთან ერთად მიუთითებს იმაზე, რომ წიაღიდან დედამიწის ზედაპირისაკენ განუწყვეტლივ მოედინება სითბოს ნაკადი, რომელიც განსხვავდება სივრცეში; მის ერთ–ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს რადიოაქტიური ელემენტების დაშლა. ბოლო დროს გამოითქვა მოსაზრება, რომ რადიოაქტიური დაშლა, როგორც სითბოს წყარო, არ თამაშობს იმ

დიდი როლს, რომელსაც ჩვეულებრივ მიაწერდნენ, არამედ დედამიწის სითბოს წყაროს წარმოადგენს ის ენერჯია, რომელიც გამოიყოფა დედამიწის წიაღში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად და ტექტონიკური მოძრაობისას, ანუ ნივთიერების ერთი ფაზური მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლისას.

დადგენილია, რომ 50–100 კმ-ის სიღრმეზე წარმოიქმნება მინიმალური თერმოგამტარი ზონა. იგი თითქოს დამცავ ეკრანს ქმნის დედამიწის შინაგან თერმულ ველსა და მის ზედა ნაწილს შორის. ამასთან დაკავშირებით გამოითქვა მოსაზრება, რომ მაშინ, როდესაც დედამიწის ღრმა ნაწილები ჯერ კიდევ თბება. დედამიწის ქერქი უკვე იმყოფება ნელი გაცივების სტადიაში.

სიღრმის ზრდასთან ერთად, ტემპერატურის მატების რაოდენობრივი თვალსაზრისით წარმოდგენის მიზნით, ორი ურთიერთდაკავშირებული ცნებით სარგებლობენ, ესენია: 1. **გეოთერმული გრადიენტი**– სიღრმეში ყოველ 100 მ-ზე ტემპერატურის ნაზარდის მნიშვნელობა, რომელიც საშუალოდ 3°-ია და 2. **გეოთერმული საფეხური**– სიღრმეში გადანაცვლების იმ სიდიდეს ეწოდება, რომელიც ტემპერატურის 1°-ით მოსამატებლად საჭირო, იგი საშუალოდ 33 მ-ია.

გეოთერმული საფეხურის სიდიდე სხვადასხვაა და ძირითადად დამოკიდებულია ქანების როგორც ფიზიკურ თვისებებზე, ასევე ვულკანური კერებიდან დაშორებაზე და სხვა სავარაუდო მიზეზებთანაც; იგი საკმაოდ ფართო დიაპაზონით მერყეობს, მაგ.: პიატიგორსკში 1,5 მ-ია, კალიფორნიაში–20 მ, მონჩეტუნდრაში–152 მ, იოჰანესბურგში–111 მ, კრასნოიარსკში–172 მ.

გეოთერმული გრადიენტის მნიშვნელობიდან გამომდინარე თუ ვიმსჯელებთ, პლანეტის ბირთვში ტემპერატურა წარმოუდგენლად დიდი უნდა იყოს (46 999–დან 100 000°-მდე), მაგრამ განსაზღვრულ სიღრმეზე გეოთერმული გრადიენტის მიხედვით მატება თითქმის წყდება. გამოთვლებით დადგენილია, რომ 400 კმ-ის სიღრმეზე ტემპერატურა დაახლოებით 1600°-ია, ხოლო 2900 კმ-ის სიღრმეზე კი–2500°C. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით დედამიწის ცენტრში ტემპერატურა 5000° C-ით აღწევს.

თბილ ქვეყნებში, სადაც ზამთრისა და ზაფხულის ტემპერატურას შორის დიდი მერყეობა არ იგრძნობა, მზისგან მიღებული სითბოს დღე-ღამური და სეზონური მერყეობა 10–15 მ სიღრმეზე ქრება, ქვეყნებში, სადაც ცხელი ზაფხული და ცივი ზამთარია, ტემპერატურული რყევის სიღრმე 25–30 მ-დე იგრძნობა, ხოლო ცალკეულ ადგილებში 40 მეტრამდეცაა.

დედამიწის ყველა წერტილში 30–40 მ-ზე ღრმა ადგილებში მუდმივი ტემპერატურის ზედაპირია და მას **გეოიზოთერმული ჰორიზონტი** ეწოდება; ტემპერატურა ამ ჰორიზონტის ზედაპირზე ამ გარკვეული ადგილის საშუალო წლიური ტემპერატურის ტოლია, სწორედ ამ ჰორიზონტის დაბლა იწყება ტემპერატურის მატება დედამიწის ცენტრისაკენ. რაც უფრო დაბალია ამა თუ იმ ადგილის საშუალო წლიური ტემპერატურა, მით უფრო ღრმადაა განთავსებული ამ ჰორიზონტის ქვედა საზღვარი. მრავალი მიზეზის გამო დედამიწის კლიმატი, და მასთან ერთად საშუალო წლიური ტემპერატურული მაჩვენებლებიც, განიცდიდა ცვლილებას; თბილ პერიოდებს ცვლიდა მკვეთრი აცივების პერიოდები (გამყინვარების ეპოქები), რომელთა ხანგრძლივობაც ათობით მლნ წელს ითვლიდა. დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა ნაწილში. კლიმატის ასეთი მერყეობა გეოიზოთერმული ჰორიზონტის ე.წ. საუკუნეობრივ რყევას განაპირობებდა.

თავი 20 ტენის მიმოქცევა ლითოსფეროში

წყლის წრებრუნვა დედამიწის მტკნარი წყლით მომარაგებას უზრუნველყოფს; ოკეანიდან აორთქლებული და ხმელეთის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები სხვადასხვა სახის წყალსატევს ქმნის. მისი ნაწილი მდინარეების და დროებითი ნაკადების სახით ჩაედინება ოკეანეში. ნაწილი ჩაიჭონება გრუნტში და ქმნის მიწისქვეშა წყლის ჰორიზონტებს, ან ჩერდება ზედაპირზე დაჭაობებული ტერიტორიების, ტბების, მყინვარების სახით; მიწისქვეშა წყლები მდინარეთა საშუალებით ან მათ გარეშე აღწევს მსოფლიო ოკეანის დონემდე. ზემოაღნიშნული წყლის ობიექტები ხმელეთის წყლების სახელწოდებით ლითოსფეროს ტენბრუნვაში სხვადასხვა აქტივობით იღებს მონაწილეობას.

მ. ლვოვიჩის (1986 წ) გამოანგარიშებით ხმელეთის ზედაპირიდან ყოველწლიურად 69 270 კმ³ წყალი ორთქლდება, რომელიც ფენის სახით თუ წარმოვიდგინოთ 768 მმ-იან სიმძლავრის შრეს იძლევა (მასში აგრეთვე გაერთიანებულია 238 მმ, რომელიც დედამიწის მშრალ რეგიონებზე მოდის). მდინარეებიდან მსოფლიო ოკეანეში 44 230 კმ³ წყალი ჩაედინება (380მმ). აქედან მიწისქვეშა წყლების რაოდენობრივი

მაჩვენებლი მხოლოდ 22 მმ-ია. ხმელეთზე მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა კი ყოველწლიურად 113 500 კმ³-ია (1148 მმ).

ლითოსფეროს ტენზუნვაში ნიადაგების განსაკუთრებული როლი პირველად ფრანგმა ჰიდროლოგმა ე. ბელგრანდმა აღნიშნა. ნიადაგის ჰიდროლოგიური ფაქტორის განსაკუთრებულ მნიშვნელობაზე აგრეთვე მიუთითებდნენ ვ. ბოკუჩაევი და ა. ვოეიკოვიც.

მ. ლვოვიჩმა (1986 წ) თავის დაკვირვებაში საინტერესო ფაქტს გაუსვა ხაზი: თუ ნიადაგის ინფილტრაციის დონე დაბალია, მაშინ ნალექების უმეტესი რაოდენობა ზედაპირულ ჩამონადენზე მოდის, ძალიან მცირეა ან საერთოდ არ არის აორთქლების საშუალება, ასევე არ არსებობს ნიადაგური ტენის და მიწისქვეშა წყლების კვების წყაროც. ამავე დროს, მთელი მდინარეული ჩამონადენი თითქმის უტოლდება მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობას, ამიტომ მშრალ პერიოდებში მდინარეები შრება, ვინაიდან მხოლოდ ზედაპირული ჩამონადენით იკვებება. სხვა შემთხვევაში, ე.ი. მაშინ, როდესაც ნიადაგების ინფილტრაცია ძლიერია, შესაბამისად მცირდება ზედაპირული ჩამონადენი, იზრდება მიწისქვეშა წყლების და ნიადაგური წყლების რესურსები, იზრდება აორთქლება და მიწისქვეშა წყლების წილი მდინარეთა კვებაში მაქსიმუმს აღწევს.

ნიადაგების აორთქლების ხარისხსა და რაოდენობაზე ზეგავლენას ახდენს ქარი, ნიადაგის ტემპერატურა, მაგრამ უპირველესი მათ შორის თვით ნიადაგის ტენიანობაა, ვინაიდან დეფიციტის დროს, მნიშვნელობა ეკარგება ყველა დანარჩენ მახასიათებელს. ატმოსფერული ნალექების შემდეგ ნიადაგის ზედა ფენა იმდენად გაჟღენთილია წყლით, რომ აორთქლება წყალსაცავიდან აორთქლების დონესაც კი უტოლდება. ამასთანავე წვიმის წინ ნიადაგის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ნებისმიერ წყალსატევის და თავისთავად, ეს ფაქტორიც ეხმარება აქტიურ აორთქლებას.

ნიადაგის ტენიანობა გრუნტში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგადაც შეიძლება გაიზარდოს, ამისათვის კი საჭიროა გარკვეულ სიღრმეზე ტემპერატურა ცვრის წარმოქმნის ტემპერატურაზე დაბლი იყოს, ამასთანავე, ნიადაგთან შედარებით, უფრო მაღალი უნდა იყოს ჰაერის ტენიანობაც. ამ დროს წყლის ორთქლის ნაკადი მიმართული იქნება დაბალი, აბსოლუტური ტენიანობის მხარეს. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ნიადაგურ კონდენსაციაზე მოდის ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის 15-25%. ლითოსფეროს ტენზუნვაში ჩართულია დედამიწის შიდა გარსებიც: ითვლება, რომ მანტიაში 20 მლრდ კმ³ მოცულობის წყალია განთავსებული და აქედან ყოველწლიურად ზედაპირზე 1 კმ³ მოცულობის წყალი ხვდება.

თავი 21. დედამიწის რელიეფი.

21.1. რელიეფი. რელიეფის კლასიფიკაცია.

რელიეფი ეს არის დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობათა ერთობლიობა, ანუ ლითოსფეროს ზედაპირის შემადგენელი მაღლობებისა და დაბლობების, მთებისა და ხეობების, ვაკეებისა და სხვა ფორმების თავისთავადობა ან მათი კრებადობა, რომელიც განპირობებულია გეოლოგიური აგებულებით; მეცნიერებას, რომელიც ამ რელიეფს შეისწავლის, „გეომორფოლოგია“ ეწოდება.

ხაზგასმით უნდა აღვნიშნოთ, რომ დედამიწის აგებულებაში, კერძოდ გეოგრაფიულ გარსში, რელიეფს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს, ვინაიდან წარმოადგენს მისი სხვადასხვა გარსების გამყოფ და, ამავე დროს, ურთიერთდამაკავშირებელ ზედაპირს.

რელიეფი შედგება ფორმებისაგან, ცალკეული უსწორმასწორობებისაგან და ტიპებისაგან (ფორმების კანონზომიერი შეთანხმება).

დედამიწის ზედაპირის ნებისმიერი მონაკვეთი შედგება განმეორებადი და ერთმანეთისაგან განსხვავებული რელიეფის ფორმებისაგან, რომელიც, თავის მხრივ, ცალკეული ელემენტებისაგან არის აგებული.

რელიეფის შემადგენელი ფორმები, გარეგანი ნიშნებისა და განზომილებების მიხედვით, შეიძლება იყოს **მარტივი ე.ი.** ისეთი ფორმები, რომლებიც ხასიათდება მცირე ზომებით, გააჩნია გეომეტრიულად მეტნაკლებად სწორი მოხაზულობა და შედგება რელიეფის ელემენტების მარტივი

კომბინაციისაგან (ბორცვი, ტერასა, ნამდინარევი, მაბრისებრი ჩადაბლება და სხვ.) და **რთული** (ქედი, ქვაბული, მთიანეთი, ზეგანი და სხვ), რომელიც რამდენიმე მარტივი ფორმის კრებადობას წარმოადგენს.

გენეზისის მიხედვით რელიეფი შეიძლება იყოს; 1. **სტრუქტურული** – ენდოგენური ძალების მიერ შექმნილი ქანების ჰორიზონტალური ან ნაოჭა განლაგებით, ანდა ტექტონიკურ დისლოკაციებთან დაკავშირებული.

სკულპტურული – ფლუვიალური, სოლიფლუქციური. კარსტულ–სუფოზიური, გლაციალური, აბრაზიული, ეოლური, გრავიტაციული, ანთროპოგენური.

აკუმულაციური – რომელშიც შეიძლება იყოს არა მარტო ენდოგენური, კერძოდ ვულკანური, ასევე ეგზოგენური – სკულპტურული გენეზისის მატარებელი ფორმებიც.

არის შემთხვევები, როდესაც რელიეფის ორი ფორმა გარეგნულად მსგავსი, მაგრამ გენეზისით სხვადასხვაა; მათ **კონვერგენციული** ეწოდება, ხოლო თვით მოვლენას კი – რელიეფის ფორმათა **კონვერგენცია**.

ეგზოგენური აგენტების მოქმედებისადმი დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ **აკუმულაციურ** ფორმებს, რომელიც მასალის დაგროვების შედეგად ყალიბდება (მორენული ბორცვები, ბარხანები), ან **დენუდაციურს**, რომელიც მასალის გამოტანის ხარჯზეა შექმნილი (ხრამი, გამოქარვის ქვაბული).

როდესაც რელიეფის ესა თუ ის ფორმა ამოზურცული ანუ ამოზნექილია, მას დადებითს უწოდებენ, ხოლო თუ პირიქით ჩაზნექილია – უარყოფითი ფორმის სახელწოდებით მოიხსენიებენ.

რელიეფის ფორმა შეიძლება იყოს **ჩაკეტილი** (მორენული ბორცვი, მორენული ვარდნობი) ან **ღია** (ხრამი).

ჰორიზონტალური განფენილობის, განზომილების მიხედვით რელიეფის შემდეგი სახის ფორმებს გამოჰყოფენ:

პლანეტარული – მოიცავს ფორმებს, რომელთაც უჭირავს მილიონობით და ასეულ ათასობით კვ.კმ. ფართობი; მათი რაოდენობა ბევრი არაა, ესენია: კონტინენტები, ოკეანეთა ფსკერი, გეოსინკლინური სარტყლები, შუა ოკეანური ქედები,

მეგა ფორმები – ასობით და ათეულ ათასობით კვ.კმ ფართობის ფორმები, მაგ.: მექსიკის უბის ღრმული, ალპები, კავკასიონი, დეკანის პლატო.

მაკრო ფორმები – ისინი მეგაფორმების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ და უჭირავთ ასობით და ათასობით კვ.კმ. ფართობი.

მეზო ფორმები – მათ უჭირავთ ასობით კვ.კმ. მაგ.: მთები, მათი განშტოებები, დიდ მდინარეთა ხეობები, მსხვილი აკუმულაციური ვაკეები, ბარხანები და სხვ.

მიკრო ფორმები – ესენი ის უსწორმასწორობებია, რომლებიც ართულებს მეზოფორმების ზედაპირს, ასეთია კარსტული ძაბრები, ეროზიული დარტყმები, სანაპირო ზვინულები.

ნანო ფორმები – ძალიან მცირე ფორმის უსწორმასწორობებია, მათ მიეკუთვნება: ეროზიული ჭალა, ქარის ღელვილი, ეოლური შთენილი, ოკეანის ფსკერის აშლილობა ანუ ღელვილი, ნამდინარევი და სხვ.

რელიეფის ფორმების დაყოფა სიდიდის მიხედვით პირობითია, რადგან ბუნებაში ზემოაღნიშნულ გრადაციებს შორის მკვეთრი საზღვრები არ არის გავლებული; მაგრამ, მიუხედავად პირობითობისა, რელიეფის მასშტაბური განსხვავება ატარებს გენეტიკურ ინფორმაციას, ასე მაგ.: პლანეტარული, მეგა და მაკრო რელიეფის ფორმები, ძირითადად, ენდოგენური პროცესებისაგანაა შექმნილი, ხოლო მეზო, მიკრო და ნანო ფორმების ჩამოყალიბებაში, უმთავრესად, ეგზოგენური პროცესები მონაწილეობს.

რელიეფის ფორმების გენეტიკური კლასიფიკაციის მიხედვით ი. გერასიმოვი და იუ. მეჟერიაკოვი გამოჰყვეს სამი ძირითადი ჯგუფი:

გეოტექტურა – ეს არის რელიეფის ყველაზე მსხვილი ფორმა, რომელიც წარმოიქმნა კოსმოსური და პლანეტარული, მათ შორის ენდოგენური პროცესების შედეგად. აღნიშნულ ფაქტორებში ასევე იგულისხმება პლანეტებისა და თანამგზავრების ურთიერთზემოქმედება, დედამიწის ორბიტალური და თავის ღერძის გარშემო მოძრაობა. გეოტექტურას მიეკუთვნება ზემოთ აღწერილი პლანეტარული ფორმები, ანუ კონტინენტები, ოკეანეთა კალაპოტი, გარდამავალი ზონები და შუა ოკეანური ქედები.

მორფოსტრუქტურა– ძირითადად წარმოდგენილია რელიეფის მსხვილი ფორმებით, რომლებიც ენდოგენური პროცესების შედეგადაა წარმოქმნილი (უმეტესად ტექტონიკური მოძრაობით); მასში შედის უმთავრესად მეგა და ნაწილობრივ – მაკროფორმები, ანუ მთაგრეხილები და პლატფორმული ვაკეები.

მორფოსკულპტურა– რელიეფის ისეთი ფორმებია, რომლებიც ეგზოგენური პროცესებით შეიქმნა, მორფოსკულპტურებს მიეკუთვნება მაკროფორმები, ესენია: მსხვილი მდინარეული ხეობები, ასევე მეზოფორმები, მიკრო და ნანოფორმები.

ბუნებრივ პირობებში კარგად გამოიკვეთება ზედაპირები, რომლებიც შემოსაზღვრავს ამა თუ იმ ზომის რელიეფის ფორმებს; რომელთაც გარკვეული ჰორიზონტალური მოსწორებისადმი (მაგ.: ზღვის დონისადმი). სხვადასხვა დახრილობა გააჩნია, აღნიშნულის მიხედვით გამოჰყოფენ **სუპერჰორიზონტალურ** ზედაპირებს (დახრილობა 2°–ზე ნაკლებია) და **ფერდობებს**, რომელთა დახრილობაც მეტია 2°–ზე.

ჩვენთვის ცნობილია რელიეფის კლასიფიკაციის მცდელობის რამდენიმე ვარიანტი, რომელთა ავტორებს შემუშავებული არა აქვთ ერთიანი სისტემა. მაგრამ მათ შორის ყველაზე მეტად მიღებულია რელიეფის ფორმათა კლასიფიკაცია შემდეგი ჰიფსომეტრიული საფეხურების მიხედვით:

1. ზღვის დონეზე დაბლა არსებული ადგილები, ანუ *დეპრესიები*, ისინი ორი სახისაა: *ღია* და *დაფარული*. პირველს ეკუთვნის კასპიისპირა (-28 მ) და ტიან-შანის აღმოსავლეთით არსებული ტურჩანის (-155 მ.) ჩადაბლებები. მეორეს – *დაფარულს* ანუ *კრიპტოს* კი უწოდებენ ტბის ან ზღვის წყლით შევსებულ დეპრესიას (ბაიკალის, პალასტომის, ლადოგის, მკვდარი ზღვის ქვაბულები).

2. ზღვის დონიდან 200 მ–მდე – *დაბლობები*, რომლებიც გარეგანი ნიშნების მიხედვით შეიძლება იყოს ვაკე ან გორაკ–ბორცვიანი (მტკვრის, ამაზონის, კოლხეთის და სხვ.)

3. ზღვის დონიდან 200 –დან 500 მეტრამდე – *მალობები*, რომლებიც შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ბორცვებით, ზეგნებით (ალპინის ვაკე, შირაქის ზეგანი)

4. ზღვის დონიდან 500 მ–ზე მეტი – *მთები* და *ქედები*, ან ზეგნები. მთებში განასხვავებენ: **დაბალ** (1000 მ–მდე), **საშუალოს** (1000–დან 3000 მ–მდე) და **მაღალს** (3000 მ–ზე მეტი) .

რაც შეეხება ზღვებსა და ოკეანეებს, მათში გამოიყოფა შემდეგი სიღრმითი ანუ ბათიალური საფეხურები:

1. *შელფი* ანუ *კონტინენტური თავთხელი* (0–დან 200 მ –მდე სიღრმეზე).

2. *ბათიალური* (200 მ–დან 3000 მ. სიღრმეზე). 3. *აბისალური* 3000 მ–დან 6000 მ–მდე) ,

4. *ჰიპერაბისალური* 6000 მ–სე უფრო ღრმა) .

21.2. ზოგადი წარმოდგენა რელიეფის განვითარებაზე, რელიეფწარმოქმნელი ფაქტორები

რელიეფის განვითარება ძლიერ რთული გზით ხდება და დამოკიდებულია ადგილის გეოლოგიურ აგებულებაზე, დედამიწის ზედაპირის მოცემული მონაკვეთის მიერ განვლილ გეოლოგიურ ისტორიაზე, ადგილის ტექტონიკურ რეჟიმზე (გეოსინკლინური, პლატფორმული), თანამედროვე გეოგრაფიული პროცესების ხასიათზე, რომლებიც სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში თავიანთი ხარისხით, ინტენსიურობით და მიმართულებით განსხვავებულია და ა.შ. ამიტომ ერთნაირი ტიპის რელიეფის ფორმების ბედიც კი კონკრეტულ პირობებში სხვადასხვაგვარია, მაგრამ თუ ავიღებთ რელიეფის მსხვილ დადებით ფორმებს (ქედებს, მთიან მხარეებს), რომლებიც ტექტონიკური აზეგების შედეგად წარმოიქმნება, ხოლო შემდეგ ეგზოგენური პროცესების ზემოქმედებას განიცდის, მაშინ მათი განვითარების ძირითადი მიმართულება იმაში მდგომარეობს, რომ დროთა განმავლობაში ისინი უნდა გადაირეცხოს, მოისპოს და მათ ადგილას მოვაკებული ზედაპირი უნდა წარმოიშვას.

რელიეფი წარმოიქმნება და გარდაიქმნება **ენდოგენური** (შინაგანი) და **ეგზოგენური** (გარეგანი) პროცესების ურთიერთზემოქმედების შედეგად. ენდოგენურ პროცესებს წარმართავს დედამიწის შინაგანი ენერგია, ხოლო ეგზოგენურს–მზის ენერგია.

ენდოგენური ძალების მოქმედების საერთო შედეგია დედამიწის ქერქის უბნების აზეგება და დაძირვა, ვულკანური ტიპის რელიეფის ფორმები, ხოლო ეგზოგენური ძალების მუშაობის საერთო შედეგს დენუდაცია და ნივთიერებების აკუმულაცია წარმოადგენს.

დენუდაცია ეწოდება ფხვიერი მინერალური მასალის უფრო მაღალი ადგილიდან დაბალ დონეზე გადაადგილების პროცესების ერთობლიობას (მაგ.: სიმძიმის ძალით, წყლით, ქარით, ყინულით). ყველაზე დაბალ დონეს, სადაც პრაქტიკულად შეიძლება იყოს ჩატანილი გამოფიტვის პროდუქტები, დენუდაციის ბაზისი ეწოდება. დენუდაცია მოიცავს უმთავრესად რელიეფის დადებით ფორმებს, ხოლო აკუმულაცია-უარყოფითს, ენდოგენური და ეგზოგენური პროცესები ყოველთვის ერთდროულად მიმდინარეობს, თუ მალა აწევა და გადარეცხვა ერთნაირი სიჩქარით ხდება, მაშინ რელიეფის მნიშვნელოვან სახეცვლილებას ადგილი არა აქვს. გადარეცხვის, ანუ დენუდაციის აზევებასთან შედარებით ნაკლები სიჩქარე კი – რელიეფის დადებითი ფორმების წარმოქმნას განაპირობებს.

ენდოგენურ პროცესებს წარმოადგენს ტექტონიკური მოძრაობები, ვულკანიზმი და მიწისძვრები.

ეგზოგენურ პროცესებში გამოფიტვასთან ერთად, იგულისხმება მდინარის ეროზია, მყინვარის ეგზარაცია, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ეროზიული, ქიმიური თუ ქიმიურ-მექანიკური მოქმედება, რომელიც წარმოდგენილია კარსტული და კლასტოკარსტული პროცესებით, მუდმივი მზრალობის გეომორფოგენეზისი (თერმოკარსტი, სოლიფლუქცია), ქარის მიერ წარმოებული ეოლური პროცესები, რომელიც აერთიანებს დეფლაცია-კორაზიას, ოკეანეების, ზღვების და ტბების აბრაზია-აკუმულაცია. ანთროპოგენურ წყალსატევებში სრული ციკლი-გადამუშავება.

თითოეული ზემოთ ჩამოთვლილი აგენტ-ფაქტორის მიერ წარმოებს რელიეფის ნგრევა, ანუ დეზინტეგრაცია, გადატანა-ტრანსპორტირება და აკუმულაცია.

დედამიწის რელიეფის ჩამოყალიბების ისტორიას შესანიშნავად გვამცნობს მდ.კოლორადოს კანიონი. ნებისმიერი მხილველი აღტაცებით საუბრობს ბუნების ამ გრანდიოზულ შემოქმედებაზე; კანიონის სიგრძე დაახლოებით 350 კმ-ია, სიგანე კი სხვადასხვა მონაკვეთზე 6-38 კმ-ის ფარგლებში იცვლება; მდინარის ნაკადის საშ. სიღრმე 5 მ.-ია, ხოლო ზოგიერთ მონაკვეთზე 15 მეტრსაც კი აღწევს. 1,5 კმ-ის სიმაღლის ქარაფიდან, სიშორისა და სიბნელის გამო, შეუძლებელია 100 მ-მდე შევიწროებულ ძირში იმის ხილვა, მდ.კოლორადო თავისი მძლავრი ტალღებით. როგორ მიაგორებს ლოდებს და ატივნარებულ ქვიშას. კანიონი ზებუნებრივი ძალების შემოქმედებას ჰკავს; სინამდვილეში მას ბუნებრივი კატაკლიზმებიც კი არ გაუცდია: დაახლოებით 10 მილიონი წლის წინ ვეება დაბლობზე მდ. კოლორადო თავის კალაპოტს ნელი დინებით გამოიმუშავებდა, დაბლობმა თანდათან დაიწყო აზევება, რის გამოც მდინარის დინება აჩქარდა და სიღრმითი ეროზია გაძლიერდა. აზევება გრძელდებოდა, მაგრამ მდინარე ასწრებდა კალაპოტის გამომუშავებას ისე, რომ თითქმის არც კი შეუცვლია მიმართულება; შინაგანი ძალების ნელი აზევებითი ტემპისა და გარეგანის, კერძოდ მდინარის ეროზიის სწრაფი დენუდაციის ურთიერთმოქმედებით შეიქმნა ვიწრო, ღრმა კანიონი და ქაიბაბის პლატო; პლატოს ფერდობებიდან მდინარეში განუწყვეტლივ ცვიოდა ქვა და ღორღი, რომელიც თავის მხრივაც, აბრაზივად ქცეული, შლიდა ფერდობებს და აღრმავებდა მდინარის კალაპოტს. აქტიური გრავიტაციული პროცესების: მეწყრების, კლდეზვავების და დროებითი ნაკადებით წარმოქმნილი ღვარცოფების შედეგად მოხდა კანიონის საშუალოდ 16 კმ-მდე გაფართოება.

გრავიტაციული პროცესების, შინაგანი და გარეგანი ძალების თითქოსდა ურთიერთშეთანხმებული ზემოქმედების შედეგად შექმნილი აღნიშნული ფენომენის უნიკალურობას კიდევ უფრო მეტად ზრდის ისიც, რომ იგი ნამდვილი გეოლოგიური მუზეუმი, სადაც 1,5 კმ -ის სიღრმის ბუნებრივ ჭრილში დედამიწის განვითარების 2,5 მლრდ წლის ხანგრძლივობის ისტორიული მონაკვეთი სხვადასხვა ფერის და შედგენილობის წყებებით არის წარმოდგენილი. ესპანურად „კოლორადო“ ფერადს ნიშნავს და, ვარაუდობენ, რომ მდინარეს სახელი სწორედ კანიონის ფერადოვნობის გამო შეარქვეს.

21.3. გეოქრონოლოგია

ბუნებრივი და ხელოვნური გაშიშვლების საშუალებით დგინდება, რომ დედამიწის ქერქი აგებულია სხვადასხვა სისქის და ფიზიკური თვისებების მქონე შრეებისაგან. თითოეული მათგანი გარკვეულ დროს წარმოიშვა.

დედამიწის ამგებელი ქანების საერთო დიდი სიმძლავრე მათი დალექვის ხანგრძლივობის, ანუ გეოლოგიური წარსულის პირდაპირი შედეგია. ქანების ასაკის დადგენა ხდება კარგად

შემუშავებული და შესწავლილი მეთოდებით, ესენია: პეტროგრაფიული, სტრატეგრაფიული და პალეონტოლოგიური; ამ უკანასკნელის შემთხვევაში დათარიღების საშუალებას შრეებში განამარხებული ორგანიზმები იძლევა, რომელთა დახმარებით მკვლევარები ძველ გარემო პირობებს ადადგენენ.

ზემოაღნიშნული მეთოდები კიდევ უფრო დაიხვეწა იმის შემდეგ, რაც აბსოლუტური ასაკის დასადგენად რადიოიზოტოპური მეთოდის გამოყენება დაიწყო, რომლის არსიც იმაში მდგომარეობს, რომ ურანი და თორიუმი ბუნებრივ პირობებში გამუდმებით იშლება და საბოლოოდ ტყვიაში გადადის. პროცესის შედეგად 1 ტონა ურანისაგან წელიწადში 1/7400 გრ. ტყვია მიიღება; ქანში თუ ურანის და ტყვიის პროცენტული თანაფარდობა გაირკვევა, ზემოაღნიშნული კანონზომიერების გათვალისწინებით შესაძლებელია ქანის აბსოლუტური ასაკის დადგენა.

ამჟამად არა მარტო ურანის და თორიუმის, არამედ სტრონციუმის, კალიუმ-არგონის, ტყვიის, ნახშირბადის და სხვა მინერალების ბუნებრივი დაშლის შედეგებზე დაკვირვების მეთოდებიც გამოიყენება; მეცნიერები ითვლიან დროის ინტერვალს იმ მომენტიდან, როდესაც მოცემული რადიოაქტიური მინერალი ჩამოყალიბდა, დათარიღება ხდება ჩვენთვის ცნობილ ერთიან დროში-წლებში, ამიტომ მას აბსოლუტური ასაკი ეწოდება.

მეცნიერების აზრით დედამიწა 4-5,5 მლრდ წლისაა. გეოქრონოლოგიურად, ანუ აღნიშნული ასაკის მიხედვით, გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში გამოყოფენ 3 დიდ ნაწილს, ანუ **ეონს**, რომელსაც წინ უძღოდა გეოლოგიურამდელი პერიოდი,

აბსოლუტური გეოქრონოლოგია

ეონი	ერა ჯგუფი	პერიოდი სისტემა	ასაკი (მლნ წელი)	ხანგრძლივობა (მლნ წელი)
III ფანეროზოული	კაინოზოური (ნეოზოური)	მეოთხეული ნეოგენი	2	2
		პალეოგენი	26	24
		პალეოგენი	67	41
	მეზოზოური	ცარცული	137	70
		იურული	195	58
		ტრიასული	240	45
პალეოზოური	პერმული	285	45	
	კარბონული	350	65	
	დევონური	400	60	
	სილურული	570	30	
	ორდოვიცული	570	60	
I არქეული, II პროტეროზოული	კამბრიულამდელი	პროტეროზოული არქეული	3,5მლრდ.წ 4,5მლრდ.წ.	3 მლრდ. წ.

არსებობს ფარდობითი გეოქრონოლოგია, რომლის ავტორიცაა, იტალიაში მოღვაწე, ცნობილი დანიელი ბუნებისმეტყველი **ნიკოლაუს სტენო**, მისი თეორიის მიხედვით ერთმანეთზე განშრევებულ წყებათა შორის ქვედა უძველესია, ხოლო ზემოთ მდებარე კი- უახლესი.

რუსი მეცნიერის, **ლ. შუბაევის** აზრით გეოლოგიურამდელ პერიოდში დედამიწის ზედაპირზე, რომელიც ამ დროს ცივდებოდა, წარმოიქმნა თხელი ბაზალტური შრე, რელიეფი კი მხოლოდ

ვულკანური პროცესების შედეგად ყალიბდებოდა, ვინაიდან წყალი მასში მხოლოდ ორთქლის სახით არსებობდა და შესაბამისად არ იყო ეროზია.

გეოლოგიურ ეპოქაში, რომელიც დედამიწის ზედაპირის 100°-მდე გაცივების შემდეგ დაიწყო, წყალი გადავიდა თხევად მდგომარეობაში, საფუძველი ჩაეყარა მსოფლიო ოკეანეს და კონტინენტურ წყლებს. დაიწყო წყლის აქტიური წრებრუნვა და აქტიური წყლისმიერი გამოფიტვა მასთან დაკავშირებული მოვლენებით და პროცესებით. რის შედეგადაც ადრეულ გეოლოგიურამდელ პერიოდში გაჩენილ ჩაღრმავებებში დანალექი ქანების შრეები წარმოიქმნა .

გამოფიტვა და დანალექი ქანების წარმოშობა მნიშვნელოვანწილად დაუკავშირდა ცოცხალი ორგანიზმების გაჩენასაც. კარბონატული თუ კირქვული ქანები, რომელთაც დანალექი ქანების მნიშვნელოვანი ნაწილი უჭირავს, სწორედ ცოცხალ ორგანიზმებთანაა დაკავშირებული.

ატმოსფეროში თავისუფალი ჟანგბადის დიდი რაოდენობის წარმოშობა დედამიწაზე სწორედ ცოცხალი ორგანიზმების გაჩენის შედეგია. ამის შემდეგ დედამიწაზე დაიწყო ორგანული გამოფიტვისა და ჟანგვის პროცესები.

თავი 22. ენდოგენური პროცესების როლი რელიეფის ფორმირებაში

22.1. ბაქნები და გეოსინკლინები

ბაქნები და გეოსინკლინები დედამიწის ზედაპირის ტექტონიკური ანუ შინაგანი ძალების თავისებურებების გამოვლინებას წარმოადგენს. არსებობს ოკეანური და კონტინენტური გეოტექტურა, ისინი თავის მხრივ შედგება გეოსინკლინებისა და ბაქნებისაგან. ბაქნები და გეოსინკლინები დიამეტრალურად განსხვავებულ ერთეულებს წარმოადგენს, როგორც ტექტონიურად, ასევე სტრუქტურულადაც. განსხვავებულია მათი არა მარტო სტრუქტურა, არამედ გარეგანი იერსახე, ფორმირების დრო (გეოსინკლინები უფრო ახალგაზრდაა ძველ ბაქნებთან შედარებით) და განვითარების ეტაპები.

ბაქნები და გეოსინკლინები სივრცობრივადაც მკვეთრად განსაზღვრულ, ლოკალურ ადგილებს შეესაბამება.

ბაქნები ლითოსფეროს ისეთი ნაწილებია, რომლებიც ხასიათდება დანალექი შრეების მეტ-ნაკლებად ჰორიზონტალური განლაგებით, უმეტეს შემთხვევაში თანმიმდევრული ქრონოლოგიური წყობით, რომელსაც საფუძველად ის ნაწილი უდევს, რომელიც აგებულია კრისტალური და მაგმური ქანებით. დანალექი წყებების სიმძლავრე 1–2–დან 3 კმ–მდეა. მისი ნიშანია სუსტი ტექტონიკური მოძრაობა. აღნიშნული გეოტექტურა რელიეფში ვრცელი ვაკეებით, ან ბორცვიანი დაბლობებით გამოიხატება. ასაკობრივი ნიშნის მიხედვით ბაქნები შეიძლება იყოს ძველი და ახალგაზრდა. ძველი ბაქნები კამბრიუმამდელი ასაკის, ე.ი 600–500 მლნ წლის წინანდელია, ხოლო ახალგაზრდა ბაქნების აგებულებაში კამბრიული ასაკის წყებები მონაწილეობს.

ძველ ბაქნებს მიეკუთვნება: რუსეთის ბაქანი (რელიეფში წარმოდგენილია აღმოსავლეთ ევროპის ვაკის სახელწოდებით), ბრაზილიის ბაქანი; ზოგიერთ ბაქანზე გადარეცხილია დანალექი შრე, მაგმური ქანები და გაშიშვლებულია კრისტალური ქანები, მათ ფარები ეწოდება, ასეთებია: ბალტიის ფარი, კანადის ფარი.

ახალგაზრდა ბაქნებს მიეკუთვნება დასავლეთ ციმბირის ბაქანი, რელიეფში იგი ვაკეს წარმოადგენს. საეროდ ბაქნები ხმელეთის ყველაზე ძველ უბნებს წარმოადგენს და ვულკანიზმი მათზე თითქმის არ ვითარდება.

გეოსინკლინები–ამ ტერმინის ავტორი გახლავთ დენა, მისი კვლევა შემდეგ კიდევ უფრო განავითარა სორბონის უნივერსიტეტის პროფესორმა ოგმა.

გეოსინკლინებში დანალექი ქანების სიმძლავრე 15 კმ–მდეა, რომელთა სიმძიმისგან ფსკერის თანდათანობით დაძირვის ჰიპოთეზა სწორედ ოგმა წარმოადგინა. გეოსინკლინურ ნაოჭა მთიანეთებს მიეკუთვნება ურალის, საიანების, ბაიკალის, კამჩატკის, სახალინის, პირინეების, აპენინების, ბალკანების, ალპების, კარპატების, ყირიმის, კავკასიონის, ტიან–შანის, ჰიმალაის, ანდების, კორდილიერების მთები. უძველესი დანაოჭება კალედონური დანაოჭების სახელწოდებითაა ცნობილი (სილურული პერიოდი),

უფრო გვიან (დევონ–კარბონი) ჰერცინულ დანაოჭებას ჰქონდა ადგილი, ხოლო მესამე–აღმოსავლური, რომელიც ტრასულ–ცარცულსა და მესამეულში დაიწყო, დღესაც არ დამთავრებულა.

გეოსინკლინის განვითარებაში 2 ძირითადი სტადია გამოიყოფა:

1. დაღმავალი, როდესაც ფსკერის დაძირვა ხდება გარკვეულ სიღრმემდე, შემდეგ ეს ფენა ხურდება, რაც მის გაფართოებას იწვევს.

2. შემდეგ სტადიაზე გაფართოების შედეგად იწყება დაძირვის ადგილებში ოკეანური ქედების ამოზიდვა, ან კონტინენტების ჰორიზონტალურად განზე გაწევა, რაც კონტინენტებზე ქედების წარმოქმნას იწვევს. ტექტონიკური რყევის ტემპი გეოსინკლინებში ძლიერია, ბაქნებზე კი მეტად–სუსტი.

გამოჩენილმა გეოლოგმა ალ.ჯანელიძემ მართებულად აღნიშნა, რომ „გეოსინკლინები ქედების აკვანია“.

დედამიწის ქერქის განვითარების ყოველ ერას (5) და ეპოქას თან სდევდა მისი ამგებელი ქანების დეფორმაცია, ანუ ზემოაღნიშნული დანაოჭების ფაზები (ჩვენთვის ცნობილია მხოლოდ კალედონური, ჰერცინული, ალპური), რომელთაც ტექტონიკური მოძრაობები ეწოდება.

22.2. ტექტონიკური მოძრაობები

ჩვენთვის ცნობილია ტექტონიკური მოძრაობის ორი სახე: **ვერტიკალური** და **ჰორიზონტალური**. ისინი ვითარდება, როგორც ცალ–ცალკე დამოუკიდებლად, ასევე ერთმანეთთან ურთიერთკავშირში; ხშირად ერთი სახის მოძრაობას მეორე ცვლის. აღნიშნული მოძრაობები ქანებში იწვევს დეფორმაციას, შრეების აღრევას, რაც გამოიხატება ნაოჭა (პლიკატური), წყვეტილი (დიზუნქციური) და ინექტიური (მაგმის შეჭრით) დისლოკაციებით. ასევე მიმდინარეობს დედამიწის ქერქის დიდი ბლოკების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილება. თითოეული მათგანი განვიხილით ცალ–ცალკე.

22.2.1. ვერტიკალური ტექტონიკური მოძრაობა.

დედამიწის ქერქის ვერტიკალური მოძრაობა ორი სახისაა: **მიმართული** (ოროგენეტიკური) და **რხევითი** (ეპიროგენეტიკური). დღესდღეობით ძვენთვის მეტნაკლებად ცნობილი უძველესი მიმართული ანუ ოროგენეტიკური დანაოჭება კალედონური დანაოჭების სახელწოდებითაა ცნობილი (სილურული პერიოდი), უფრო გვიან (დევონ–კარბონი) ჰერცინულ დანაოჭებას ჰქონდა ადგილი, ხოლო მესამე–აღმოსავლური, რომელიც ტრასულ–ცარცულსა და მესამეულში დაიწყო, დღესაც არ არის დამთავრებული. რხევითი ტექტონიკური მოძრაობა ანუ ეპიროგენეზისი სამი სახისაა: **პლიკატური (ნაოჭა), ინექტიური (მაგმის შემოჭრა) და დიზუნქციური (წყვეტილი).**

პლიკატური ანუ ნაოჭა დისლოკაციის დროს ხდება მარტივი და რთული ნაოჭების წარმოქმნა. მათ შორის მარტივს ანტიკლინები და სინკლინები წარმოადგენს და რელიეფში პირდაპირ აისახება – ანტიკლინს რელიეფის დადებითი, ხოლო სინკლინს – უარყოფითი ფორმები შეესაბამება. მთიან მხარეებში ზოგჯერ ადგილი აქვს ხოლმე ინვერსიას, ანუ შებრუნებას, როდესაც დადებით გეოლოგიურ სტრუქტურას რელიეფის უარყოფითი ფორმა წარმოადგენს და პირიქით, უარყოფითი გეოლოგიური სტრუქტურა რელიეფში დადებითი ფორმითაა გამოხატული. რთულ ნაოჭებს ანტიკლინორიუმები და სინკლინორიუმები ეწოდება, ისინი რელიეფში ქედების წყებით და მათ შორის არსებული ჩადაბლებებითაა წარმოდგენილი, მაგ.: კავკასიონის მთავარი ქედის ანტიკლინორიუმი. კიდევ უფრო მეტად მსხვილ რთულ ფორმას მეგანტიკლინორიუმი ეწოდება და იგი ანტიკლინორიუმებისა და სინკლინორიუმების კრებებითი სახეა. (კავკასიონის მთიანი სისტემა, ალპები და სხვ.).

ნაოჭწარმოქმნის თანმხვედრია **წყვეტილი ანუ დიზუნქციური** დისლოკაცია, რის შედეგად ქანების ერთიანობა ირღვევა, ჩნდება ნაპრალები, რომელთა გასწვრივ დიდი ბლოკების ურთიერთსაპირისპირო გადაადგილება მიმდინარეობს; ნაპრალები სხვადასხვა სიღრმის შეიძლება იყოს: მცირე მასშტაბის და ზედრმაც, ეს უკანასკნელი ზედა მანტიის ქანების ერთიანობასაც კი არღვევს. რღვევებს, შეცოცებებს დიდი მორფოგენეტიკური მნიშვნელობა გააჩნია, ვინაიდან აღნიშნული სტრუქტურული ელემენტები ართულებს რელიეფის სახეს და მას საფეხურებრივ იერს ანიჭებს. რღვევის გასწვრივ ვერტიკალურად ნაოჭა ბლოკების გადაადგილების შედეგად იქმნება ნაოჭა–ლოდა, ხოლო ჰორიზონტალური სტრუქტურის შემთხვევაში კი მაგდისებრი–ლოდა მთები. ამ უკანასკნელის მსგავსია აფრიკის მთათა

უმეტესი ნაწილი. ნაოჭა–ლოდა გადაადგილებას ადგილი აქვს უძველეს ნაოჭა სტრუქტურებში, ასეთებია ტიან–შანის, ალტაის მთები.

დიზუნქციური, წყვეტილი მოძრაობის შედეგად წარმოიქმნება ლოდა მთები, ჰორსტები, გრაბენები, ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ჰორსტულ ბლოკებს შორის მოქცეულ უარყოფით ფორმას. ასეთი წარმოშობისაა რეინის გრაბენი, აღმოსავლეთ აფრიკული ღრვევები, გრაბენული წარმოშობისაა ბაიკალის ტბის ქვაბული, რომელიც ჰორსტულ მთებს შორისაა მოქცეული. დიზუნქციური ტექტონიკური მოძრაობითაა განპირობებული ისეთი გრანდიოზული სისტემების წარმოშობა, როგორიც შუა ოკეანური ქედებია.

დიზუნქციური ტექტონიკური მოძრაობის გეომორფოგენეტურ მნიშვნელობას კიდევ უფრო მეტად ეგზოგენური პროცესების მოქმედება ზრდის, ვინაიდან ამ მოძრაობის დროს წარმოშობილი ნაპრალები და რღვევები რელიეფში შედარებით არამდგრადი უბნებითაა წარმოდგენილი და ეგზოგენური პროცესების გააქტიურების შემთხვევაში სხვადასხვა რანგის ეროზიული ფორმების ჩამოყალიბებას უწყობს ხელს. რღვევათა სისტემა ცალკეულ უბნებზე მდინარეთა ხეობების გარკვეულ ტიპს და ზღვის სანაპირო ზოლის თავისებურ მოხაზულობას განაპირობებს. რღვევის ხაზს გასდევს ვულკანებისა და მიწისძვრის კერების მწკრივი, მინერალური და თერმული წყაროების გამოსავლები.

რხვეითი (ეპიროგენეტური) ვერტიკალური ტექტონიკური მოძრაობის გეომორფოგენეტურ მნიშვნელობას კიდევ უფრო მეტად ზრდის მისი მასშტაბურობა. ამ მოძრაობის შედეგია ჩვენი პლანეტის ზედაპირის დღევანდელი სახე, მისი თავისებურებანი; ასევე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თანამედროვე ტექტონიკურ ანუ ისეთ მოძრაობებს, რომლებიც ნეოგენ–მეოთხეულში მიმდინარეობს. მკვლევარებმა მეტად საინტერესო ფაქტს მიაქციეს ყურადღება– იმ რეგიონებში, სადაც აღმავალი ტექტონიკური მოძრაობაა, დადებითი გეოლოგიური სტრუქტურები პირდაპირ აისახება რელიეფში ე.ი. წარმოდგენილია მხოლოდ დადებითი ფორმებით. ანუ რელიეფის ინვერსიის შემთხვევები არ შეინიშნება.

22..2.2. ლითოსფეროს ფილების ახალი გლობალური ტექტონიკა

მთების წარმოშობის ყველაზე ადრინდელ ჰიპოთეზას მიეკუთვნება **ნეპტუნური და პლუტონური** ჰიპოთეზები.

ნეპტუნისტები მიიჩნევდნენ, რომ დედამიწის ზედაპირის ცვალებადობის ძირითადი მიზეზი წყლის მოქმედებაა: რადგან მიმდინარეობს გადარეცხვა, წყლის მიერ შექმნილი სივარდიელების ჩაქცევა, ზღვებისა და ოკეანეების დონეების ცვალებადობა.

პლუტონისტები– ყველა ტექტონიკური მოვლენის მიზეზად მიწისქვეშა სითბოს მიიჩნევდნენ, ვერტიკალური მოძრაობა დედამიწის ქერქზე ბევრად ადრე იყო ცნობილი. ლითოსფეროს ფილების ჰორიზონტალური მოძრაობის შესწავლას მხოლოდ გეოლოგიური და კოსმოგენური მეცნიერების შემდგომი განვითარების შედეგად, XIX ს–ის ბოლოს დაედო საფუძველი, **კონტრაქციული** ჰიპოთეზით იგი **კანტ–ლაპლასის** დედამიწის და მზის სისტემის სხვა პლანეტების მზიდან მოწყვეტის და შემდგომი გაციების გზით წარმოშობის შესახებ არსებულ ჰიპოთეზას ემყარებოდა.

კონტრაქციის ჰიპოთეზის თანახმად დედამიწა თავდაპირველად მთლიანად გამდნარ სხეულს წარმოადგენდა, თანდათანობით სიღრმისკენ მისი გაცივება ხდებოდა, რის შედეგადაც ზედაპირზე დედამიწის ქერქი, ხოლო სიღრმეში– გავარვარებული მაგმა გაჩნდა. კონტრაქციულის პარალელურად ვითარდებოდა **პულსაციური** ჰიპოთეზა, რაც დედამიწის შეკუმშვის და გაფართოების მონაცვლეობის გამო, დროდადრო მიწის ქერქის გაფართოებას, ვერტიკალურად აწევ–დაწევას და სხვა მსგავს პროცესებს გულისხმობს.

გეოლოგიური და გეოფიზიკური მეცნიერების განვითარებამ მკვლევარებს საშუალება მისცა სრულიად ახალი მიდგომით განეხილათ დედამიწის წარმოშობა: ამოტივტივდა გამოჩენილი გერმანელი ფიზიკოსის **ალ.ვეგენერის** მიერ 1911 წელს წარმოდგენილი და შემდეგ მივიწყებული ჰიპოთეზა კონტინენტების დრეიფის შესახებ.

XIX საუკუნეში მეცნიერთათვის დაუჯერებელი იყო იმის წარმოდგენა, რომ არათუ მსხვილ გეოლოგიურ სხეულებს, არამედ მთელ კონტინენტებს ძალუძდათ გადაადგილება. სწორედ ამ დროს. XX საუკუნის დასაწყისში ვეგენერმა, სპეციალობით მეტეოროლოგმა, გამოსცა სტატია, სადაც

კონტინენტების ჰორიზონტალურად მნიშვნელოვან გადაადგილებას სრულიად დასაშვებად მიიჩნევდა. დიდი უმრავლესობის მიერ ეს ჰიპოთეზა მკრეხელურ აზრად, ხოლო მისი ავტორი მანიაკ დილეტანტად შეირაცხა.

ვეგენერს მსგავსი აზრი მსოფლიო რუკის დათვალიერების შემდეგ გაუჩნდა, სწორედ ისე, როგორც მის წინამორბედებს სნაიდერსა (1858 წ.) და ტელიორს (1910 წ.). მოგვიანებით კი, დიდძალი გეოლოგიური და პალეონტოლოგიური მასალის შესწავლისა და განზოგადების შედეგად, მწყობრი თეორიის სახით ჩამოაყალიბა.

ჰიპოთეზის თანახმად, მეზოზოურის დასაწყისში არსებობდა ერთი სუპერკონტინენტი - **პანგეა**, ანუ საყოველთაო ხმელეთი. იგი ორი დიდი ნაწილისგან, ჩრდილოეთით **ლავრაზიისაგან**, ხოლო სამხრეთით **ჰონდვანასგან** შედგებოდა.

ლავრაზიაში შედიოდა - ევროპა, აზია (ინდოეთის ნ/კ გარეშე) და ჩრდ. ამერიკა, ხოლო **ჰონდვანაში** - სამხრეთ ამერიკა, აფრიკა, ინდოეთი და ავსტრალია. მათ შორის უზარმაზარი ყურე იყო შეჭრილი. ძველ ოკეანეს **თეტისი** ერქვა.

კონტინენტების გადაადგილებაზე მრავალი ისეთი ფაქტიც მეტყველებდა, როგორებიცაა: ატლანტის ოკეანის ორივე მხარეს კონტინენტების სანაპიროთა კონფიგურაცია, ხმელეთის გეოლოგიური აგებულება, ფლორისა და ფაუნის სახეობათა თანხვედრა და სხვ. ამის დამადასტურებელია XX ს-ის დასაწყისში აფრიკასა და სამხ. ამერიკაში ნაპოვნი 200 მლნ წლის წინ გადაშენებული, ჰიპოპოტამის წინაპარი ქვეწარმავლის - ლისტოზავრის განამარხებული ნაშთი. ისინი ხმელეთისა და მტკნარი წყლის ბინადარნი იყვნენ და წარმოუდგენელია, რომ მათ ცურვით ოკეანის გადალახვა შესძლებოდათ. შემდეგ, გასული საუკუნის 60-იან წლებში, იგივე ფორმაციის მთელი სასაფლაო ანტარქტიდაზეც აღმოჩნდა.

მსგავსი დამადასტურებელი ფაქტია ისიც, რომ იმდროინდელი ფლორის წარმომადგენლის ჰლოსოპტერიდების ნაშთები აღმოჩნდა აფრიკაში, სამხრეთ ამერიკაში, ინდოეთსა და ავსტრალიაში. არადა შეუძლებელი იყო მეტად მარილიანი წყლის საშუალებით მისი ერთი კონტინენტიდან მეორეზე გადატანა. სიშორის გამო ვერც ქარი დასძლევდა მანძილს, ხოლო ფრინველები მაშინ ჯერ კიდევ არ არსებობდნენ. აღნიშნული ფაქტების ახსნა ადვილია შორეულ წარსულში ერთიანი სუპერკონტინენტის „პანგეას“ არსებობით, რომელიც შემდეგ ცალკეულ ნაწილებად დაიყო. ვეგენერის აზრით, პანგეას დანაწევრება ტრასის ბოლოსა და იურის დასაწყისში დაიწყო. საკუთრივ ჰონდვანა კი მოგვიანებით, იურასა და ცარცის მიჯნაზე უნდა დაშლილიყო, ე.ი. 130 მლნ წლის წინ. ეს არის **ნეომობილიზმის** ჰიპოთეზა, ანუ ლითოსფეროს ფილების **ახალი გლობალური ტექტონიკა**, რომლის თანახმად დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია ექვს ძირითად ფილად, რომლებიც ნელა მოძრაობს, როგორც ვერტიკალურად, ასევე ჰორიზონტალურად. ვერტიკალური დეფორმაცია თითოეული მათგანის საზღვრების შიგნით მიმდინარეობს, ხოლო ჰორიზონტალური მოძრაობა კი- სხვადასხვა მიმართულებით.

1. **ასთენოსფეროზე**, ანუ სუბსტრატზე მოძრაობისას ყველა ფილა განიცდის ურთიერთდაჯახებას. ამ დროს ხდება დეფორმაცია და მთების წარმოშობა, ანუ **დანაოჭება-კონვერგენცია**.
2. ფილების გაწევისას, ანუ **დივერგენციისას**, ადგილი აქვს წყალქვეშა ოკეანური ქედების ფორმირებას, ამ ქედების შუა, ანუ თხემურ ნაწილში ყოველთვის შეინიშნება მკვეთრად გამოხატული ღარები, ანუ რიფტული ხეობები, რომელთაც მეტად ციცაბო ფერდობები გააჩნია, იგი გრამბენული ფორმისაა და ლითოსფეროს გახლეჩის ზოლს წარმოადგენს. რიფტულ ზონაში დანალექი ქანები ბევრად უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე კონტინენტებისაკენ, ამით შეიძლება დავადგინოთ თუ რამდენ ხანს მოძრაობდა ფილა რიფტიდან კონტინენტების ნაპირებისაკენ. დანალექი ქანები რიფტულ ზონაში 1,5-2 კმ- სიმძლავრისაა, კონტინენტებისაკენ კი-15 კმ-მდე.
3. ერთი ფილის ქვეშე მეთორის დამირვა, ანუ **სუბდუქცია** იწვევს ღრმა ოკეანური ღრმულებისა და კუნძულთა რკალების ფორმირებას (კურილია, კამჩატკა, ფილიპინები, მარიანი, ალეუტი).

წყნაროკეანური ფილა მოიცავს წყნარი ოკეანის დიდ ნაწილს და ჩრდილოეთ ამერიკის დასავლეთ ნაწილის მცირე ფრაგმენტს. იგი დასავლეთის მიმართულებით მოძრაობს.

ამერიკის ფილა მოიცავს ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკის კონტინენტებს, აგრეთვე ანტარქტიდის დასავლეთ ნაწილს, მოძრაობს სხვადასხვა მხარეს:

22.3. ვულკანები და მიწისძვრები

შეუძლებელია ვინმე გულგრილი დარჩეს ისეთი პროცესების მიმართ, რომლებიც ვულკანური და მიწისძვრების სახელითაა ჩვენთვის ცნობილი და რომელიც სამწუხაროდ, ბოლო ოთხი-ხუთი ათწლეულის მანძილზე განსაკუთრებით ხშირად გვახსენებს თავს; მიწა აქამდის თითქოს ყველაზე მყარი იყო, მთები და ოკეანეები კი – მარადიული; მაგრამ სპეციალისტების აზრით, შინაგანი ძალების მრისხანე გამოვლინების გამო სწორედ ეს ბოლო ელემენტები ანუ ოკეანეები და მთებია ყველაზე მოძრავი და ცვალებადი. ვულკანიზმი და მიწისძვრები ქმნის არა მარტო რელიეფის ძირითად ფორმებს, არამედ დიდ გავლენას ახდენს მიწის ქერქის შინაგან ბუნებაზე. ისინი **შიგა დინამიკურ** პროცესებად იწოდება.

დედამიწის წიაღის გეოთერმული მდგომარეობიდან გამომდინარე ვიცით, რომ მის თხელ ქერქსა და ლითონურ ბირთვს შორის მოქცეული მანტია გამღვალი ცომისებრი და თხიერი ბლანტი მასის შემცველია, ამ მასას **მაგმას** უწოდებენ; იგი ნელ-ნელა გადაადგილდება და ეს მოძრაობა გადაეცემა დედამიწის გიგანტურ ექვს ტექტონიკურ ფილას; მაგმის ზემოთ არსებული ქანების დაწოლის და ქვემოდან-მაგმის ზემოქმედების შედეგად შექმნილი მაღალი წნევის გამო, მის შემადგენლობაში არსებული გაზები, აღნიშნულ ბლანტ, გავარვარებულ სხეულს მიწის ზედაპირისაკენ წარიტაცებს, მის სადინარს ტექტონიკური ნაპრალები წარმოადგენს. მაგმა თანდათან კარგავს ტემპერატურას, ანუ ცივდება და ქვავდება, ამავე დროს იგი თავისუფლდება შემცველი გაზებისგანაც, ასეთ სხეულს უკვე **ლავა** ეწოდება. მოკლედ, რომ განვმარტოთ, დედამიწის ქერქი ძირითადად, ე.წ. **მაგმატიზმის** პროდუქტებისგანაა აგებული; მაგმატიზმში იგულისხმება როგორც **ვულკანიზმი**, ანუ დედამიწის წიაღიდან მის ზედაპირზე ამონთხეული გავარვარებული მდნარი მასის- ლავის მოქმედება, ასევე **პლუტონიზმიც**, ანუ იგივე მასის, ამ შემთხვევაში უკვე მაგმის სიღრმული აქტივობაც. პლუტონიზმი იგივე სიღრმული ვულკანიზმია, მაგმა და ლავა კი- ერთი და იგივე გავარვარებული მდნარი მასის სხვადასხვა სახელწოდებაა, იმის მიხედვით სახელდება ამოაღწევს თუ არა იგი დედამიწის ზედაპირზე.

პლუტონიზმი, ანუ მაგმის სიღრმეში წარმოქმნის მექანიზმი მეტად რთული და ნაკლებად შესწავლილი პროცესია. იგი უამრავ, ხშირად ურთიერთგამომრიცხავ ჰიპოთეზასა და ექსპერიმენტზეა დაყრდნობილი და გეოლოგიურად ჯერ კიდევ გადაუწყვეტ ამოცანას წარმოადგენს.

ვულკანიზმზე დაკვირვება კი თვალნათლივ, უშუალოდ მიმდინარეობს და ამის „წყალობით“ საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი.

ვულკანიზმის სახელწოდება ძველი რომაული მითოლოგიის ცეცხლის ღმერთის –**ვულკანიდან** წარმოსდგება; კრატერი ქვესკნელის კარად იყო მიჩნეული, რომლიდანაც ვულკანი უმზადებდა და უგზავნიდა იუპიტერს ელვისა და ჭექა-ქუხილისთვის საჭირო „მასალას“. უხსოვარი დროიდან აკვირდებოდნენ ტირენის ზღვის ერთ-ერთი კუნძულის მწვერვალიდან ამოსულ ცეცხლსა და კვამლს, ამ კუნძულს **„ვულკანო“** ეწოდება, ამიტომ ყველა ცეცხლის მფრქვეველი მთა ვულკანის სახელწოდებით მოიხსენება.

ზედაპირზე ამოღვრილი ლავა ქმნის **„ეფუზივებს“**, ზოგჯერ კი იგი დედამიწის ქერქის სიღრმეში, ზედაპირზე ამოუსვლელად ცივდება და ქმნის ე.წ. **„ინტრუზივებს“**. ლავური ღვარის ტემპერატურა 1200°–დან 1800°–მდეა C–ით.

ვულკანიზმი ადამიანებში ყოველთვის დიდ შიშსა და ცნობისწადილს აღძრავდა. ამ დარგის შესწავლის პიონერია გამოჩენილი ფრანგი ვულკანოლოგი **ჰარუნ თაზიევი**; იგი საგანგებოდ ჩაცმული და სპეციალური აირწინაღით აღჭურვილი ვულკანის გავარვარებულ კრატერში ჩავიდა, უამრავი ჩამქრალი და მოქმედი ვულკანის უმეტესი ნაწილი მან უშუალოდ აქტივობის უახლოეს წინა, ან შემდგომ სტადიაზე გულდასმით შეისწავლა და კვლევის შედეგები სამეცნიერო სტატიების, ფოტოდოკუმენტებისა თუ სამეცნიერო პოპულარული ლიტერატურის სახით გამოაქვეყნა და გაავრცელა.

დედამიწის შორეულ გეოლოგიურ წარსულში ცნობილია ფართობული, ანუ მასიური ამონთხევები; ჩვენდა საბედნიეროდ იგი წარსულს ჩაბარდა, დღეს მხოლოდ შედეგის სახითაა

წარმოდგენილი და პროცესის სახით აღარსად გვხვდება; მისი მაგალითია 1,5 მლნ კვ.კმ ფართობზე ციმბირის უძველესი ვულკანური ამოფრქვევა, კოლუმბიის ბაზალტური პლატო, რომელიც 500 000 კვ.კმ-ზე ვრცელდება.

ახლო გეოლოგიურ წარსულში ფართობული ამონთხევები **ნაპრალოვანმა და ცენტრალურმა** ვულკანებმა შეცვალა. ნაპრალოვანი ამონთხევა დარეგისტრირდა კ.ისლანდზე, სადაც 1783 წელს ვულკანი ლაკის ამოფრქვევის შედეგად 30 კმ-ის სიგრძის ნაპრალიდან ამოსულმა 12 კუბ.კმ. მოცულობის ბაზალტურმა ლავამ თითქმის 900 კვ.კმ-ის ფართობი გადაფარა; ასევე ნაპრალოვან-ლაგურია დეკანის ზეგანიც.

ამჟამინდელი ვულკანური ამოფრქვევები ცენტრალურ ტიპს მიეკუთვნება, რომელთა მაგმის ამონთხევა ნაპრალის ერთ პუნქტთანაა ლოკალიზებული. ამ შემთხვევაში მაგმა ცალკეული ვიწრო არხებით გზას აღმა მიიკვლევს, ზედაპირზე კი ქმნის კონუსისებურ მთებს, ან ვულკანებს, შუაგულში ჩალრმავებული კრატერებით, რომელთა სიგანე რამდენიმე მეტრიდან კილომეტრებამდეც შეიძლება აღწევდეს.

ვულკანიზმი მნიშვნელოვნად უცვლის სახეს დედამიწის ზედაპირს, წარმოქმნის რა ზემოაღნიშნულ ვულკანურ კონუსებს, პლატოებს, მთაგრეხილებს და სხვ.

ვულკანი შეიძლება იყოს **ჩამქრალი და მოქმედი**; ამჟამად 1500-მდე მოქმედი ვულკანია ცნობილი, ჩამქრალი კი მათზე გაცილებით მეტია, მოქმედი ვულკანებიდან ბევრი წყალქვეშა ამოფრქვევით ხასიათდება.

თუ ლავა მდიდარია კაჟმიწით (75%-მდე), მაშინ იგი მაღალი სიბლანტით გამოირჩევა, მჟავა და ნელა 5 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობს, თუ კაჟმიწის შემცველობა 50%-ია, ასეთი ლავა ფუძეა და იგი 5-6 ჯერ მეტი სიჩქარით მოძრაობს ვიდრე მჟავე ლავა.

კაჟმიწით მდიდარი ლავა დიდი სიბლანტით ხასიათდება და აირებისგანაც ისე ადვილად ვერ თავისუფლდება, როგორც ფუძე ლავა, მაგრამ საბოლოოდ მაინც აღწევს თავს წიაღს და ვულკანის ყელში წნევის დაცემის შედეგად გზა ეხსნება მდნარ და თხიერ მასას, რომელიც პირველად წამოსულ, ყელში შეჩერებულ უკვე შემაგრებულ ლავას ამსხვრევს და ფერფლს მაღლა ტყორცნის შხეფების სახით; ვულკანის თავში შავი ბოლის სვეტი აღიმართება, რომელიც თანდათან ქოლგისებურად გაიწელება, მისი სიმაღლე დამოკიდებულია ამოფრქვევის ძალაზე და ხანდახან გრანდიოზულ ზომებსაც აღწევს ხოლმე. იგი გარეგნულად ძლიერ გავს იტალიურ ფიჭვს-პინიას, ამიტომ **პინისებურ სვეტს** ეძახიან, ვეზუვის სვეტი ხშირად კილომეტრზე მაღლა ადის; 1872 წელს კი 5 კმ-სთვის მიუღწევია, კრაკატაუს ბოლი კი 1883 წელს პირველად 11, ხოლო მეორედ-30 კმ-ზე აისვეტა (ჯავახიშვილი დ., დოლაჟიძე ა. 1988).

ძალიან ძლიერი, მეორადი აფეთქების დროს კრატერი შეიძლება **კალდერად** გადაიქცეს, ანუ გაჩნდეს კიდევ ერთი უფრო მომცრო ზომის კრატერი და ძველსა და ახალ კონცენტრულ ამადლებებს შორის წარმოქმნას წრიული ჩადაბლება, ანუ კალდერა. კალდერების რაოდენობა შეიძლება გაიზარდოს რამდენიმეჯერადი ამოფრქვევის შედეგად.

ვულკანური ამოფრქვევის დროს ფერდობებზე ეფინება **ფერფლი**, ამოიღვრება **ლავა**, ამოისროლება სხვადასხვა ზომის ნამსხვრევები, მათ შორის ყველაზე დიდი ზომისას **„ყუმბარები“** და **ლაპილები** (შედარებით მცირე ზომის ნამსხვრევი მასალა) ეწოდება, ისინი დაბლა დაგორებისას აჩენენ ღარტაფებს, რომლებიც წვიმის წყლის ნაკადის შედეგად საოცრად სიმეტრიულ რადიალურ ღარებად, ანუ **ბარანკოსებად** გადაიქცევა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მრავალი ვულკანი ნელ-ნელა ქრება, ანუ **„იძინებს“**, მაგრამ არ არსებობს იმის გარანტია, რომ მან არ **„გაიღვიძოს“**, არც ამოფრქვევებს შორის ინტერვალში არსებობს რაიმე კანონზომიერება. ასევე სხვადასხვაა ერთი ვულკანის ცალკეული ამოფრქვევის ხანგრძლივობაც, იგი სულ რამდენიმე საათი, ან რამდენიმე წელიც კი შეიძლება გაგრძელდეს.

რაც უფრო ხშირად, წყნარად და ხანგრძლივად ხდება ვულკანური მთის ამოფრქვევა, ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად მით უფრო იზრდება ვულკანი მოცულობაში, ზოგიერთი მათგანი კოლოსალურ სიმაღლესაც კი აღწევს, ამის მაგალითად ჰავაის კუნძულებზე არსებული **მაუნა-კეას** სიმაღლე შეიძლება გავიხსენოთ, რომელსაც თუ ზღვის დონის ქვემოდან, ანუ ოკეანის ფსკერიდან ავთვლით, ჯომოლუნგმაზე უფრო მაღალი გამოვა (4181 მეტრი ზღვის დონიდან და 5500 მ ზღვის დონის ქვემოთ, ანუ ჯამში 9681 მ). მსოფლიოში ყველაზე მაღალ ვულკანურ კონუსად სამხრეთ ამერიკაში,

ანდებში არსებული მთა-**ნევადო ოხოს დელ-სალადო** ითვლება (6908 მ), შემდეგ მას მოსდევს **კილიმანჯარო**- აფრიკა (5892 მ), **დემავენდი**- აზია (5681 მ), **იალბუზი**- ევროპა (5642 მ), **პიკო დე ორისაბა**- ჩრდილოეთი ამერიკა (5610 მ), **სიდლეის მთა**- ანტარქტიდა (4181 მ. კენ რუბინი, 2010).

ამოფრქვევათა სახეობის რამდენიმე ტიპი არსებობს, ბევრ მათგანს სახელი ცნობილი ვულკანების ამოფრქვევებისათვის დამახასიათებელი ნიშნების მიხედვით დაერქვა, მაგრამ აქვე უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ თითოეულმა ვულკანმა სხვადასხვა ამოფრქვევისას განსხვავებული თვისებებიც შეიძლება გამოამჟღავნოს.

1. **პლინიუსის ტიპი**- 79 წელს რომაელმა ისტორიკოსმა, პლინიუს უფროსმა (რომელიც სწორედ ვულკანის ამოფრქვევაზე დაკვირვებისას დაიღუპა) აღწერა ვეზუვის ამოფრქვევა, რომლის დროსაც ვულკანური მასალა შეიძლება 45 კმ-ის სიმაღლეზე აიტყორცნოს, შემდეგ კი ძალიან შორს და დიდ ფართობზე გაიფანტოს, ძალიან იშვიათად, მაგრამ არსებობს უფრო მძლავრი ე.წ. „სუპერ პლინიუსიც“, სწორედ ასეთი იყო დაახლოებით 73 500 წლის წინ ინდონეზიის კუნძულ სუმატრაზე მომხდარი ამოფრქვევა, რომლის მოცულობა დაახლოებით 2800 კუბ.კმ იყო. იგი სავარაუდოდ 2 კვირას გრძელდებოდა, შედეგად მოჰყვა 6 წლიანი გლობალური აცივება, რამაც გეოგრაფიულ გარსში მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია. ამჟამად ამოფრქვევის ადგილზე არსებულ კალდერაში, რომლის სიგრძე 90 კმ, ხოლო სიგანე-30 კმ-ია, **ტობას** ტბა მდებარეობს, ამოფრქვეული ფერფლის 9 მ-იანი ფენა გაჩნდა მალაიზიაში, ხოლო ინდოეთში 15 სმ-იანი შრე წარმოიქმნა.

2. **ჰავაის ტიპი** - ჰავაის კუნძულების ვულკანებზე ადრეულ სტადიაზე აირებით მდიდარი, 1 კმ სიმაღლის ცეცხლოვანი შადრევანი იფრქვევა, ხოლო შემდეგ კი მიმდინარეობს ლავის ნელი გადმოდინება, ხანდახან მაგმური ლავის ცხელი ტბებიც ჩნდება.

3. **სტრომბოლის ტიპი** - იტალიის ერთ-ერთი ვულკანის ამოფრქვევაა, იწვევს გავარვარებული ქანების აფეთქებას, რომლის შედეგად ვულკანის ყელის სიახლოვეს მყარი მასალა ზოგჯერ 200 მ-ის სიმაღლეზე აიტყორცნება.

5. **პელეს ტიპი** - ამოფრქვევის ეს ტიპი მარტინიკის კუნძულზე არსებულ მონ-პელეს მთას ახასიათებს. იგი ჰგავს ვულკანის, ან პლინიუსის ტიპის ამოფრქვევებს, მაგრამ როდესაც სქელი, უკვე გაციებული ლავის გუმბათი უცებ გასკდება, გრავიტაციით ამოიფრქვევა დიდი მოცულობის, სწრაფად მოძრავი აირების, მაგარი ქანების და ფერფლის ნაზავი ნაკადი.

6. **სურტსეის ტიპი** - ამ სახელწოდებას ატარებს ისლანდიის სანაპიროსთან 1963 წლის ვულკანური ამოფრქვევის შედეგად გაჩენილი კუნძული. დიდი რაოდენობის ზღვის წყლის და ცხელი მაგმის ურთიერთზემოქმედებით მყარი ქანების ფრაგმენტებისაგან იქმნება კონუსი, თუ ამოფრქვევა დიდხანს გაგრძელდა ვულკანის ყელი დაიცობა, შეწყდება ზღვის წყლის შეღწევა და ამოფრქვევის სიმძლავრე დაიკლებს.

ვულკანური მთის აღნაგობის მიხედვით შემდეგი ტიპებია გამოყოფილი:

1. **მარი** - ეს არის უარყოფითი ფორმა, რომელიც ვულკანის ყელის აფეთქების შედეგად წარმოიქმნება. ამჟამად ცნობილი მარებიდან არც ერთი არ მოქმედებს და რელიქტებს წარმოადგენს, მათი სიღრმე 400 მ-მდე, დიამეტრი კი-3,5 კმ-მდეა, ზოგიერთი მეცნიერი მარის წარმოშობას მეტეორიტების ჩამოვარდნასაც უკავშირებს, ასეთი ძველი აფეთქების ძარღვები, ანუ მიწები აგებულია **კიმბერლიტიანი** ქანებით და ალმასის მეორად საბადოს წარმოადგენს (აფრიკა, იაკუტია, კანადა). ყველა ეს მილი ამოვსებულია ცისფერი თიხით, რომელიც ბოლოში გაყვითლებულია, იგი XIX საუკუნის ინგლისელმა მეცნიერმა **ლუისმა კიმბერლიტად** მონათლა. მსგავსი ქანის ამოტანა მხოლოდ დიდი სიღრმეებიდან შეიძლება მომხდარიყო, რადგან იგი მაგმური ქანია, რომელსაც განცდილი აქვს ჰიდროთერმული (ცხელი მიწისქვეშა წყლების გავლენა) და მექანიკური ხასიათის ცვლილებები. კიმბერლიტების ხნოვანება 650 მლნ წლით არის დათარიღებული, ისინი 190-555 კმ-ის სიღრმეზე 1000° C-ით ტემპერატურის და დიდი წნევის პირობებში წარმოიქმნა ალმასთან ერთად, შემდეგ კი დაიწყო მისი ზედაპირზე ამოფრქვევა.

2. **ექსტრუზიული გუმბათები** - იქმნება მჟავე, კაჟმიწის დიდი შემცველობის მქონე ლავისაგან, რომელიც მეტისმეტად ბლანტია და მალე ცივდება (საფრანგეთი, სომხეთი).

3. **ფარისებური ვულკანები** წარმოიქმნება ფუძე ლავისაგან, რომელიც ადვილად დენადია, ასეთი ვულკანები ცნობილია ისლანდზე, მცირე ზომისაა და ამჟამად ჩამქრალია. მსგავსი ვულკანები გვხვდება აგრეთვე ჰავაის კუნძულებზეც, მათ შორის ყველაზე დიდი ზომისაზე განლაგებულია რამდენიმე ვულკანი: **კილაუა, მაუნალოა**, ბოლო 25 წლის მანძილზე მათ მიემატა **ფუუო, ნაპაუ და კუპაიანაჰა**. ფარისებური ვულკანები ცენტრალური კრატერიდან რადიალურად გადმოდინებული ლავისაგან იქმნება, ისინი, როგორც ერთჯერადი, ასევე მრავალჯერადი ამოფრქვევის შედეგი შეიძლება იყოს. ასეთ ვულკანებზე კრატერი მწვერვალის ცენტრალურ ნაწილშია განთავსებული.
4. **სტრატოვულკანები, ანუ შერეული ტიპი**— წარმოიქმნება ლავისა და ნაშალი მასალის მრავალჯერადი განშრევების შედეგად, აგებულია ლავის, ფერფლის და მყარი ნაშალი მასალის ფრაგმენტების მორიგეობით, ასეთებია: იაპონიაში—ფუძიამა, კამჩატკაზე—კლიუჩევსკაია და კრონოცკაია სოკები.
5. **რიფტული წყალქვეშა ვულკანები** დედამიწის ოკეანური ქერქის ხაზოვან ნაპრალზეა განთავსებული, მაგმის ამოფრქვევას წარმოიქმნება ნაპრალოვანი ვულკანი, ხოლო პროცესის განმეორების შემთხვევაში მის რომელიმე მხარეს გროვდება მყარი მასალა და ყალიბდება რიფტული ვულკანი.

ვულკანურ ამოფრქვევებს ბოლოს თან ერთვის ნარჩენი მოვლენები, ანუ პროცესები, ხანგრძლივი ვულკანიზმის შემდეგ მათი მოქმედება თანდათან ქრება და ლავას ნარჩენი აირები ცვლის, ისინი აქა-იქ ამოხეთქავს თხელი ლავის ქერქს და მისი ნამსხვრევებისაგან პატარა კონუსებს წარმოქმნის, ამ უკანასკნელთ **პარაზიტ ვულკანებს, ანუ ფუმაროლებს** უწოდებენ; მათი ტემპერატურა 100°–დან 650°–მდეა. ვულკან **კატმაის** (ალასკა) ამოფრქვევისას 1912 წ. ზემოთ ამოვიდა 20 კუბ.კმ. ნაშალი მასალა, რომელმაც მოქმედი ფუმაროლებით მთელი ტყიანი მასივი მოსწორებულ ვაკედ აქცია, აღნიშნულ მონაკვეთს „ათასი კვამლის ველი“ ეწოდება; ზოგჯერ ასეთი პარაზიტი ვულკანების მოქმედება ძალიან დიდ ხანს გრძელდება: ვულკან **ხორულის** ამოფრქვევის შემდეგ, მისი ფუმაროლები 40 წელი ხრჩოლავდა.

მიმქრალი ვულკანური მოქმედების გამოვლინებაა ცხელი მინერალური წყაროები. ვულკანური მოქმედებით გახურებულ ქანებში მოძრავი მიწისქვეშა წყალი თბება, იკლებს მისი სიმკვრივე და ბუნებრივ გამოსავლებში დედამიწის ზედაპირზე ჩნდება თერმული წყაროები. ასეთი ჰიდროთერმული აქტივობის ზონები გვხვდება როგორც ხმელეთზე, ასევე— ზღვის ქვეშ. წყალი ონკანის წყალივით თბილია, ან დუღს, იგი მდიდარია იშვიათი ქიმიური მარილებით, ხშირად გოგირდწყალბადით, ამიტომ ლაყე კვერცხის სუნს უდის. თუ მიწისქვეშა სიღრმეები შეკუმშული ცხელი წყლით შეივსო, მას ზემოდან სახურავივით აწვება ზემოთ არსებული წყალი და წარმოიქმნება წნევა, როდესაც ცხელი წყლის წნევა ცივი წყლისას გადააჭარბებს, სისტემიდან მდულარე გეიზერი ამოფრქვევა; ე.ი. **გეიზერი** არის მიწიდან თერმული წყლების პერიოდული ამოფრქვევა; იგი ისლანდიური სიტყვაა და ისლანდის სამხრეთ-დასავლეთით არსებული ერთ-ერთი ცხელი წყლის პერიოდული შადრევნიდან გავრცელდა. კამჩატკის ნ/კ არსებული „**გოლიათი**“ საოცარი სიზუსტით ამოისვრის ხოლმე შადრევანს. ყვითელი ქვების ეროვნულ პარკში (აშშ კი, ყველაზე ცნობილი „**ძველი ერთგული**“—ია.

ვულკანის ჩაქრობის უკანასკნელი ფაზა ვლინდება ე.წ. **მოფეტებში**, ანუ პატარა კრატერებში, რომლებიც ნახშირმყავას გამოჰყოფს. ხანდახან მოფეტები ცივ ტალახსაც ამოფრქვევს, მაშინ მათ **სალზებს ან ტალახის ვულკანს** უწოდებენ. მათი კონუსის სიმაღლე 1–2 მ–დან 10–12–მდეა, ზოგჯერ კი 350–400 მ–საც აღწევს, ტემპერატურა კი–90°–ია C–ით. ეს მოვლენა ხშირად ნავთობპროდუქტების არსებობის ადგილზეც ვლინდება და ვულკანისგან სრულიად დამოუკიდებელია, მათ ამ შემთხვევაში **ფსევდო, ანუ ცრუ ვულკანურ** მოვლენებს უწოდებენ. ისინი ხშირია სამხრეთ **ივრისპირეთში, ახტალაში**.

ვულკანური პროცესი ძლიერ უცვლის სახეს გეოგრაფიულ გარსს, ვულკანმა შეიძლება დიდი საფრთხე შეუქმნას ადამიანს, ამის მაგალითია 1883 წელს კრაკატაუს ამოფრქვევა, რომელმაც კუნძულის უმეტესი ნაწილი ოკეანეში შთანთქა და სავარაუდოდ 36417 კაცის სიცოცხლე შეიწირა. გარდა უარყოფითისა, მას დადებითი შედეგიც მოაქვს: მაგმური ქანები შეიცავს უამრავ მინერალს, ბევრი წიაღისეული საბადოს წარმოშობა სწორედ ვულკანურ ქანებთანაა დაკავშირებული; ყველაზე ძვირფასი ქვის, ალმასის საბადოები სწორედ ლავურ მარღვებთანაა ასოცირებული, ვულკანური პროცესები

ნაყოფიერებას მატებს ნიადაგებსაც; გეოთერმული ელექტროსადგურები ცხელ თერმულ წყლებს ელექტროენერგიად გარდაქმნის, მათ ახლო მდებარე დასახლებებს კი თბილი წყლით ამარაგებს. თერმული მინერალური წყაროები უმეტესწილად სამკურნალოა და ხშირად პოპულარულ დასასვენებელ ადგილებს, ან კურორტებს წარმოადგენს.

მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ვულკანებს უდიდესი როლი მიუძღვის მზის სისტემის და ალბათ, მთელი სამყაროს ჩამოყალიბებაში. ამის მაგალითად დედამიწის ერთადერთი ბუნებრივი თანამგზავრიც გამოდგება, რომლის ზედაპირიც კრატერებითა და ვულკანური მთებითაა დაფარული. ამის მაგალითია მარსის ვულკანური კონუსი **ოლიმპიც**, რომელიც ჩვენს ჯგომოლუნგმაზე ბევრად მეტია (დაახლოებით **21000 მ**).

ვულკანი მზის სისტემისთვის და ალბათ სამყაროსათვისაც ჩვეულებრივი მოვლენაა, იგი ახასიათებს ოთხივე შიგა პლანეტას თავის თანამგზავრებით. იგი ასევე მონაწილეობს **გარე ანუ აიროვანი პლანეტების** თანამგზავრების ე.წ. „**მთვარეების**“ ზედაპირების ფორმირებაშიც აშშ **ნასას** მიერ გაშვებულმა საკვლევმა აპარატმა „**ჰაბლმა**“ ტრიტონზე (ნეპტუნის თანამგზავრი) სუპერცივი, თხევადი აზოტის გეიზერები დააფიქსირა, რომლებიც ცაში 8 კმ-ის სიმაღლეზე იჭრება, შემდეგ კი ყინულის ნატეხების სახით ცვივა ტრიტონის ზედაპირზე.

სიძლიერის მიუხედავად დღესდღეობით ნებისმიერი ვულკანური ამოფრქვევა მიწისძვრასთან შედარებით, შინაგანი ენერგიის ნაკლებად ბოროტი გამოვლინებაა, ვინაიდან მიწისძვრა განუზომელი მსხვერპლისა და ზარალის გამომწვევია. დედამიწის ქერქის ყოველგვარ რხევას, რომელიც ძირითად **შინაგანი, ანუ ენდოგენური ძალების** ზეგავლენით მიმდინარეობს და მისი გამომწვევი მიზეზის შეწყვეტის შემდეგაც შენარჩუნდება, **მიწისძვრა** ეწოდება. მის წინა, თანმდევ და მომყოლ პროცესთა ერთობლიობას კი სეისმური პროცესებად მოიხსენებენ.

საუკუნეების მანძილზე მიწისძვრის გამომწვევი მიზეზების ირგვლივ სხვადასხვა ხალხს თავისი მოსაზრება გააჩნდა, მაგ.: უძველესი ინდუსები ფიქრობდნენ, რომ დედამიწა სპილოს ზურგზე იყო განლაგებული, სპილო კუს ზურგზე იდგა, რომელიც თავის მხრივ კობრაზე ეყრდნობოდა და წონასწორობის შენარჩუნებას ცდილობდა, რომელიმე მათგანის გარხევა კი რყევას იწვევდა.

ძველი ბერძენი ნატურფილოსოფოსების მიხედვით დედამიწის სიღრმეში არსებობდა გამოქვაბულები, სადაც ძლიერი ქარები ქროდა, იმ მომენტში, როდესაც ქარი გამოქვაბულის ჭერს მიაწვებოდა ან ზედაპირზე ამოიჭრებოდა, მიწა ირყეოდა.

უდიდესი იტალიელი მხატვარი და გამომგონებელი **ლეონარდო და ვინჩი** ვარაუდობდა, რომ დედამიწა შედგებოდა წყალში შერეული მყარი ნივთიერებებისაგან, როგორც კი მათ შორის წონასწორობის ბალანსი ირღვეოდა, მიწა რყევას იწყებდა, ფრანგი ფილოსოფოსი **რენე დეკარტი** კი ამტკიცებდა, რომ ადრე დედამიწა ისეთივე ცხელი იყო, როგორც მზე, იგი დღემდე ნელ-ნელა ცივდება და იკუმშება, სწორედ შეკუმშვისას წარმოიქმნება მთები და ხდება მიწისძვრები.

თანამედროვე „**ფილების ახალი გლობალური ტექტონიკის**“ თეორიის თანახმად, რომლის პირველი ავტორი გერმანელი მეცნიერი **ალფრედ ვეგენერი** იყო (**1915 წ**), ფილების სხვადასხვა სახის მოძრაობა იწვევს მრავალ გეოლოგიურ პროცესს: დანაოჭებას, მათათა წარმოშობას, პლიკატურ დისლოკაციებს, ვულკანებს და სხვ. ამ პროცესებს თან ერთვის მიწისძვრებიც.

ლითოსფეროს ცალკეულ ნაწილებს შორის არსებული წონასწორობა დროდადრო ირღვევა, მას კი თან სდევს მექანიკური ხასიათის მოვლენები, რყევები, ბიძგები, ხახუნი, სხვადასხვა სახის რღვევები, რომელიც იწვევს სეისმურ მოვლენებს არა მარტო დედამიწის შიგნით, არამედ მის ზედაპირზეც.

ერთნაირი ძალის ორი მიწისძვრა ხშირად სრულიად სხვადასხვა სახის ნგრევას იწვევს, რაც ქანების სიმტკიცესა და რყევების ხასიათზეა დამოკიდებული. რყევები ზოგჯერ ვერტიკალური მიმართულებისაა და შედარებით ნაკლები ზიანი მოაქვს, ისევე როგორც, ქერქის მყარ ნაწილაკებში მათი სწრაფი გავლისას, ხოლო ჰორიზონტალური მიმართულების ტალღისებურ რყევებს, თუნდაც ნაკლებად ძლიერ, ბევრად უფრო მძიმე შედეგები მოსდევს, რაც რბილ ქანებსა და გრუნტში გაივლის შედეგად კიდევ უფრო მეტად მძიმდება. ნგრევის ხარისხი ასევე დამოკიდებულია ე.წ. დარტყმის ამოსავალ კუთხეზე. თუ დარტყმა მიმართულია დედამიწის ზედაპირიდან 45–55°-იანი კუთხით, მას უდიდესი ნგრევის ძალა გააჩნია.

მიწისძვრის გამომწვევი მიზეზის ადგილმდებარეობა, **ანუ კერა ჰიპოცენტრი**, შეიძლება დედამიწის ქერქში მეტად დიდ სიღრმეზე იყოს, კერის სიღრმე ჩვეულებრივ 50–60 კმ-ის ფარგლებში მერყეობს, უფრო ხშირად კი იგი 15–20 კმ-ია. არსებობს ზედრმა მიწისძვრები, რომელთა ჰიპოცენტრი რამდენიმე ასეული კმ-ის (600–700 კმ) სიღრმეზეა „ჩაძირული“, მაგ.: წყნარი ოკეანის აუზის განაპირა ზოლი.

მიწისძვრას მაქსიმალური დამანგრეველი ძალა აქვს **ეპიცენტრში–ანუ** ჰიპოცენტრიდან უმოკლეს რადიუსში დედამიწის ზედაპირზე.

სეისმოგრაფი ყოველწლიურად 0,5 მლნ მიწისძვრას იწერს, აქედან საბედნიეროდ ძალიან ცოტა თუ შეინიშნება ადამიანის მიერ, ხოლო 100–მდე იწვევს დაზიანებებს. თანამედროვე სეისმოგრაფი ჩანაწერს ქალაქის მოძრავი ზოლის მაგიერ უშუალოდ კომპიუტერის მეხსიერებაში ინახავს, თუ ეს რყევა მმ-ის მეასედის ტოლია, მას მხოლოდ ინსტრუმენტები აღიქვამს, ძლიერი მიწისძვრის დროს კი დედამიწის ზედაპირზე წარმოიქმნება ზღვის ტალღების მსგავსი ტალღები.

კატასტროფული მიწისძვრის დროს დედამიწის შიგნით გამოიყოფა 10×35 ერგი ენერგია, ე.ი. ერთი კვადრალიონი ცხენის ძალა. მიწისძვრის ენერგიის სიმძლავრეს ზომავენ მაგნიტუდით, ანუ გამოთავისუფლებული ენერგიის რაოდენობით. სეისმოლოგები მაგნიტუდას ზომავენ **რიხტერის მოდიფიცირებული შკალის** მიხედვით, რომელიც ნულიდან იწყება, მისი მაქსიმალური ზღვარი განსაზღვრული არ არის.

ამერიკელმა სეისმოლოგმა **ჩარლზ რიხტერმა 1935 წ.** შეიმუშავა მაგნიტუდების შკალა. შკალის ყოველი დანაყოფი აღნიშნავს მიწისძვრის სიმძლავრის გაათმაგებულ სიდიდეს, მაგ.: მაგნიტუდა 7–ის შესაბამისი მიწისძვრა ათჯერ ძლიერია მაგნიტუდა 6–ის შესაბამის მიწისძვრაზე და 100–ჯერ ძლიერი–მაგნიტუდა–5–ზე (კენ რუბინი, 2010).

იტალიელი ვულკანოლოგის **ჯუზეპე მერკალის** მიერ 1902 წელს შემოღებულ იქნა **მერკალის შკალა**, რომელიც ბალების მეშვეობით ზომავს მიწისძვრის ინტენსიობას დედამიწის ზედაპირზე მომხდარი ადგილობრივი დაზიანებების გათვალისწინებით. შკალა ადრე 10 ბალიანი იყო. მოხდა მისი მოდიფიცირება და ამჟამად 12 ბალიანია. მიწისძვრის აღსაწერად მოსახლეობისათვის ძირითადად სწორედ ეს შკალა გამოიყენება, რადგან სეისმოლოგებს სეისმური ენერგიის შეფასების სხვა საზომები ჯერ არ შეუმუშავებიათ. დიდი ძალის მიწისძვრები მრავალრიცხოვანი განმეორებებით, ანუ „After Shock“-ებით ხასიათდება, რომელთა უმეტესი ნაწილის (დაახლოებით 96%-ის) სიმძლავრე ბევრად ნაკლებია, ვიდრე პირველისა. 1887 წლის ალმა–ათის ცნობილი მიწისძვრის გამოძახილი 3 წელი გრძელდებოდა, ხანგრძლივი გამოძახილი ჰქონდა ტაშკენტის, სპიტაკის, მექსიკის, რაჭა–იმერეთის მიწისძვრებსაც.

მიწისძვრის შედეგად ხშირად ზედაპირზე ახალი ტბები ჩნდება, (**სარეზის ტბა** ტაჯიკეთში, პამირზე, 1911; **ჰებერგის ტბა** მონტანაში; 1959, **ხახიეთი**, საქართველოში, 1991), ასევე ჩნდება ნაპრალები, მონტანას ნაპრალი 6 მეტრი სიგანისაა, კობესთან მიწამ რღვევის ხაზთან 3 მ–ით აიწია, მიწისძვრისაგან ჩნდება მეწყრები, კანიონები (მადრონის კანიონი, მონტანა), კლდეზვავები, ჩნდება ახალი კუნძულები.

მიწისქვეშა ბიძგების, ანუ მიწისძვრების უმეტესი ნაწილი 95% ენდოგენური ძალების მოქმედებითაა გამოწვეული, მცირე წილი მოდის შედარებით ლოკალურ ეგზოგენურ მიწისძვრებზე, იგი შეიძლება გამოიწვიოს დიდი კარსტული სიცარიელის, ან მიწისქვეშა გამონამუშევრის მადაროს ჩაქცევამ. ანთროპოგენური ფაქტორითაა გამოწვეული 1971 წლის მაისში, ქ.გროზნოდან 16 კმ-ის მოშორებით არსებული ნავთობის ჭაბურღილის მიდამოებში მომხდარი 7 ბალიანი მიწისძვრა, რაც ნავთობის ამოქაჩვის შედეგად გაჩენილი ცარიელი სტრუქტურის ჩაქცევის შედეგად მოხდა. მიწისძვრებს იწვევს აგრეთვე დიდი სიმძლავრის აფეთქებებიც.

ცუნამი „დიდი სანაპირო ტალღა“ (იაპონურად), წარმოიქმნება ოკეანის ფსკერზე მომხდარი მიწისძვრის, ვულკანის მოქმედების, ან მეწყერის ჩაქცევისაგან. მათი უმეტესი ნაწილი ზღვის ძვრისგანაა წარმოქმნილი, ამ დროს ტექტონიკური ფილები ერთმანეთს აწევა, დედამიწის ქერქი ამოძრავდება, ოკეანე იწყებს ღელვას და წარმოიქმნება მძლავრი შოკური ტალღები, რომელიც წრიული რგოლების სახით ვრცელდება, ტალღები რეაქტიული სიჩქარით მოძრაობს (800 კმ–მდე საათში). ჩილეში 1960 წელს წარმოქმნილმა ცუნამმა 24 სთ–ში 15 ათასი კმ დაფარა და 10 მ–იანი ტალღებით მიაღწია იაპონიის კუნძულთა სანაპირო ზოლს, პროცესის დროს ოკეანის ზედაპირი მშვიდი ჩანს, რადგან ცუნამი

წყალქვეშა სიღრმეში ვრცელდება, სანაპირო ზოლიდან წყალი უკან იხევს, მიიქცევა, თითქოს ავზიდან წყალი ერთბაშად გაუშვებს, ამ დროს კი იგი ცუნამს სანაპიროდან შორს ეგებება და ორივენი გაორმაგებული ძალით იწყებს მოქცევას ნაპირისაკენ. სანაპიროსთან ფსკერის ამღლებული ნაწილის შეჯახება მაღლა მიმართავს ტალღას, იგი კომპისებური, ზოგჯერ 30 მ-იანი სიმაღლის „შლიეფი“-ს სახით ასკდება ნაპირს და მთელი ძალით ვრცელდება ხმელეთის საკმაოდ მოშორებულ ტერიტორიებზეც, 2004 წლის სუმატრა-ანდამანის ზღვისქვეშა გიგანტური მიწისძვრა 10 წუთს გრძელდებოდა, წარმოიქმნა 1600 კმ-იანი რღვევა, რამაც ცუნამის უწყვეტი ტალღები გამოიწვია, რღვევის ერთმა მხარემ, მეორესთან შედარებით, 5 მ-ით ამოიწია. ზოგ ადგილზე კი ეს სიმაღლე 20 მეტრსაც აღწევდა. მან დაახლოებით 250 000 ადამიანი შეიწირა, ასეთი მასშტაბის არა, მაგრამ არანაკლები შედეგების მქონე ცუნამი წარმოიქმნა 2011 წლის 11 მარტს ჰოკაიდოს ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ნ/კ ოშოკადან 62 კმ-ის დაშორებით, ჰიპოცენტრი ზღვის ფსკერიდან 28 კმ-ის სიღრმეზე იმყოფებოდა.

მოქმედ ვულკანებს და მიწისძვრებს გავრცელების გარკვეული კანონზომიერება ახასიათებს, ერთიც და მეორეც დამახასიათებელია ახალგაზრდა მთიანი სისტემებისათვის, სადაც მთათაწარმოქმნელი პროცესები დღემდე არ დასრულებულა, ამ ზონებს „ცეცხლოვან სარტყლებსაც“ უწოდებენ, ასეთებია: **მერიდიანული** აღმოსავლეთ წყნაროკეანური, დასავლეთ წყნაროკეანური და **განედური** ალპურ-ჰიმალაური მთათა სარტყელი.

თავი 23. ეგზოგენური პროცესები და რელიეფი

23.1 ფლუვიალური პროცესები და რელიეფი.

ფლუვიალური პროცესები და რელიეფი (ლათ. ფლუვიუს – მდინარე), რელიეფის ფორმირების განმსაზღვრელი დინამიკური კატეგორიაა, რომელსაც აყალიბებს, როგორც მუდმივი, ისე დროებითი ნაკადების მოქმედება.

რელიეფის სკულპტურულ ფორმათა შექმნაში ზედაპირულ წყლებს საერთოდ, კერძოდ კი მდინარეებს, უპირველესი ადგილი მიეკუთვნება. იშვიათია ისეთი რეგიონი, სადაც მათი მოქმედების ნაკვალები არ შეინიშნებოდეს. თვით უდაბნოებიც კი, სადაც არიდული ჰავის პირობებია გაბატონებული, არ წარმოადგენს ამ მხრივ გამონაკლისს. მდინარეები სხვა სახის ნაკადების მასგავსად 3 სახის მოქმედებას აწარმოებენ: ეროზიას, ნაშალი მასალის გადატანას, ანუ ტრანსპორტირებას და მის დაგროვებას, ანუ აკუმულაციას.

ეროზია ესაა მდინარის მიერ დინების გზაზე წარმოებული ხაზობრივი ნგრევითი მოქმედება, რასაც შედეგად მოსდევს კალაპოტის ჩაჭრა და ხეობის თანდათანობით გაღმავება-გაფართოება.

გამოვლინების ხასიათისა და მორფოლოგიური შედეგების მიხედვით ასხვავებენ ეროზიის სამ სახეს: სიღრმითს, გვერდითს და სათავითს ანუ უკუსვლითს.

ეროზიის პირველი ორი სახე მეტ- ნაკლებად მდინარის ყველა მონაკვეთში იჩენს თავს. სიღმითი ეროზია იქაა გაბატონებული, სადაც დიდია მდინარის ვარდნა. ასეთი რამ კი პირველ ყოვლისა, მდინარის ზემო ნაწილში და ნაწილობრივ შუა მონაკვეთში შეინიშნება. ამიტომ, რომ მთიანი მხარის მდინარეთა ზემოაღნიშნული მონაკვეთები ღრმად ჩაჭრილი ხეობებით არიან წარმოდგენილი და სხვა თანაბარ პირობებში დიდი ვერტიკალური დანაწევრების მქონე რელიეფის არსებობას აპირობებენ.

გვერდითი ეროზია, განსაკუთრებით ინტენსიურად, მდინარეთა ბოლო მონაკვეთში შეინიშნება. ე. ი. იქ სადაც ნაკადის ვარდნის სიდიდე მცირეა. ასეთ პირობებში მდინარეს არ შეუძლია თავისი მოძრაობის გზაზე არსებული სერიოზული წინააღმდეგობების დაძლევა და იგი იძულებულია გვერდი აუაროს მათ. ზოგჯერ უაღრესად მკვეთრი მორკალვის გზით. ყოველივე ამას კი შედეგად მოსდევს მდინარის დაკლაკნა, რასაც მეანდრირება ეწოდება. (მეანდრა თურქეთში არსებული მდინარის სახელწოდებაა, რომელიც იმდენად კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს, რომ მისი სახელწოდება განზოგადდა.) გვერდითი ეროზიის მორფოლოგიური მნიშვნელობა ხეობის ძირის თანდათანობით გაგანიერებაში მდგომარეობს.

მეანდრების განვითარების კვალობაზე, ზოგჯერ ეროზიის მოწამე წარმოიქმნება; უფრო ხშირად კი მეანდრული ზოლის გაფართოვებას შედეგად მოსდევს კლაკნილთა შვერილების ნგრევა და მოხეტეილე მეანდრების მქონე ჭალის ხეობის წამოქმნა.

გაფართოვების ეს პროცესი განუსაზღვრელი არაა და თავისი გარკვეული საზღვარი გააჩნია. როგორც რიგი მდინარეების (მისისიპი, რაინი, დუნაი და სხვ.) მეანდრებზე დაკვირვებით გამოირკვა, მეანდრული ზოლის და მეანდრის კალაპოტის სიგანე დაახლოებით ისე შეეფარდება ერთმანეთს როგორც 1/18.

მდინარის მეანდრის წარმოქმნას დასაწყისში პირველადი რელიეფის თავისებურება განსაზღვრავს შემდეგ კი ნაკადის დინამიკა. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება ვილაპარაკოთ პირველად და მეორად მეანდრებზე. უკანასკნელში თავის მხრივ არჩევენ: ორ ტიპს: ჩაჭრითს და მოხეტიალეს. პირველი მათგანის დამახასიათებელ ნიშანს მდინარის ხვეულებისა და ხეობის ფერდობთა ორიენტირების თანხვედრა წარმოადგენს. ამის თვალსაჩინო მაგალითი გვაქვს მდ. ვერეს ხეობაში უნივერსიტეტის მაღლივი კორპუსის სიახლოვეს. რაც შეეხება მოხეტეილე ტიპის მეანდრებს, ისინი ფართო ძირის მქონე ხეობებში ვითარდება და ხასიათდება იმით, რომ ყოველი წყალდიდობის შემდეგ მკვეთრად იცვლის კონფიგურაციას.

მდინარეს სიღმითი ეროზიის წარმოება ჩვეულებრივ შესართავის დონემდე შეუძლია და ამიტომ ამ ადგილს ეროზიის ბაზისი ეწოდება.

არჩევენ ეროზიის ბაზისის ორ სახეს: მუდმივს და დროებითს. პირველი მათგანი აქვთ ისეთ მდინარეებს, რომლებიც ზღვაში ჩაედინება, მეორე კი _ სხვა დანარჩენ ნაკადებს, რომლებიც ერთმანეთს უერთდებიან ზღვის დონიდან მეტ ნაკლებ სიმაღლეზე. დროებითი ბაზისი მდინარეს შეიძლება სხვადასხვა ნაწილში ჰქონდეს დაკავშირებული კალაპოტში მკვრივი ქანების გამოსასვლელთან, რომელთაც ადგილობრივი ეროზიის ბაზისები ეწოდება.

ზღვაში ჩამავალი მდინარის ეროზიის ბაზისის ცვლილება შეიძლება გამოიწვიოს ზღვის დონის აწევ-დაწევამ. ახლო წარსულში მკვლევართა შორის გაბატონებული იყო აზრი, რომლის მიხედვით წყალსატევის დონის დაწევის შემთხვევაში, ყოველთვის მდინარის აუზში უნდა გაძლიერებულიყო ეროზია და აქედან გამომდინარე კალაპოტის ჩაჭრა, ხოლო მისი აწევის შემთხვევაში _ მდინარის ვარდნის შემცირების გამო ცოცხალი ძალის შესუსტება და აკუმულაცია. უკანასკნელი დროის ექსპერმენტული გამოკვლევებით, რომელიც ნ. მაკავეევმა ჩაატარა* გაირკვა, რომ ზემოაღნიშნული მოსაზრება საფუძველს მოკლებულია და რომ ეროზიის გაძლიერება და ჩაჭრა მუდმივი ბაზისის დაწევისას იმ შემთხვევაში მოხდება, თუ წყალსატევის საფარისაგან განთავისუფლებული ტერიტორიის, ე. ი. ყოფილ ფსკერის დახრილობა 2-3-ჯერ აღემატება მდინარის შუა მონაკვეთის დახრის მაჩვენებელს. მყარდება წონასწორობა მდინარის ცოცხალ ძალასა და მის დასაძლევ წინააღმდეგობათა შორის.

აქ უნდა შევნიშნოთ, რომ იდეალური პროფილის გამომუშავებისათვის გეოლოგიურად ხანგრძლივი დროა საჭირო, მაგრამ მარტო ეს არაა საკმარისი. საჭიროა მოცემულ აუზში ტექტონიკური სიწყნარე, ლითოლოგიური ერთგვაროვნება და არსებითად უცვლელი კლიმატური პირობები; ვინაიდან ბუნებაში ასეთი სიტუაცია საერთოდ არაა, ამიტომ ზღვრული პროფილის მქონე მდინარეები ბუნებაში ფაქტობრივად არ არსებობენ და ამდენად იგი თეორიულ, განყენებულ ცნებას წარმოადგენს.

ეროზიის მესამე სახეს სათავითი ეროზია წარმოადგენს, რომელსაც მდინარის უკუსვლის გამო წყალგამყოფის თანდათანობითი გადაკვეთა და არცთუ იშვიათად, მდინარის მოტაცება მოსდევს შედეგად.

ჰიდროქსელის განვითარების ამა თუ იმ ეტაპზე, როგორც მთაგორიან, ისე ვაკე რელიეფის პირობებში, უკუსვლითი და გვერდითი ეროზიის შედეგად შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ბუნების ისეთ საინტერესო მოვლენას, რომელიც მდინარის მოტაცების სახელწოდებითაა ცნობილი.

მდინარის მოტაცების განხორციელებისათვის რიგი ხელშემწყობი პირობებია საჭირო, რომელთა შორის უმთავრესია ორი მეზობლად მდებარე ნაკადის ეროზიის ბაზისის განსხვავებული სიმაღლითი მდებარეობა. როგორც წესი სხვა თანაბარ პირობებში ის მდინარე ახორციელებს მოტაცებას რომლის ეროზიის ბაზისი უფრო დაბლი ჰიფსომეტრიული მაჩვენებლის მქონეა. ამ პროცესში არანაკლებ მნიშვნელოვანია მდინარის წყლიანობა. დიდ ნაკადს ამ მხრივ მოტაცების მეტი შესაძლებლობა გააჩნია. ბოლოს ამავე პროცესში გარკვეული მნიშვნელობა აქვს მდინარის აქტიურ უკუსვლით ან გვერდით

ეროზიას, მისი მსვლელობის სიძლიერეს, უფრო აქტიურ ნაკადს აღნიშნული მოვლენის განხორციელების მეტი შესაძლებლობა აქვს.

მოტაცების პროცესი საკმაოდ ხანგრძლივ დროს მოიცავს და ამიტომ დამკვირვებელს ბუნებაში თითქმის ყოველთვის, ან მისი განხორციელების შედეგი ხვდება, ანდა მოტაცების წინა სტადია, ამიტომ, აღნიშნული მოვლენის არსებობის დასადაგენად რიგი ფაქტები შეიძლება მოიძებნოს. ერთი მათგანი ესაა რაიმე ოროგრაფიული მიზეზის ე. ი. დაბრკოლების უქონლობის პირობებში მდინარის დინების მიმართულების უეცარი შეცვლა, მისი მკვეთრი მორკალება. განხორციელებული მოტაცების მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა დინების ზემოაღნიშნული მკვეთრი ცვლილების მიდამოში მორკალებამდე მიმართულების გაგრძელებაზე „მკვდარი“ ხეობის ნაშთის არსებობა, სადაც რელიეფის ეროზიული ფორმის გენეზისი გარდა ტოპოგრაფიული თავისებურებისა შეიძლება ალუვიონის არსებობამ და მისმა შედგენილობამ მიგვანიშნოს. ბოლოს ზემოაღნიშნული ფაქტის მანიშნებელია მდინარის მკვეთრი მორკალების არეში წყლის დინების ჩქერიან-ჭორომიანი ხასიათი, ე. ი. მდინარის ვარდნის პროფილის აშკარა გამოუმუშავებელი სახე მიმდებარე ნაწილებთან შედარებით. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით ნათლად იმ შემთხვევაში შეინიშნება თუ მოტაცებიდან დიდი დრო არაა გასული.

ანსხვავებენ მდინარის მოტაცების ორ ტიპს: სათავითს და შეხებითს. სათავითი მოტაცება მდინარის რეგრესული ეროზიის შედეგად ხდება. მდინარის ამ უკუსვლას, მის თანდათანობით ზრდას, დასაწყისში წყალგამყოფის გადანაცვლება-გამრუდება მოსდევს, ბოლოს კი მისი გაკვეთა და სერის ან ქედის მეორე ფერდობზე არსებული ნაკადის შემოერთება. მოტაცების ამ ტიპის კარგ მაგალითს წარმოადგენს აჭრა-იმერეთის (მესხეთის) ქედის ჩრდილო ფერდობზე მდ. საკრაულას მიერ განხორციელებული ვანისწყლის მოტაცების ფაქტი შეხებითი მოტაცების ტიპი მდინარის გვერდითი ეროზიის შედეგია. ამ შემთხვევაშიც მომტაცებელი ნაკადის აუზის ფართი მატულობს მეზობლად მდებარე აუზის ხარჯზე.

ნაშალის გადატანა ანუ ტრანსპორტირება მდინარის მოქმედების მეორე ძირითადი სახეა. გადატანა შეიძლება ხდებოდეს როგორც ნაშალის მექანიკური გადაადგილებით, ისე ქიმიურად გახსნილი სახით. მიახლოებით გამოანგარიშებულია რომ ერთი წლის განმავლობაში დედამიწის ზედაპირზე არსებულ მდინარეებს, ზღვებსა და ოკეანეებში ჩააქვთ 2,7 მილიარდი ტონა გახსნილი ნივთიერება, ხოლო ნაშალი ინერტული მასალის რაოდენობა 23-27 მილიარდი ტონა.

მდინარის ტრანსპორტული მოქმედების ძალა უმთავრესად დინების სიჩქარით განისაზღვრება და ერის კანონის მიხედვით, აღნიშნული ძალა წყლის ნაკადის დინების სიჩქარის მეექვსე ხარისხის პროპორციულია. ეს იმას ნიშნავს, რომ თუ სიჩქარე გაიზრდება ორჯერ, მყარი ხარჯის შესაბამისად 64-ჯერ მომძიმატებს, 3-ჯერ გაზრდის შემთხვევაში 729-ჯერ და ა.შ.

აკუმულაცია. მდინარის მოქმედების მესამე ძირითად სახეს ნაშალი მასალის აკუმულაცია წარმოადგენს, რომელსაც უმეტესად დინების შუა და ქვემო ნაწილებში აქვს ადგილი.

ეროზია და აკუმულაცია ხშირად ცვლიან ერთმანეთს დროსა და სივრცეში გამოვლინების ინტენსივობის თვალსაზრისით. მაგრამ, არაა ისეთი გეომორფოლოგიური კომპლექსი სადაც მხოლოდ ეროზიული ან მხოლოდ აკუმულაციური ფორმები იყოს წარმოდგენილი. ამიტომ უფრო მართებულია თუ ვილაპარაკებთ ჭარბი ეროზიის ან ჭარბი აკუმულაციის მხარეებზე.

ნაშალი მასალის დაგროვების აუცილებელ პირობას მდინარის ცოცხალი ძალის შესუსტება წარმოადგენს. ეს კი თავის მხრივ შეიძლება სხვადასხვა მიზეზით იყოს გაპირობებული. პირველ ყოვლისა, იგი ხდება იმის გამო, რომ მთის მშფოთვარე მდინარე ვაკეზე გამოსვლისას განიცდის დატოტვას ან ფართო კალაპოტში დინებას, ცოცხალი ძალა მცირდება და შედეგად მანამდე მოძრაობაში მყოფი მასალის აკუმულაცია მოსდევს. იგივე შეიძლება გამოიწვიოს მდინარეში ხეობის ფერდობიდან დაშვებულმა მეწყრის ან ზვავის ჩამოწოლამ, ანდა ღვარცოფული ბუნების შენაკადმა. სამივე შემთხვევაში ადგილი აქვს მდინარის მოცემულ უბანზე მყარი ხარჯის მკვეთრ გაზრდას, რომელთა გადატანის შეუძლებლობის შემთხვევაში იწყება დაგროვების პროცესი.

მდინარის აკუმულაციური მოქმედების მორფოლოგიური მნიშვნელობა ისაა, რომ იგი განაპირობებს ალუვიური ვაკეების, ჭალების, გამოზიდვის კონუსების, დელტებისა და სხვათა ფორმირებას.

23.2 ეოლოური პროცესები და რელიეფი

”ეოლი” ქარის ღმერთის სახელწოდებაა ბერძნულ მითოლოგიაში; ამდენად ეოლოური პროცესები ქარის მოქმედებასთან არის დაკავშირებული. ქარი, როგორც ჰაერის ჰორიზონტული გადაადგილება და როგორც სითბოსა და ტენის გადამტანი - კლიმატური ფაქტორია. როდესაც ქარი დედამიწის ზედაპირთან ხახუნის შედეგად იწვევს მის ნგრევას და მინერალური ნაწილაკების ერთი ადგილიდან მეორეზე გადატანას, მაშინ იგი გვევლინება, როგორც გეომორფოგენეტიური, ანუ რელიეფწარმომშობი ფაქტორი. ქარის მოქმედება, მდინარის ხაზობრივი მუშობისაგან განსხვავებით, ფართობულია, მას აღმაც შეუძლია მოქმედება და დაღმაც. მაგრამ მისი ყველაზე ეფექტური გამოვლენა დაახლოებით 100-350 განედებში ანუ ტროპიკული უდაბნოების ზოლში და წყალსატევების ქვიშიან სანაპიროებთან არის შესამჩნევი.

ერთ მთლიან ეოლოურ პროცესში არჩევენ ნგრევით, გადატანით და დალექვით მოქმედებებს. ქარის მუშაობის ყველა ეს სახე ერთდროულად, მაგრამ სხვდასხვა ძალით ვლინდება, რასაც ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში გარკვეული საბოლოო შედეგი მოყვება.

ქარის ნგრევითი მუშაობა დეფლაციისა და კორაზიის სახით ვლინდება. ტერმინი ”დეფლაცია”, ლათინურია და ნიშნავს ჩამობერვას. იგი მეცნიერებაში ი. ვალტერის მიერ იქნა შემოტანილი და გამოქარვის სახელწოდებით დამკვიდრდა. ჰაერის ნაკადს ხმელეთის ზედაპირიდან, როგორც გორვით, ისე ატაცებულ მდგომარეობაში, შედარებით წვრილი ნაშალი მასალა გადააქვს, თუმცა აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ქარის მიერ ნაშალის 90% მიწის ზედაპირიდან ათიოდე სანტიმეტრის სიმაღლემდე გადაიტანება. გრიგალის შემთხვევაში, კი ქარს კენჭების ატაცებაც შეუძლია. ქარის მიერ მტვრისებრი მასალის გადატანა უფრო დიდ მანძილზეც ხდება. აღწერილია შემთხვევები, როდესაც საჰარიდან წაღებული მტვერი დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში შეუნიშნავთ, ანდა იგი დაფენილა ატლანტის ოკეანეში მიმავალ ხომალდებზე, აფრიკის ნაპირებიდან 2000-2500 კმ-ის დაშორებით.

იმ ქარებს შორის, რომელთა მოქმედებას განსაკუთრებით დიდი რაოდენობის ნაშალის ატაცება მოსდევს, ყველაზე ცნობილია აფრიკისა და არაბეთის უდაბნოებში გაბატონებული ”სამუმი” და ”ხამსინი”. ”სამუმის” მოქმედება 2-4 ათეულ წუთს გრძელდება, მაგრამ მის მიერ ატაცებული მტვრის გიგანტური მასა დღეს ღამედ აქცევს. ”ხამსინის” მოქმედება კი რამდენიმე დღეს გრძელდება და თანდათანობით ძლიერდება.

თუ გამოქარვის პროცესს უბრალოდ დეფლაცია ვუწოდებთ, ანუ ქარის მიერ ნაშალი მასალის ატაცება-გადატანა, ამ ატაცებულ ნაწილაკთა მიერ მექანიკური, ამომჭრელი მოქმედება კორაზიად იწოდება. ჰაერის მიერ გადაგორებით გადატანილი კენჭების ხახუნი დედამიწის ზედაპირთან, ანგრევს, შლიფავს მას ან წარმოქმნის ღარებს და სხვა ფორმის ჩაღრმავებებს.

დეფლაციის გავრცელების არე ფხვიერი ქანების, კორაზიის კი- მკვრივი ქანების ზედაპირებია.

რელიეფში დეფლაციის ძირითად ფორმებს მიეკუთვნება გამოქარვის ქვაბურები, რომლებიც წარმოიშობა იქ, სადაც გრუნტი ადვილად განიცდის განიავებას; ან იქ, სადაც ადგილობრივი მიზეზების გამო ხდება ქარის გაძლიერება.

კორაზია წარმოშობს სოკოსებრ კლდეებს. დედამიწისპირა ფენაში კენჭებით უფრო მდიდარი ქარის ნაკადი, კლდის ძირს მეტად გამოთლის, ვიდრე მის წვეროს. უდაბნოს თიხიან ზედაპირზე იგი გამოკვეთს იარდანგებს - გაბატონებული ქარების მიმართულებით გაჭიმულ ღარების სისტემას და მათ გამყოფ 1-6 მ-იანი სიმაღლის თხემებს. კორაზია უდაბნოში ჭიუხებს ბასრ, მკვეთრ მოხაზულობას აძლევს, ხოლო კლდეების ზედაპირზე ხშირად ნამდვილ ქვის არშიებს ან ფუტკრის ფიჭის მსგავს ფორმებს ამოკვეთს. კლდის ისეთი ნატეხები, რომელთა ადგილიდან დაძვრა ქარს არ შეუძლია, ზედაპირიდან ატაცებული ნაშალის ხახუნის შედეგად გაიშლივება და თუ ქარის მოძრაობა წლის განმავლობაში რამდენადმე გაბატონებული მიმართულებისაა, მაშინ ლოდებს ქარის ქროლვის შესაბამისად ორიენტირებული, მკვეთრად გამოხატული, ნაწიბურებიანი, სწორი ზედაპირები უვითარდება, ამიტომ მათ ”ქვის ფლუგერებს” უწოდებენ (ფლუგერი ქარის მიმართულების განმსაზღვრელი ხელსაწყოა).

დეფლაცია და კორაზია ქარის მიერ ნაწარმოები ნგრევითი მოქმედებებია. ნაშალი მასალის გადატანა, ანუ ტრანსპორტირება, ქარის ძალისა და ატაცებულ ნაწილაკთა

ურთიერთდამოკიდებულებით განისაზღვრება. საბოლოო ჯამში ხდება ამ მასალის დედამიწის ზედაპირზე დალექვა და ქარის მიერ შექმნილი რელიეფის აკუმულაციური ფორმების წარმოქმნა. უდაბნოს ლანდშაფტის რელიეფის ფორმათა შორის ჭარბობს ქარის აკუმულაციური მოქმედების შედეგები. ქარის მიერ გადატანილი ნაშალი მასალა თანაბრად როდი ნაწილდება; იგი ჰორიზონტალურად არ განეფინება, არამედ სხვადასხვა სიდიდისა და კონფიგურაციის სილისა და ქვიშის ზვინულებს ქმნის. ერთ-ერთ ასეთ უმარტივეს აკუმულაციურ ნაწილს ფორმას ემბრიონული დიუნა წარმოადგენს, რომელიც თავისი მოყვანილობით რამდენიმე ათეულ სანტიმეტრზე ამოზნექილ ფარს მოგვაგონებს. ქარის შიდა დინამიკის თავისებურების გამო, ემბრიონულ დიუნას შედარებით უფრო დაქანებულ მხარეზე უვითარდება ძაბრისებრი ჩაღრმავება, რომლის სიდიდე თანდათან მატულობს და იგი ბარქანის სახეს იძენს.

ბარქანის სახელწოდებით აღინიშნება რელიეფის ისეთი ფორმა, რომელიც სილის დაგროვებითაა მიღებული და გეგმილში ნამგალს ან ახალ მთვარეს, ხოლო პროფილში ასიმეტრიულ სერს მოგვაგონებს. ბარქანების სიდიდე რამდენიმე ათეული მეტრით განისაზღვრება; იშვიათად, საჰარის უდაბნოში გვხვდება 1-2 ასეული მეტრი სიმაღლის ბარქანებიც. ბარქანები ჩვეულებრივ მოძრავი ფორმებია. ერთი თვის განმავლობაში დაახლოებით 12 მ-ით გადაადგილდება. როგორც წესი, რაც უფრო დიდია ბარქანი, მით უფრო ნელია მისი მოძრაობა და პირიქით. ბარქანის საქარო ფერდობი ფართო და დამრეცია, იგი 50-120-ითაა დახრილი, მყუდრო მხარის ფერდობი კი - ბევრად უფრო ვიწროა და მისი დახრილობა ხშირ შემთხვევაში 280-350 აღწევს. მოძრავი ბარქანები საშიშროებას უქმნის დასახლებულ პუნქტებს, სარწყავ არხებსა და გზებს.

ეოლურ-აკუმულაციურ ფორმათა შორის ასევე აღნიშვნის ღირსია დიუნები, რომელსაც უცხოურ ლიტერატურაში ნებისმიერ ბუნებრივ პირობებში დაგროვილ ქვიშის ზვინულს უწოდებენ; ჩვენს გარკვეულ შემთხვევაში ასე ეწოდება არა უდაბნოს, არამედ ზღვების, ტბების და მდინარეთა სანაპირო ზოლში ქარის მიერ მოტანილი და დაგროვილი ქვიშიან-სილიანი ზვინულებს. პარაბოლური დიუნა ჩვეულებრივი ბარქანისაგან იმით განსხვავდება, რომ მას "რქები" ანუ ბოლოები მყუდრო მხარეს კი არ აქვს მიმართული, არამედ ქარის წინააღმდეგ. პარაბოლური დიუნების სიგრძე თხემის გასწვრივ რამდენიმე კმ-ს აღწევს; შუა ნაწილში სუსტად არის განვითარებული, ახასიათებს გრძელი ბოლოები, მისი ამოზნექილი ფერდობი ციცაბოა, შეზნექილი კი- დამრეცი.

სილიან-ქვიშიანი უდაბნოები განსაკუთრებით დიდი გავრცელებისაა და უმეტესად მოყვითალო ფერის ნამდვილ, უკიდევანო ქვიშის ზღვას მოგვაგონებს. ასეთ უდაბნოებს შუა აზიაში ყუმის, ჩრდილოეთ აფრიკაში - ერგის, არაბეთში კი - ნეფუდის სახელწოდებით მოიხსენებენ.

ქვიანი უდაბნოები უმეტესად ვაკე ან ტალღური ზედაპირის მქონეა, რომელიც ქვის ნატეხებითაა მოფენილი. საჰარაში მას ჰამადა ეწოდება. სხვა შემთხვევაში იგი შეიძლება ვრცელი კლდოვანი გამიშვლებებითა და მათ შორის ლოდებით მოფენილ ადგილთა მონაცვლეობით იყოს წარმოდგენილი; ანდა შესაძლოა ქვიან უდაბნოებს კარგად დამუშავებული მოზანდაკებულ-დამრგვალებული მასალაც ქმნიდეს.

23.3. კრიოგენული პროცესები და რელიეფი

კრიოგენული (ბერძ. cryos- სიცივე, ყინული) რელიეფი არის რელიეფის ფორმათა ერთობლიობა, რომელთა წარმოშობა-განვითარება დაკავშირებულია გრუნტის გაყინვა-გაღობის პროცესებთან. დამახასიათებელია მარადმზრალი ქანების გავრცელების და მაღალმთიანი რაიონებისათვის. ეს ფორმები შეიძლება იყოს: თერმოკარსტული ქვაბულები, ბორცვები, სოლიფლუქციური ტერასები, ჰიდროლაკოლითები, პოლიგონური წარმონაქმნები, კურუმები და სხვა.

მუდმივი მზრალი ფენა ჩვეულებრივ უშუალოდ მიწის ზედაპირიდან კი არ იწყება, არამედ მისგან მეტ-ნაკლები დამორებით: ერთ ადგილზე მესაძლოა იგი რამდენიმე ათეული სანტიმეტრით განისაზღვრებოდეს, მეორეზე კი - რამდენიმე ათეული მეტრით.

ასევე ითქმის მუდმივად მზრალი ფენის სისქის შესახებ, რომლის სიმძლავრე მერყეობს ერთეული მეტრიდან რამდენიმე ათეულ და ასეულ მეტრამდე.

სიღრმითი გავრცელების მიხედვით არჩევენ მზრალობის ორ სახეს: 1) ერთშრიანი დიდი სისქმის მზრალი ფენა და 2) შრეობრივი. უკანასკნელში ადგილი აქვს მუდმივი და პერიოდული მზრალი ფენების მონაცვლეობას.

მუდმივი მზრალი ფენა ზემოდან დაფარულია პერიოდულად მზრალი ნიადაგით ან ძირითადი ქანით, რომელიც სეზონურად იცვლის ტემპერატურას - ზაფხულში დნება, ხოლო ზამთარში იყინება. ამ უკანასკნელს მოქმედ შრესაც უწოდებენ. მისი სიმძლავრე სხვადასხვა ადგილას განსხვავებულია და მერყეობს ათეული სანტიმეტრიდან რამდენიმე მეტრამდე. საერთოდ იგი მეტია მზრალობის სამხრეთ რაიონებში, ხოლო ჩრდილოეთში - ნაკლები. გარდა განედისა, მის სიმძლავრეზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, ადგილის რელიეფი, ნიადაგის ხასიათი და მცენარეულობა.

მზრალი ფენა, როდესაც იგი წყალს დიდი რაოდენობით შეიცავს, იმდენად მკვრივია, რომ მისი დამუშავება წერაქვისა და ზოგჯერ ფეთქებადი ნივთიერების გამოყენებასაც საჭიროებს. მაგრამ იმ შემთხვევაში, როცა მასში წყლის უმნიშვნელო რაოდენობაა, მზრალ ფენას სიმტკიცის უნარი დაკარგული აქვს. ამასთან დაკავშირებით არჩევენ მზრალობის ორ სახეს - სველსა და მშრალს.

რაც შეეხება მზრალი ფენის ტემპერატურულ თავისებურებას, იგი მეტწილ შემთხვევაში - 30-დან - 110-მდე მერყეობს. არის შემთხვევები, როცა მზრალობის რაიონებში ადგილი აქვს მაღალ და დაბალ ტემპერატურიანი ფენების მონაცვლეობას და ასეთ შემთხვევაში ლაპარაკობენ, რომ მზრალობა დეგრადაციას განიცდის.

თერმოკარსტული ქვაბულები შეიძლება გაჩნდეს ძაბრისებრი, ლაბმაქისებრი ან სხვა სახის ჩადაბლებების ჩაქცევის შედეგად. მისი წარმოქმნა მზრალობის ადგილებში დამოკიდებულია ტემპერატურული პირობების შეცვლასთან, ასევე ცვლილება შესაძლოა გამოიწვიოს ადგილის მფარავი მცენარეულობის გადაწვამ, ერთი და იმავე ადგილის მრავალჯერ მოხვნამ, ტყის გაჩეხვამ და სხვა. ამ დროს ხდება მუდმივად მზრალი ფენის ტემპერატურის რეჟიმის დარღვევა. თუ ზემოაღნიშნული ცვლილება განიცადა ისეთმა ნაკვეთმა, სადაც სიღრმეში ნამარხი ყინულია, ანდა სველ მზრალობასთან გვაქვს საქმე, მაშინ მას მოჰყვება ყინულის გაღობა და ადგილის დაწვევა-ჩადაბლება. ხშირად ჩადაბლებულ ადგილს იკავებს ყინულის დნობის შედეგად მიღებული წყალი და წარმოიშობა ტბა ან ჭაობი. თერმოკარსტის ტიპური გამოვლენისათვის ადგილი ვაკე ან მცირედ დახრილი ზედაპირის უნდა იყოს.

სოლიფლუქციის პროცესი და მასთან დაკავშირებული რელიეფის ფორმები შეიძლება არამზრალი მხარეების ფარგლებს გარეთაც შეინიშნოს; მაგრამ ჩრდილოეთის მთიანი და გორაკ-ბორცვიანი რაიონებისთვის ჩვეულებრივ მოვლენას წარმოადგენს. მზრალი მხარეების სოლიფლუქციას ზოგი ავტორი კონჟელიფლუქციის სახელწოდებით აღნიშნავს. სოლიფლუქციაგანცდილი ადგილი მცირე სიდიდის უსწორმასწოროდ დატერასებული ზედაპირის მქონეა.

ჰიდროლაკოლითების წარმოქმნაში ღრმა ფენების მიწისქვეშა წყლები მონაწილეობს. მათი ფორმა ხშირ შემთხვევაში გუმბათისებურია. ზოგიერთი ჰიდროლაკოლითის სიმაღლე 40 მ-ს აღემატება, ხოლო დიამეტრი 150-200 მ-ს. ჰიდროლაკოლითში ნივთიერებები შემდეგი თანმიმდევრობითაა განლაგებული: ერთ მეტრამდე სიღრმეში წარმოდგენილია ტორფის შრე, რომელსაც ქვემოთ მოსდევს 2 მ-მდე სისქის მზრალი გრუნტი. ეს უკანასკნელი სიღრმეში იცვლება გუმბათისებრი ფორმის ყინულით, რომელიც ზოგჯერ წყლის შემცველიცაა. აღნიშნული ფორმის გენეზისს მკვლევართა უმეტესობა მზრალობის ქვეშ არსებული მიწისქვეშა წყლების მოწოლითა და მისი გაყინვის დროს წარმოქმნილი გაფართოების ძალებით ხსნის.

რაც შეეხება ტორფიან ბორცვებს, ისინი ორიოდ მეტრის სიმაღლის და 25 მ-მდე დიამეტრისაა, რომელთაც წრიული ან ოვალური ფორმა ახასიათებთ.

მზრალობის არქტიკულ რაიონებში რელიეფის მიკრო ფორმათა შორის აღსანიშნავია სტრუქტურული გრუნტები, ქვის რგოლების, ქვის მრავალკუთხედების და სხვათა სახით. ასეთი გრუნტები ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარე გაყინვა-მოღობის პროცესთა მონაცვლეობით განიცდიან დახარისხებას და ზემოაღნიშნული ფორმების მიღებას.

აქვე საჭიროა რამდენიმე სიტყვით შევჩერდეთ გოლცურ ტერასებზე, რომლებიც ციმბირის და შორეულ აღმოსავლეთის მზრალობის რაიონების მთაგორიანი ადგილებისთვისაა დამახასიათებელი და რომელთა გენეზისი ალტიპლანაციის შედეგია. ალტიპლანაციის სახელწოდებით აღნიშნება

რელიეფწარმოქმნილი მანიველირებელი დენუდაციური პროცესების ერთობლიობა, რომელთა შორის მთავარი ყინვითი გამოფიტვა, სხვადასხვა სახის გრავიტაცია და ნივაციაა აღსანიშნავი. გოლცური ტერასის წარმოქმნისათვის აუცილებელია მკვრივი ქანებით აგებული მთის ფერდობზე რაიმე პირველადი უსწორო ზედაპირის არსებობა, რომელიც საშუალებას მისცემს თოვლს ხანგრძლივად დარჩეს. შემდეგ კი ზემოაღნიშნულ პროცესთა ერთობლივი მოქმედება წარმართავს საფეხურის თანდათან ფორმირებას. ასეთი ტერასების ბაქნების სიდიდე ერთეული მეტრიდან რამდენიმე კმ-მდეა, ფლატეთა სიმაღლე კი რამდენიმე ათეული მეტრი. მათი სიმაღლითი მდებარეობა ზემოაღნიშნულ შემთხვევით ფაქტორზეა დამოკიდებული და ამიტომ მეზობლად მდებარე საფეხურები შეიძლება სხვადასხვა სიმაღლის იყოს, ხოლო ზედაპირი გამოფიტული ნაშალი მასალით მოფენილი.

24.4. გლაციალური პროცესები და რელიეფი

(ლათ. glaciers - ყინული) გლაციალური პროცესები თოვლ-მყინვარულ წარმონაქმნებში მიმდინარე პროცესებია. გლაციოსფერო, ანუ ყინულის სფერო კლასიკური სფერო არ არის, მაგრამ მისი მნიშვნელობა იმდენად დიდია დედამიწის ერთიან სისტემაში, რომ თავისუფლად შეიძლება იგი გავათანაბროთ ხმელეთთან, ზღვასთან, ატმოსფეროსთან. გლაციალური პროცესები - მყინვარული პროცესებია. მყინვარი რელიეფის და კლიმატის ურთერთმოქმედების შედეგს წარმოადგენს, იგი იმ შემთხვევაში ფორმირდება, როცა მყარი ატმოსფერული ნალექები მრავალი წლის განმავლობაში სჭარბობს მათ დნობასა და აორთქლებას. ზოგჯერ მყინვარის წარმოშობას მხოლოდ რელიეფი განაპირობებს, სადაც ხდება თოვლის მასის კონცენტრაცია ბუნებაში მიმდინარე სხვა პროცესების დახმარებით - თოვლის ზვავი, თოვლის გადაქარვა და სხვა. მყინვარი ეწოდება ყინულის ბუნებრივ მასას, რომელსაც გააჩნია დამოუკიდებელი მოძრაობის უნარი და წარმოიშობა ხმელეთზე მყარი ატმოსფერული ნალექების დაგროვებისა და გარდაქმნის შედეგად. დედამიწაზე დღეისათვის ყინულოვან საფარს 30 მლნ კვადრატული კილომეტრი უკავია და შეიცავს მთელი მტკნარი წყლის მოცულობის თითქმის 2/3-ს.

ბოლო დრომდე ყინულს განიხილავდნენ, როგორ მინერალს. ცნობილია, რომ დედამიწაზე მინერალების ერთობლიობა წარმოქმნის მთის ქანს. აქედან გამომდინარე, ყინულების ნებისმიერი დანაგროვებიც ქანს წარმოადგენს.

მყინვარების ერთერთ ძირითად დამახასიათებელ ნიშანს მათი მოძრაობა წარმოადგენს. იგი გამოიხატება როგორც წინსვლაში, ისე უკან დახევაში, ე.ი. მის შემცირებაში. მყინვარები რამდენიმე სახის მოქმედებას აწარმოებს. მყინვარის ნგრევით მოქმედებას ეგზარაცია ეწოდება, ასევე მყინვარი აწარმოებს ნაშალი მასალის გადატანა-ტრანსპორტირებას და ამ მასალის დალექვა-აკუმულირებას. ეგზარაცია ადგილის ამგებელ ქანებზე მყინვარის ნგრევითი მოქმედებაა. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი მკვლევარი არ ცნობს მყინვარის ასეთ უნარს, ამჟამად უცილობლადაა დადგენილი მათი როლი მაღალმთიანი მხარეების რელიეფის ფორმირებაში. საკმარისია აღინიშნოს, რომ 300 მეტრი სისქის მყინვარი ფსკერის ყოველ კვადრატულ მეტრს 270 ტონით აწვება და მოძრაობისას ძირზე შეყინული მორენული მასალის შემწეობით დიდ ნგრევით ძალას იჩენს.

მყინვართა ეგზარაციულ რელიეფის ფორმათა შორის აღსანიშნავია: ტროგები, კარები, ცირკები, კარლინგები, რიგელები, ვერძის შუბლები და სხვ.

ტროგები მყინვარული ეგზარაციის გზით წქარმოქმნილი ხეობაა, იგი თანამედროვე და ძველი გამყინვარების ადგილებშია გავრცელებული და გეომორფოლოგიური ლანდშაფტის განსაკუთრებულ ფორმას წარმოადგენს. მისთვის დამახასიათებელია გაშლილი ბრტყელი ძირი და ჩამოხვეწილი ციცაბო ფერდობები, ვარცლისებური განივი პროფილი. ტროგული ხეობების სიგრძე რამდენიმე ათეული და ზოგჯერ ასეული კილომეტრია.

კარი არის სავარძლისებური ჩაღრმავება მთის კალთაზე. აქვს სამი მხრიდან ციცაბო, კლდოვანი ფერდობები და ჩაზნექილი ფსკერი. კარი გახსნილია ხეობისაკენ, ან ტროგისკენ და მის სათავეს წარმოადგენს. ზოგჯერ კარი ამოვსებულია მყინვარით ან ფირმით; ზოგში სეზონური თოვლია დაგროვილი. კარის ევოლუციის შუა და ბოლო სტადიაზე ფსკერზე შეიძლება გაჩნდეს მყინვარული ტბა, ჭაობი, ან მდელი.

კარის შემდგომ ფორმირებაში მყინვარული ეგზარაცია მონაწილეობს. ითვლება, რომ მოძრავი მყინვარის სტადიის გარეშე კარის წარმოქმნა დამთავრებული არ არის. მყინვარული ეგზარაცია კარის

ფორმას აღრმავებს, აფართოებს, მოაგლუვებს, მოაპრიალებს. თუ კარიდან მყინვარი არ გამოდის მის გამოსასვლელში გროვდება ბოლო მორენები. გამოფიტული მასალა მყინვარის ზედა საზღვარზე ან ბერგშრუნდში ჩაიყინება, რაც კედლების უკან დახევას იწვევს.

ორი მეზობელი კარის გაფართოება ხდება მათი წყალგამყოფის ნგრევით და წარმოიქმნება წვეტიანი, დაკბილული თხემები პირამიდისებური წვეტებით. მათ კარლინგები ეწოდებათ. ეს ფორმები ნივალურ-გლაციალური ლანდშაფტის განუყრელი ემენეტებია. ცალეკულ ძალზე ციცაბო წვეტებს ჟანდარმები ან წვეტები ეწოდება.

კარის შემდგომი გაფართოება ხდება რამდენიმე მეზობელი ფორმის ერთმანეთთან შეერთებით და წარმოიქმნება გიგანტური ცირკი. მყინვარული ცირკი ვ. რიხტერის სიტყვებით რომ ვთქვათ, ისეთივე დამახასიათებელი რელიეფის ფორმაა მაღალმთიანი მხარეებისათვის, როგორც ბარქანები უდაბნოსთვის. ცირკი ფირნის ველის ადგილსამყოფელს წარმოადგენს, რომელშიც განსხვავებით კარისაგან შეიძლება ნუნატაკებიც იყოს წარმოდგენილი.

ტროგული ხეობის გასწვრივ პროფილს საფეხურები ახასიათებს, საფეხურებს აქვს გადაღრმავებული ძირი და მაღლა აწეული მოგლუვებული, მოპრიალებული, დაკაწრული კლდოვანი მონაკვეთი - მათ რიგელს უწოდებენ. რიგელის ზემოთ გადაღრმავებული ადგილები დაკავშირებულია ტბებით ან ალუვიონითაა ამოვსებული.

იმ შემთხვევაში, როცა მყინვარს მოძრაობის გზაზე მკვრივი ქანების რაიმე შვერილი ეღობება, მყინვარი მას მოგლუვებულ სახეს აძლევს, რომელსაც ვერძის შუბლი ეწოდება. თუ ასეთი მოგლუვებული კლდოვანი ზედაპირები ერთმანეთის სიახლოვეს მრავლად იქნებიან წარმოდგენილი, მაშინ მათ ხუჭუჭა კლდეებს უწოდებენ. ერთნიც და მეორენიც განსაკუთრებით უფრო ყოფილი საფაროვანი გამყინვარების ადგილებისთვისაა დამახასიათებელი. ფინეთის უბე და თვით ფინეთის ტერიტორია მათი გავრცელების ფართო ასპარეზს წარმოადგენენ. აღნიშნულ უბეში არსებული აუარებელი მხერი, მკვლევართა აზრით, გენეტიკურად სხვა არაფერია თუ არა ვერძის შუბლები და დამირული ხუჭუჭა კლდეები.

მყინვარების აკუმულაციური პროცესებით შექმნილ რელიეფის ფორმათა შორის უნდა აღინიშნოს მორენები, მიწის პირამიდები; საფაროვანი მყინვარებია აკუმულაციურ წარმონაქმნთა შორის: ოზები, კამები და დრუმლინები.

მორენა (ფრანგ. moraine) - მყინვარის მიერ გადატანილი ან დაფენილი ნივაციურ-ეგზარაციული და გამოფიტვის პროცესებით წარმოქმნილი ნგრევის დაუხარისხებელი, დაკურთხული პროდუქტები (კაჭარი, თიხნარი, ქვიშნარი). მისი მექანიკური შემადგენლობა ძალზე მრავალფეროვანია. განსხვავებენ მოძრავ ანუ ცოცხალ (გვერდითი, შუა, ფსკერის, შიგა და ბოლო), უძრავ ანუ დანალექ და დაწნევის მორენებს.

ოზები (შვედ. ას - ქედი, სერი) - წყალ-მყინვარული გენეზისის გრძელი (3-4 კმ-მდე), ვიწრო და მაღალი (რამდენიმე ათეულ მ-მდე) ზვინულები, რომლებიც აგებულია ფლუვიოგლაციალური ნაფენებით (ქვიშა, ხრეში, კენჭი, კაჭარი და სხვა). გააჩნიათ ციცაბო ფერდობები (30-450). ოზების წარმოშობა დაკავშირებულია მყინვარის ნაპრალებში მოხვედრილი ნგრეული მასალის აკუმულაციასთან. ოზები კარგად არის გამოხატული პლეისტოცენური კონტინენტური გამყინვარების რაიონებში (შვეცია, ფინეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილის ჩრდ.-დას. და სხვა).

კამები (ინგ. კამე - თხემი) - ფლუვიოგლაციალური დახარისხებული მასალით აგებული გლუვი ზედაპირის და ციცაბო ფერდობების მქონე, უმეტესად წაგრძელებული ფორმის ბორცვები (საშუალო სიმაღლე 6-12 მ, მაქსიმალური - 30მ). ვრცელდებიან უკანასკნელი კონტინენტური მყინვარების მოქმედების ზოლში.

დრუმლინი (ინგ. Drumlin) - ძირითადი მორენით აგებული სერისებურად წაგრძელებული და ერთმანეთის პარალელურად ორიენტირებული, ელიფსური მოყვანილობის რელიეფის ძველმყინვარული ფორმა. სიგრძე რამდენიმე ასეული მ-დან 2-3 კმ-მდეა, სიგანე უმეტესად 100-200 მ-ია, სიმაღლე კი რამდენიმე მ-დან ათეულობით მ-მდე. დრუმლინი წაგრძელებულია მყინვარის მოძრაობის მიმართულებით. წარმოიქმნება ფსკერის მორენების გადატანის და აკუმულაციის შედეგად. დრუმლინები ჯგუფებად გვხვდება პლეისტოცენური საფარული გამყინვარების გავრცელების რაიონებში, სადაც წარმოქმნიან ე.წ. დრუმლინურ ლანდშაფტს.

23.5. ფერდობული პროცესები და რელიეფი

ფერდობი ისეთი ზედაპირია, რომლის დახრილობაც 2°-ზე მეტია. მასალის გადატანა მასზე ძირითადად სიმძიმის ძალის ზეგავლენით მიმდინარეობს. ფერდობების წილად დედამიწის ხმელეთის 80% მოდის. გრავიტაციის ზეგავლენას უპირისპირდება გამოფიტვის ქერქის ნაშალი მასალის და ძირითადი ანუ დედაქანის ურთიერთშეჭიდულობის ძალა; იმ შემთხვევაში, თუ ამ უკანასკნელს სიმძიმის ძალა გადასძალავს, მასალა ფერდობის ძირისაკენ გადაადგილდება; ფერდობულ პროცესებში მოიაზრება დენუდაციის სრული ციკლი მასალის მოცილებიდან, გადატანა-აკუმულაციის და რელიეფის შესაბამისი ფორმების ჩამოყალიბების ჩათვლით.

დახრილობის კუთხის სიდიდის მიხედვით ფერდობები შეიძლება იყოს მეტისმეტად ციცაბო (45°-ზე მეტი), ძლიერ ციცაბო (29-45°), ციცაბო (15-29°), საშუალო დახრილობის (10-15°), დამრეცი (5-10°) და ოდნავ დამრეცი (2-5°)

ფერდობის სიგრძე თავისთავად განსაზღვრავს მასზე მოხვედრილი ნალექების რაოდენობას; სწორედ ამან განაპირობა სიგრძის მიხედვით მათი კლასიფიცირება: გრძელი ფერდობები (500 მ-ზე მეტი), საშუალო სიგრძის (500-დან 50 მ-მდე) და მოკლე (50 მ-ზე ნაკლები).

ფორმის მიხედვით გვხვდება სწორი, ამობურცული, ჩაზნექილი და საფეხურებიანი ფერდობები.

გენეზისის მიხედვით მრავალგვარი ფერდობები არსებობს: 1. ენდოგენური; მათ შორის ტექტონიკური მოძრაობებით, მაგმატიზმით და მიწისძვრებით წარმოქმნილი; 2. ეგზოგენური, რომელიც გენეტური ნიშნების მიხედვით იყოფა; ფლუვიალურ, მყინვარულ, მიწისქვეშა წყლების, ზღვების და სხვ. გამომუშავებულ ფერდობებად. ენდოგენური და ეგზოგენური პროცესების მიერ შეიძლება მოხდეს მასალის გამოტანა, ამ დროს იქმნება დენუდაციური ფერდობები. იგივე პროცესებისაგან მასალის აკუმულაციის შემთხვევაში ფერდობებიც აკუმულაციური იქნება.

მიმდინარე პროცესების თავისებურების გათვალისწინებით თ. სავცოვას მიერ დამუშავებულ ს.ვოსკრესენსკის კლასიფიკაციაში შემდეგი ტიპის ფერდობები გამოიყოფა:

1. უშუალოდ გრავიტაციული. 35°-ზე მეტი დახრილობის ციცაბო ფერდობებზე სიმძიმის ძალა თითქმის ყოველთვის ჭარბობს შეჭიდულობისას და მიმდინარეობს ზვავების, კლდეზვავების და ნაშალი მასალის ძირისკენ ინტენსიური გადაადგილება.

2. ბლოკური გადაადგილების, 15°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობებზე აქტიურად მიმდინარეობს ძირითადი ქანების მასიური ბლოკების ჩამოცურება და სხვადასხვა ტიპის მეწყერული პროცესები. გარდა სიმძიმის ძალისა, ასეთი ფერდობების ფორმირებაში განსაკუთრებული როლი მიწისქვეშა წყლებსაც ენიჭება.

3. ნაშალი მასალის მასიური გადაადგილების ფერდობები ყალიბდება წყლით გაჯერებული მასის ჩამოცურებით მარადმზრალი ქანებით აგებულ ზედაპირზე ანუ სოლიფლუქციური პროცესით, რომელიც სახლდობრ სეზონურად ლლობად ფენაში მიმდინარეობს. !0°-მდე დახრილობის, დამრეც, მცენარეული საფარის მქონე ფერდობზე ასევე აქტიურად მიმდინარეობს დეფლუქცია (კრიპი), როდესაც გრუნტის ნაწილაკები 1 მმ/წელიწადში სიჩქარით გადაადგილდება. პროცესს განაპირობებს გრუნტის მოცულობის ცვლილება გაყინვის (ყინულოვანი კრიპი), ტემპერატურული ამპლიტუდის მერყეობით (ტემპერატურული კრიპი), ტენიანობის მკვეთრი ცვლილებით და სხვ. მიზეზებით.

4. დელუვიური ფერდობები. აღნიშნული ფერდობების ჩამოყალიბებას ხელს უწყობს წვიმის და თოვლის ნადნობი წყლის ზედაპირული ნაკადების მიერ მასალის დენუდაცია. ფერდობის ძირში აკუმულირებული მასალისაგან იქმნება დელუვიური ნალექები. დელუვიონში თავმოყრილია ფერდობის ნიადაგის ყველაზე ნაყოფიერი ფენა. გადარეცხვის ინტენსივობას განაპირობებს ფერდობების დახრილობა, სიგრძე, მცენარეული საფარის სიხშირე, ატმოსფერული ნალექების რეჟიმი. თუნდაც 3°-იანი დახრილობის მქონე მოხნულ ფერდობზე, გადარეცხვის ინტენსივობა მეტისმეტად დიდია.

23.6. კარსტული პროცესები და რელიეფი

კარსტი იმ კირქვიანი პლატოს სახელწოდებაა, რომელიც ალპების სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარეობს, ადრიატიკის ზღვის მახლობლად. აქ შეინიშნა პირველად მეტად თავისებური, ორიგინალური ნიშნების მქონე რელიეფი სხვადასხვა ფორმის და სიდიდის ზედაპირული და მიწისქვეშა სიღრუეებისა, რომლებიც ადგილის ამგებელ კარბონატულ ქანებზე მდინარი წყლების ქიმიური მოქმედების შედეგადაა მიღებული. შემდეგ იგი განზოგადდა და ამჟამად კარსტის სახელწოდებით აღინიშნება ზემოხსენებული გზით მიღებული გენეტიურად მსგავსი ფორმები და წარმონაქმნები, განურჩევლად მათი ადგილმდებარეობისა.

კარსტული ლანდშაფტის განვითარების განმსაზღვრელ პირობას წყალში ხსნადი ქანების: კირქვის, დოლომიტის, თაბაშირის, ან ქვამარილის არსებობა წარმოადგენს. თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ ზემოაღნიშნულ ქანებს დედამიწაზე 40 მლნ. კვ. კმ-მდე ფართობი უკავიათ (გ. მაქსიმოვიჩი, 1955), მაშინ ადვილი წარმოსადგენია კარსტული რელიეფის გავრცელების მასშტაბი.

აღნიშნული პროცესის შედეგად მიღებულ რელიეფის ფორმათა მრავალფეროვნებასა და მასშტაბურობაში პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე კირქვების წყებათა სიმძლავრეს (სისქეს) და მათ დანაპრალებას. ასეთ პირობებში ზედაპირულ წყლებს საშუალება აქვთ გახსნითი პროცესის წარმართვისა არა მარტო ზედაპირზე დინებისას, არამედ ნაპრალებში მოძრაობისას ვერტიკალური თუ სხვა მიმართულებით. ამას კი შედეგად მოსდევს რელიეფის ზედაპირული და მიწისქვეშა (სიღრმული) ფორმების განვითარება.

ასევე შეიძლება ითქვას ხსნადი ქანებით აგებულ რეგიონის ჰიფსომეტრიულ მდებარეობაზე. საქმე ისაა, რომ ვინაიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა ჯერ მატულობს, შემდეგ კი მცირდება, ამიტომ მთაგორიან კირქველ მასივებში კარსტული რელიეფი, სხვა თანაბარ პირობებში, განსაკუთრებული სიცხადით ნალექების მაქსიმალური მოსვლის ზოლს შეესაბამება, ეს ითქმის პირველ რიგში ზედაპირულ ფორმებზე.

ბოლოს არ შეიძლება არ აღინიშნოს კარსტული ლანდშაფტის ფორმირების საქმეში ადგილის ტოპოგრაფიული თავისებურების და ქანების სისუფთავის მნიშვნელობა. სუსტად დახრილ ან პლატოსებრ მარტივი ტოპოგრაფიის მქონე ადგილებზე კარსტის ზედაპირული ფორმების განვითარებისათვის უფრო ხელსაყრელი პირობებია, ვიდრე დიდი ვერტიკალური დანაწევრების ტერიტორიაზე. უკანასკნელზე ზედაპირული წყლის ჩამოდენა იმდენად სწრაფად ხდება, რომ მისი გამხსნელი მოქმედება უმნიშვნელოა.

კარსტული მხარეები საერთოდ ზედაპირული წყლების სიღარიბით გამოირჩევიან, რის მიზეზიც ატმოსფერული ნალექების და მდნარი თოვლის ნაპრალებში ჩადენაა. ეს უკანასკნელნი ალაგ-ალაგ წყლის ზემოქმედებით იმდენად ფართოვდებიან, რომ შემდგომში მათ ზედაპირული ნაკადების შთანთქმაც კი შეუძლიათ. ამგვარად, დაკარგული ე. წ. ქრობადი მდინარეები რაღაც მანძილის გავლის შემდეგ შესაძლოა ისევ ზედაპირზე გამოედინონ. მდინარეთა ამგვარი ზედაპირული და სიღრმული დინების მქონე ნაწილთა მონაცვლეობა კირქვიანი მხარის ჰიდროგრაფიის არსებითი დამახასიათებელი ნიშანია. ის ადგილები, სადაც ნაკადები იკარგებიან, რაჭაში სასულეებად არიან ცნობილი. საერთოდ კი მათ პონორების სახელწოდებით აღნიშნავენ. პონორები კარსტული მხარის რელიეფის ზედაპირულ ფორმებს წარმოადგენს.

რაც შეეხება კარსტული რელიეფის მიწისქვეშა ფორმებს, მათ შორის უნდა აღინიშნოს მღვიმეები და მათში არსებული ბუნებრივი სამკაულები, რომლებიც წარმოდგენილია სტალაქტიტების, სტალაგმიტების, სტალაგნატების, ფარდების, ჰელიქტიტების, კოლონადების და მღვიმური მარგალიტების სახით.

მღვიმეები. ამ სახელწოდებით აღინიშნება ბუნებრივი პროცესებით შრებში, უმეტესწილად, ნაპრალების გასწვრივ გამომუშავებული სულრუეები ან მათი მიწისქვეშა კომპლექსები, რითაც ისინი ძირეულად განსხვავდებიან ადამიანის მოქმედებით მიღებული სიღრუეებისაგან, რომელთაც გამოქვაბულები ეწოდება.

მღვიმეების ფორმირების ნაირგვარი გზებია, ერთ შემთხვევაში მათი გენეზისი შეიძლება დაკავშირებული იყოს მყინვარის მასასთან და მის კიდეზე გამომავალ წყლის თერმულ მოქმედებასთან, სხვა შემთხვევაში მღვიმის ფორმირება შეიძლება განხორციელდეს ლავის ღვარის ბოლოზე, ანდა წარიმართოს კლდოვან ზედაპირზე ქარის მიერ ატაცებული ფხვიერი მასალის კორაზიული

მოქმედებით, ზღვის აბრაზიით, სუფოზიით და სხვ. ამჯერად ვსაუბრობთ მღვიმეთა იმ გენეტურ კატეგორიაზე, რომელიც კარბონატულ ქანებში, უმთავრესად კი კირქვებში წარმოიქმნება.

კარსტული მხარეების რელიეფის მიწისქვეშეა ფორმებიდან ასევე აღსანიშნავია მიკრო ფორმები.

სტალაქტიტები, მღვიმის ჭერიდან ჩამონაზარდი ყინულის ლოლუების მსგავსი ფორმებია, რომელთა სიგრძე ზოგ შემთხვევაში რამდენიმე მეტრს აღწევს, დიამეტრი კი - ათეულობით სანტიმეტრს. მათი ფორმირება შემდეგნაირად მიმდინარეობს: კარბონატული ხსნარით გაჯერებული წყლის წვეთები გამოყოფის შედეგად მოხვედება განსხვავებული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში, ორთქლდება და ნახშირორჟანგის საგრძნობ ნაწილს კარგავს. ამას კი შედეგად მოსდევს გამოყოფის ადგილზე მოჭარბებული კირის გამოლექვა და მისი თავდაპირველი ცომისებრი მასის თანდათანობით გამაგრება-დაკრისტალება.

თუ წვეთის გამოდენა იმდენად ინტენსიურია, რომ იგი გამოყოფის ადგილზე ვერ ასწრებს აორთქლებას და მღვიმის ფსკერზე ვარდება, მაშინ ხსნარის ნაწილი აქაც ილექება და იწყება სტალაგმიტის განვითარება, რომელიც უმეტესად კონუსური ფორმით და ხვრელის უქონლობით ხასიათდება. ამ პროცესის შედეგად, რომელიც საუკუნეები და ათასეული წლები შეიძლება გაგრძელდეს, სტალაქტიტები თანდათან მატულობენ სიგრძით, ხოლო სტალაგმიტები სიმაღლით და შეიძლება ერთმანეთსაც შეეზარდონ და წარმოქმნან სვეტები, ანუ კოლონადები.

სტალაქტიტის ნორმალური ზრდა მანამდე გრძელდება, ვიდრე მის შიგნით არსებული მილისებრი სადინარი ამა თუ იმ მიზეზით არ დაიხშობა. უკანასკნელ შემთხვევაში წყალი სტალაქტიტის კედელზე ან მის სიახლოვეს იწყებს გამოყოფას და ნაპრალის გასწვრივ ვითარდება ერთმანეთთან დაკავშირებული სტალაქტიტები, რომლებიც განლაგების ხასიათისა და ფორმის მიხედვით ფარდობსა და თაიგულებს მოგვაგონებენ.

მღვიმეთა საინტერესო წარმონაქმნებს წარმოადგენს მცირე განვითარებისა და უცნაურად დატოტვილი ფორმის სტალაქტიტები - ჰელიქტიტები, რომელთა ზრდის კანონზომიერება ჯერჯერობით აუხსნელია. მათ აქვთ ჭერის მიმართ ვერტიკალური, დიაგონალური ან ჰორიზონტალური განლაგება და სპირალისებრი, ტეხილი ან სხვა რაიმე სახის ფორმა. ზოგიერთი მკვლევარი ჰელიქტიტების ფორმირებას კრისტალიზაციის პროცესს უკავშირებს.

23.7. სანაპირო პროცესები და რელიეფი

ხმელეთის კიდეს წყალთან ნაპირი ეწოდება. ზღვის ნაპირი ერთი შეხედვით ხაზობრივი სახისაა და ასეცაა რუკაზე აღნიშნული. სინამდვილეში კი იგი სიბრტყეს, ზოლს წარმოადგენს, რომლის ჰორიზონტული და ვერტიკალური გავრცელების მაჩვენებლები საკმაოდ ფართო დიაპაზონის მქონეა.

რაც შეეხება სანაპიროს, მასში იგულისხმება ნაპირის მიმდებარე როგორც ხმელეთის, ისე წყლით დაფარული ზოლები, რომლებიც ზღვის აბრაზიულ-აკუმულაციური მოქმედების ნიშნების მატარებელია და მისი ჰორიზონტული გავრცელების მაჩვენებელი უმეტეს შემთხვევაში კილომეტრობით განისაზღვრება.

ნატანით მოფენილი სანაპიროს ხმელეთისეული ნაწილი, რომელიც ზღვის ტალღების მოქმედების სფეროშია მოქცეული, პლაჟად იწოდება, პლაჟი ჩამოკვეთილ ნაპირებზე ვიწრო ზოლს ქმნის, დაბლობ ნაპირებზე კი ფართოს. სანაპიროს ის ნაწილი რომელიც უმეტესად წყლითაა დაფარული და მხოლოდ ღელვისას, დროდადრო, სუბაერულ პირობებში ექცევა, ზღვისპირად იწოდება.

პლაჟი დიდი ღელვის დროს ზღვისკენ თანდათანობითაა დახრილი, ღელვის შესუსტებისას კი ოდნავ დასაფეხურებულ სახეს იღებს.

აღმართულ სანაპიროზე ნაპირის მიმდებარე რელიეფის მორფოლოგიურ ელემენტებში აეჩვენა: ფლატეს ანუ კლიფს, ფლატის ძირს (შტრანდს) და პლაჟს. აღნიშნულთაგან შტრანდი უმეტესად ლოდნართაა მოფენილი და დიდი შტორმების დროს წყლით იფარება.

აბრაზიული ტერასის ფორმირება ჩვეულებრივ აღმართულ ნაპირზე მიმდინარეობს და მისი ჩასახვა ნიშის წარმოქმნით იწყება. ნიში, კლდეში ზვირთცემის შედეგად მიღებული, რამდენადმე სწორი ძირის მქონე ნახევრად თაღისებური გამონათხარია, რომელიც ერთხანს თანდათან იზრდება ნაპირში შეჭრის გზით. როცა მის ზემოთ მდებარე თაღი და კლიფი ჩამოინგრევა, ტალღების ხმელეთში შეჭრა და

ნიშის განვითარება ხელახლა იწყება. ყოველივე ამას შემდეგ მოსდევს ახალი ნიშის წარმოქმნა და ზემოაღნიშნული პროცესის რამდენჯერმე გამეორება. ასე იქმნება აბრაზიული ბაქანი ე.წ. ბენჩი, ამ უკანასკნელის კიდეზე, ნაპირიდან დაშორებით, ნაშალის დაგროვება და აკუმულაციური ტერასის ფორმირება მიმდინარეობს. ასე თანდათანობით მიიღება სანაპირო ბაქანი, რომლის სიგანის მატება ტალღების ენერჯის შესუსტებას იწვევს და აბრაზიული პროცესი მინიმუმამდე მცირდება, ე.ი. ფაქტობრივად აღარ მიმდინარეობს.

ზღვის ტალღების მიერ წარმოებულ ნგრევით მოქმედებას აბრაზია ეწოდება. მისი ძალა ტალღების სიდიდეზეა დამოკიდებული, ხოლო შედეგები – ნაპირის ამგებელ ქანთა სტრუქტურულ-ლითოლოგიურ თავისებურებებზე. თუ სანაპირო ლითოლოგიურად რამდენადმე ჭრელი სურათის მქონეა და ეს სიჭრელე მცირე მანძილზე იჩენს თავს, მაშინ ნაპირი განვითარების საწყის სტადიაზე დაკბილულ-დანაწევრებული სახისაა. დროთა მსვლელობაში აქ არსებული შვერილები შეიძლება გამოეყონ ნაპირს და წარმოქმნან აბრაზიული შთენილები, რომელთაც სვეტისებრი ფორმა აქვთ, ბუხტებში კი დაიწყოს პლაჟების ფორმირება.

მაღალი განედების ნაპირების ფორმირებაში საყურადღებო ფაქტორს ზღვის ყინულის საფარი წარმოადგენს. ასეთი საფარი არსებობს რვა-ცხრა თვის განმავლობაში და ძლიერ ზღუდავს ტალღების აბრაზიულ მოქმედებას; ხოლო ისეთ ადგილებში, სადაც სანაპიროს აგებულებაში ნამარხი ყინული მონაწილეობს, ნაპირების მექანიკურ ნგრევით პროცესს წყლის თერმული მოქმედებაც ემატება და ამგვარ ზემოქმედებას თერმული აბრაზია ეწოდება. მისი მონაწილეობა დიდად აჩქარებს აბრაზიული ტერასის ფორმირებას.

23.8. ბიოგენური პროცესები და რელიეფი

ცოცხალი ორგანიზმების ზეგავლენით რელიეფი მნიშვნელოვნად იცვლება. მცენარეული საფარის ფესვები ღრმად აღწევს არა მარტო ნიადაგში, არამედ დედაქანშიც; შლის და ამზადებს მას შემდეგში ეგზოგენური აგენტების ზემოქმედებისათვის. მცენარის მიერ გამოიყოფა ორგანული მჟავები, რაც მექანიკური დეზინტეგრაციის პარალელურად, ქანების ქიმიურ გამოფიტვას იწვევს. სუბსტრატზე მყარად დამაგრებულ მცენარეს ერთი შეხედვით არ ძალუძს შეიტანოს რაიმე ცვლილება რელიეფის მორფოლოგიაში, მაგრამ ძლიერი ქარიშხლის გადავლის შემდეგ მნიშვნელოვან ფართობზე (ხანდახან რამდენიმე კვადრატულ კილომეტრზე), რჩება წაქცეული და ფესვებამოყირავებული ხეებით შექმნილი რელიეფის მცირე ფორმები: ორმოები, ბურცობები და სხვ.

მცენარეული საფარის მეტად მნიშვნელოვანი როლი აისახა წარსულის რელიეფში ღრმა ჩადაბლებებში დაგროვილი ქვანახშირის შრეების სახით. თანამედროვე პერიოდში იგი ტორფის დაგროვების პროცესით ვლინდება. ეს უკანასკნელი ავსებს ტბათა ქვაბულებს და სრულიად შეესაბამება დელტურ ნაფენებს. რელიეფში ფიტოგენურ ფორმებს წარმოადგენს: დაჭაობებული ტერიტორიების დამახასიათებელი მცირე ზომის ბორცვები, სერები, ბურცობები და კოლბოხები.

მცენარეულ საფართან შედარებით, კიდევ უფრო მრავალფეროვანია ცხოველთა სამყაროს დიდი თუ პატარა წარმომადგენლების როლი გეომორფოგენეზისში; მიკროორგანიზმები და მიწისმთხრელი ცხოველები აფხვიერებენ და გადაამუშავებენ ქანის მინერალებს; მათი ზემოქმედების შემდეგ მრავლად რჩება სხვადასხვა ზომის და ფორმის ნაკვალევი: სიცარიელე, სორო, ფულურო და სხვ. მიწისზედა ცხოველები გადაადგილებისას მდგრად ქანებშიც ახერხებენ ბილიკის გაკვალვას, მათ მიერ ციცაბო ფერდობებიდან ქვის დაგორება ხშირად გამხდარა ქვაცვენის თუ თოვლის ზვავის წარმოქმნის მიზეზი. სოროს კეთების დროს მიწის ზედაპირზე წარმოიქმნება კოლბოხები და ბორცვები; სავანებში ფართოდ გავრცელებულმა ტერმიტების ბორცვმა შეიძლება 3,5 მეტრსაც მიაღწიოს, მთლად ასეთი მასშტაბური არა, მაგრამ საკმაოდ მნიშვნელოვანი ზომისაა ზომიერი განედების ჭიანჭველათა ბუდეებიც. გარეული თუ შინაური ცხოველების მიერ ფერდობებზე გატკეპნილი ბილიკები და გასაძოვრებით მცენარეული საფარის განადგურება იწვევს ეგზოგენური ფაქტორების გააქტიურებას და კლიმატური პირობების შესაბამისად ეროზია–დეფლაციის ინტენსივობის ზრდას. მდინარეზე თახვების მიერ აგებული ჯებირები ხშირად გამხდარა კალაპოტის ჩახერგვით გამოწვეული წყალმოვარდნის, ან ჭალის დაჭაობების მიზეზი.

ცოცხალი ორგანიზმების მიერ წარმოქმნილი ფორმებიდან ყველაზე დიდი მარჯნული ნაგებობებია. მარჯნის კირქვისაგან აგებულ რელიეფის აკუმულაციურ ფორმას მარჯნული რიფები ეწოდება. იმის მიხედვით, თუ როგორაა ძირითადი ხმელეთის მიმართ განლაგებული, რიფები შემდეგი სახისაა; სახელდობრ სანაპირო ზოლის, ბარიერული, რომელიც ხმელეთიდან მოშორებითაა და ფორმით კირქვულ კლდეებს წააგავს; ამ უკანასკნელს ეკუთვნის ავსტრალიის დიდი ბარიერული რიფი, რომლის სიგრძე თითქმის 2000 კმ-ია . თუ მარჯნები გარს ერტყმის პატარა კუნძულს, კირქვული ჩონჩხის დაგროვების სიჩქარის შესაბამისად წარმოიქმნება ატოლი ან წრიული რიფი. მრავალი რიფი ვულკანური კუნძულების ირგვლივ იგება, როდესაც კუნძული პირველად ამოიზიდება წყლის ზედაპირზე, ირგვლივ მარჯნული ნაგებობა არ არის; შემდეგ ეტაპზე ჩნდება წყლის თხელი ფენით დაფარული წრიული რიფები; დროთა განმავლობაში კუნძული წყალში ნელ-ნელა იძირება, რიფები სიმაღლეში სწრაფად იზრდება და წარმოიშობა ლაგუნა; აბრაზიით დენუდირებული და დაძირული კუნძული წყლით იფარება, მის ადგილზე კი ჩნდება ატოლი – მარჯნის რიფებისა და ქვიშის წყვეტილი წრე, რომელიც უმეტესად მცენარეულითაა დაფარული.

თავი 24. დედამიწის რელიეფის თავისებურებანი

24.1. დედამიწის ზედაპირის აგებულების ძირითადი თავისებურებანი

დედამიწის ზედაპირის აგებულების ერთ-ერთ ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს მისი დაყოფა ოკეანეებად და ზღვებად, კონტინენტებად და კუნძულებად. 6 კონტინენტი და 5 ოკეანე ფართობების მიხედვით შემდეგნაირადაა განაწილებული:

ცხრილი #24 1

#	კონტინენტის დასახელება	ფართობი (მლნ. კმ ²)	%
1	ევრაზია	53,45	35,9
2	აფრიკა	30,30	20,5
3	ჩრდილოეთ ამერიკა	24,55	16,5
4	სამხრეთ ამერიკა	18,28	12,3
5	ანტარქტიდა	13,97	09,4
6	ავსტრალია ოკეანეთის გარეშე	7,70	05,5
	სულ	148,647	

ცხრილი 24,2

#	ოკეანის დასახელება	ფართობი (მლნ. კმ ²)	%
1	წყნარი ოკეანე	170,11	47,1
2	ატლანტის ოკეანე	84,50	23,4
3	ინდოეთის ოკეანე	71,60	19,8
4	სამხრეთის ოკეანე	20,30	5,6
5	არქტიკის ოკეანე	14,75	4,1
	სულ	361,26	100

1996 წლიდან უცხოურ ლიტერატურასა და რუკებზე გაჩნდა ახალი „სამხრეთის ოკეანე“-ის სახელწოდება; იგი მდებარეობს წყნარი, ატლანტის და ინდოეთის ოკეანეების სამხრეთით და მისი ჩრდილოეთ საზღვარი სხვადასხვა მერიდიანზე იცვლება სამხრეთ განედების 37°-დან 48°-მდე. სამხრეთით კი ახალი ოკეანე გარს ეკვრის ანტარქტიდას.

კონტინენტად იწოდება უმეტესად ოკეანეებით შემოსაზღვრული იზოსტატიურ მდგომარეობაში მყოფი დედამიწის ქერქის დიდი მასივი, რომელსაც ახალგაზრდა ნაოჭა სტრუქტურებიანი ძველი ბაქნური ბირთვი გააჩნია.

კონტინენტის გარდა ლიტერატურაში არსებობს ტერმინი: „ქვეყნის ნაწილი“, რომელიც კულტურულ – ისტორიულ პროცესში ჩამოყალიბდა; ქვეყნის ნაწილი ექვსია, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ ევრაზიის კონტინენტი ევროპისა და აზიის ორ ქვეყნის ნაწილად იყოფა, ხოლო ჩრდილოეთი და სამხრეთ ამერიკა ერთ ქვეყნის ნაწილად ერთიანდება..

ჩვენთვის წინა თავებიდან ცნობილია, რომ დედამიწის ზედაპირის ფართობი ტოლია 510 მლნ კვ.კმ–ის, აქედან დიდი ნაწილი უჭირავს ოკეანეებსა და ზღვებს, რომლებიც ერთმანეთთან უწყვეტ კავშირში იმყოფება და რომელთაც მსოფლიო ოკეანე (ი.შოკალსკი) ეწოდება; ამ უკანასკნელზე მოდის დედამიწის მთელი ფართობის 71%, ანუ 361 მლნ კვ.კმ., ხოლო ხმელეთზე 29%, ანუ 149 მლნ კვ.კმ. კონტინენტები ოკეანეებში გიგანტურ კუნძულოვან მასივებს ქმნიან, რომელთა ფართობი (მხოლოდ კონტინენტების) 139 მლნ. კვ. კმ–ია, ხოლო დანარჩენი 10 მლნ კვ.კმ მოდის კუნძულებზე, რომლებიც ზღვებსა და ოკეანეებშია გაფანტული. ოკეანისა და ხმელეთის ფართობები ისე შეეფარდება ერთმანეთს, როგორც **2,43 : 1**. წყლისა და ხმელეთის ასეთი განაწილების შესაბამისად შესამჩნევია შემდეგი თავისებურებანი:

1. მატერიკული, ანუ კონტინენტური მასივების საერთო ფართობი ჩრდილო ნახევარსფეროში მეტია (39%), ვიდრე სამხრეთში (19%), შესაბამისად ოკეანეთა ფართობი ჩრდილოეთში შედარებით მცირეა (61%), ვიდრე სამხრეთ ნახევარსფეროში (81%), ამიტომ პირველ ნახევარსფეროს შეიძლება ვუწოდოთ **კონტინენტური**, ხოლო მეორეს კი – **ოკეანური**.
2. მიუხედავად არათანაბარი განაწილებისა კონტინენტების წონა ტოლია ოკეანეების წყლის წონისა, რაც **ა.ტილოს** ფორმულით შემდეგნაირად გამოისახება $2.43 \cdot 1.03 \approx 1 \cdot 2.70$. სადაც 2,43 და 1 არის წყლისა და ხმელეთის თანაფარდობა, ხოლო 1,03 და 2,70 კი – ზღვის წყლისა და ქანების ხვედრითი წონა.
3. კონტინენტები და ოკეანეები თავიანთი მდებარეობით არსებითად ანტიპოდებია: არქტიკის ოკეანის მოპირდაპირედ მდებარეობს ანტარქტიდა, წყნარი ოკეანის მოპირდაპირედ კი – ევროპული ნაწილი და აფრიკა, სამხრეთი ოკეანის მოპირდაპირედ (ამ ოკეანის საზღვრად ითვლება ხაზი, რომელიც აერთებს სამხრეთ ამერიკის, აფრიკის და ავსტრალიის უკიდურეს სამხრეთ წერტილებს) – მდებარეობს ჩრდილოეთის კონტინენტები; ინდოეთის ოკეანის მოპირდაპირედ – ჩრდილო ამერიკა, ატლანტის ოკეანის პირდაპირ კი – ავსტრალია, ერთადერთი გამონაკლისია სამხრეთ ამერიკა, რომლის მოპირდაპირედ, ანუ ანტიპოდად ხმელეთია (სამხრეთ–აღმოსავლეთ აზიური ნაწილი); ე.ი. თუ გლობუსს მაგიდაზე გავაგორებთ, მაშინ, როდესაც მის წვერზე მოხვდება ოკეანე, ის წერტილი, რომელიც მაგიდას ეხება 20–დან 19 შემთხვევაში იქნება წერტილი ხმელეთზე.
4. თითქმის ყველა კონტინენტი, გარდა ანტარქტიდისა, დაწყვილებულია: ევრაზიის კონტინენტის უდიდეს აზიურ ნაწილს სამხრეთ ნახევარსფეროში შეესაბამება თითქმის 5–ჯერ ნაკლები ავსტრალია, მის მცირე ნაწილს ევროპას კი – ვეება აფრიკა; ჩრდილოეთ ამერიკას შეესაბამება თანატოლი სამხრეთ ამერიკა. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მხოლოდ ანტარქტიდას არა აქვს წყვილი – მის მოპირდაპირედ ჩრდილოეთ პოლუსთან საკმაოდ ღრმა ოკეანური ღრმული მდებარეობს, რომელიც არქტიკის ოკეანის წყლითაა ამოვსებული. თითოეული ზემოაღნიშნული წყვილი ქმნის „**კონტინენტურ სხივს**“, ყველა სხივი თავს იყრის ჩრდილო პოლუსთან და ერთობლიობაში ქმნის „**კონტინენტურ ვარსკვლავს**“, რომლის წამახული წვერებიც სამხრეთ პოლუსისკენაა მიმართული. ე. **რეკლიუმ** (1868) ამ თვისებებს **სამი ურთიერთპარალელური ტყუპი კონტინენტის კანონი** უწოდა.
5. ყველა კონტინენტს აქვს წაწვეტებული, ან სამკუთხედის ფორმა, რომელთა ფუძე ჩრდილოეთითაა მიმართული, წვერი კი – სამხრეთით. ანტარქტიდისთვისაც დამახასიათებელია მსხლისებური, ანუ სამკუთხედის ფორმა.
6. ყოველ სამხრეთ კონტინენტს დასავლეთით აქვს შეზნექილობა (არიკის, გვინეის, დიდი ავსტრალიის ყურეები), აღმოსავლეთით კი – გამოზნექილობა.
7. ზოგიერთ კონტინენტს აღმოსავლეთ კიდეზე არტყია კუნძულთა გირლიანდები – „**კუნძულთა რკალები**“, რომელთა გამოზნექილობა ჩვეულებისამებრ აღმოსავლეთითაა მიმართული, მაგ.; ანტილიის რკალი (სამხრეთ ამერიკას აერთიანებს ანტარქტიდასთან), აღმოსავლეთ აზიის

კუნძულთა რკალების გრანდიოზული წყება, რომელსაც ალუეტის კუნძულებიც მიეკუთვნება. კონტინენტთა დასავლეთით ასეთი კუნძულთა გირლიანდები არ არსებობს.

8. ყოველ „კონტინენტურ“ სხივში გაერთიანებულ წყვილ კონტინენტებს შორის ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მდებარე სამხრეთულისგან დედამიწის ქერქის დანაწევრებული ხმელთაშუა ზღვების ზონითაა გამოყოფილი – აღნიშნული ზღვები გამოირჩევა თავისი დანაწევრებული სანაპირო ხაზით, უამრავი კუნძულებით, სეისმური და ვულკანური აქტიურობის ზონებით, სიმაღლისა და სიღრმის კონტრასტებით, მაგ; ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკას შორის მდებარეობს ღრმა კარიბის ზღვა და მექსიკის ყურე, ევროპას აფრიკისაგან გამოყოფს 400 მ–ზე მეტი სიღრმის რომანული ზღვის ღრმული, და ბოლოს, წყნარი ოკეანის დასავლეთ ნაწილის ღრმაწყლიანი (6500 მ–მდე) ზღვები აზიას გამოჰყოფს ავსტრალიისაგან.
9. თითოეულ „კონტინენტურ სხივში“ სამხრეთ კონტინენტი ჩრდილოეთ კონტინენტის პირდაპირ, ანუ მერიდიანულ გაგრძელებას არ წარმოადგენს არამედ გადაადგილებულია აღმოსავლეთისაკენ.
10. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, ხმელეთი მაღალ განედებამდე აღწევს, სახრეთში კი – მხოლოდ ზომიერამდე.
11. ჩრდილო ნახევარსფეროს 40° და 70° განედებს შორის არსებული ზოლი ყველაზე მეტად კონტინენტურია, მაშინ როდესაც სამხრეთ ნახევარსფეროს იმავე განედებს შორის მოქცეული ზოლი ყველაზე მეტად ოკეანურია.
12. კონტინენტებსა და ოკეანეებში მაღალ მთიან სისტემებს და ღრმა ღრმულებს გარკვეული კანონზომიერეი წყობა გააჩნია: ისინი კონტინენტების და ოკეანეების განაპირა პერიფერიულ ნაწილებშია განლაგებული.
13. მთები დედამიწაზე ორ დიდ სარტყელს ქმნის: პირველი სარტყელი მერიდიანულია, იწყება ამერიკის კორდილიერებიდან, გადადის ანდებზე, ანტარქტიდაზე, ავსტრალიის მთებზე, შემდეგ კი აღმოსავლეთ აზიაში. მეორე სარტყელი კი– განედურია და დედამიწის მხოლოდ ნაწილს მოიცავს– ევროპის და აზიის სამხრეთის მთები დაწყებული პირინეებიდან ვიდრე ინდონეზიის მთიან სისტემამდე (მაღაის არქიპელაგამდე).

ჰიფსოგრაფიული მრუდი. დედამიწის ქერქი გარეგნულად დედამიწის ზედაპირის რელიეფის უსწორმასწორობებით: მთებით, ჩადაბლებებით, აბისალური ვაკეებითა და ოკეანური ღრმულებითაა წარმოდგენილი. ჩვენთვის ცნობილია მსოფლიოს უმაღლესი მწვერვალი ჯომოლუნგმა ჰიმალაის მთებში (8848 მ), ასევე წყნარ ოკეანეში არსებული ყველაზე ღრმა წერტილი– მარიანის ღრმული (11022 მ), მათ შორის სხვაობა 19 870 მეტრია.

დედამიწის ზედაპირის რელიეფზე, მის პლასტიკაზე სრულ წარმოდგენას გვაძლევს ჰიფსოგრაფიული მრუდი, რომელიც კოორდინატთა სისტემის საშუალებით იგება; ორდინატაზე დაიტანება ხმელეთის სიმაღლითი მაჩვენებლები 0–დან ზევით 8848 მ–მდე და სიღრმეები 0–დან ქვემოთ 11022 მ–მდე), ხოლო აბსცისაზე კი ამ სიმაღლეების და სიღრმეების მიერ დედამიწის ზედაპირზე დაკავებული ფართობები კვადრატულ კილომეტრებში ან პროცენტულად.

დედამიწის ზედაპირის რელიეფის სიმაღლითი და სიღრმითი საფეხურების განაწილება

ცხრილი # 24.3

ხმელეთის სიმაღლე (მეტრებში)	სიმაღლითი საფეხურების მიერ დაკავებული ფართობები		მსოფლიო ოკეანის სიღრმე (მეტრებში)	სიღრმითი საფეხურების მიერ დაკავებული ფართობები	
	მლნ. კმ ² –ში	%		მლნ. კმ ² –ში	%
3000–ზე მეტი	8,5	1,6– მაღალი მთები	0–200	27,5	5,4
3000–2000	11,2	2,2– საშუალო მთები	200–1000	15,3	3,0

2000–1000	22,6	4,5– საშუალო მთები	1000–2000	14,8	2,9
1000–500	28,9	5,7– დაბალი მთები	2000–3000	23,7	4,7
500–200	39,9	7,8– მაღლობები	3000–4000	72,0	14,1
200–0	37,0	7,3გორაკ– ბორცვები	4000–5000	1221,8	23,9
0–ზე დაბალი	0,8	0,1– დეპრესიები და ვარდნობები	5000–6000	81,7	16,0
სულ	148,9	29,2	6000–ზე მეტი	4,3	0,8
			სულ	361,1	70,8

დედამიწის ხმელეთის საშუალო სიმაღლე 875 მ–ია, ხოლო ოკეანის საშუალო სიღრმე 3704 მ.

ჰიფსოგრაფიული მრუდის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ხმელეთის საშუალო სიმაღლე 875 მ–ია და ჭარბობს ვაკეები და 1000 მ–მდე სიმაღლის დაბალმთიანი რელიეფი, ხოლო 4000 მ–მდე და უფრო მეტ სიმაღლეებს უმნიშვნელო ფართობები უჭირავს; რაც შეეხება ოკეანებს, მათი საშუალო სიღრმე 3 704 მ–ია, ყველაზე მეტი ფართობი კი 3 000–დან 6 000 მ–მდე სიღრმეებს უჭირავს; რაც შეეხება ღრმაწყლიან ღარებს და ღრმულებს, მათზე მთელი ოკეანის ფართობის უმნიშვნელო წილი–1,5% მოდის.

24.2. ხმელეთის რელიეფი.

დედამიწის ხმელეთის რელიეფში თვალნათლივ გამოიყოფა ბაქნური ვაკეები და მთიანი მხარეები; პირველს ხმელეთის 64%, ხოლო მეორეს – 36% უჭირავს.

ბაქნური ვაკე ზედაპირის მოსწორებული უბანია მცირეოდენი ამაღლებებით, რომლებიც ფარებს, ხმელეთის შედარებით მდგრად მონაკვეთებს შეესაბამება.

ვაკე ეწოდება დედამიწის ზედაპირის დიდი მასშტაბის მონაკვეთს, რომლის მეზობელ ადგილთა შორის სხვაობა საერთოდ შეუმჩნეველი, ან ძალიან მცირეა.

ზღვის დონიდან აბსოლუტური მდებარეობის მიხედვით ვაკეზე შეიძლება შემდეგი სიმაღლითი საფეხურები გამოვყოთ: ზღვის დონეზე დაბლა– **ვარდნობები**, 0–200 მ–მდე– **დაბლობები**, 200–500 მ–მდე **მაღლობები** და 500 მეტრზე მეტი – **ზეგნები** და **პლატოები**.

დახრილობის მიხედვით შეიძლება დავყოთ **ჰორიზონტულ** (დახრა არ აღემატება 10 მ/კმ.–ზე), **დახრილ** (დახრა მეტია 10 მ/კმ.–ზე), **ჩაზნექილ** (დაბლდება პერიფერიებიდან ცენტრისაკენ) და **ამოზნექილ** (დაბლდება ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ) ვაკეებად.

ვაკეები ზედაპირის გარეგანი სახის მიხედვით სხვადასხვა ფორმისაა: **ბრტყელი**, **ბორცვებიანი**, **საფეხურებრივი** და **ტალღოვანი (ღელვილი)**.

საყურადღებოა, რომ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ძველ ბაქნებს შეესაბამება თანაბარი ან ოდნავ ამაღლებული ზედაპირის მქონე დაბლობები, ხოლო სამხრეთის კონტინენტების უძველეს ბაქნებს რელიეფში საკმაოდ მაღალი ვაკეები და მათ საზღვრებში არსებული მთიანი მასივები წარმოადგენს. ამ უკანასკნელთ, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მდებარეობის მიუხედავად, მახასიათებელი ნიშნებით ძლიერ ჰგავს ინდოეთის და ციმბირის ბაქნები, რომელთა სტრუქტურული ელემენტების უმეტეს ნაწილს ფარები და მასივები შეადგენს, ხოლო მათი დანალექი საფარი ხანგრძლივი დენუდაციის შედეგად საერთოდ გადარეცხილია.

ბაქნების აგებულებაში გამორჩეულად მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ისეთ სტრუქტურულ ელემენტებს, როგორებიცაა ანტეკლიზები და სინეკლიზები; რელიეფში პირველ მათგანთან დაკავშირებულია ძირითადი წყალგამყოფები, ხოლო მეორესთან მდინარეთა აუზები (მდ.მდ.ვოლგის

ზემო და დნეპრის შუა წელის აუზები). ფარებით და ანტეკლიზებით წარმოდგენილი მონაკვეთები, განიცდის რა მცირეოდენი ინტენსივობის დადებით მოძრაობას, ხანგრძლივი გადარეცხვის შედეგად დენუდაციური ვაკეების ფორმირების წინაპირობას ქმნის, ხოლო სინეკლიზები – აკუმულაციურ ვაკე ზედაპირებად გადაიქცევა.

სხვადასხვა სახის სტრუქტურული ვაკეების შესაბამის მთავარ მდგენელად ი.გერასიმოვის და ი.მეშჩერიაკოვის მიხედვით შემდეგი მორფოსტრუქტურული ელემენტები ითვლება:

1. **აკუმულაციური** – პლიოცენ–მეოთხეულის ასაკის ძველი და ახალგაზრდა ბაქნები დანალექი ქანების მძლავრი საფარით, რომელსაც დასავლეთ ციმბირის და კასპიისპირა დაბლობები მიეკუთვნება.

2. **შრეებრივი** – პლიოცენამდელი ასაკის სტრუქტურები მცირე სიმძლავრის დანალექი საფარით. მათ აღმოსავლეთ ევროპის და ჩრდილოეთ ამერიკის ბაქნები შეესაბამება.

3. **კერძოდ დენუდაციური** – დედამიწის ქერქის დადებითი მოძრაობის ზონის ახალგაზრდა ბაქნების ფარებთანაა დაკავშირებული.

4. **ფუნდამენტური** – ძველი ბაქნების ფარებზე განვითარებული ვაკეები, რომელთაც დანალექი საფარი არ გააჩნია.

აკუმულაციური, შრეებრივი, დენუდაციური და ფუნდამენტური ვაკეები მიეკუთვნება დაბალ ვაკეებს, რადგან მათი სიმაღლე საშუალოდ 500 მეტრამდეა. მაღალ ვაკეებს მიეკუთვნება **პლატოები** და **ზეგნები**.

პლატო ეწოდება მაღლობ ვაკეს, სწორი, სუსტად ან ძლიერ დანაწევრებული ზედაპირით, რომელზედაც დანალექი ქანების საფარია წარმოდგენილი.

ზეგანი დისლოცირებული ქანებით აგებული ვრცელი, მეტნაკლებად მოსწორებული ზედაპირია.

ახალგაზრდა ბაქნების საზღვრებში უმეტესწილად გაბატონებულია რელიეფის და გეოსტრუქტურების პირდაპირი კავშირი – ზედაპირზე ფუნდამენტის გამოსავლებს შეესაბამება რელიეფის მსხვილი დადებითი ფორმა, ხოლო დეპრესიებს – უარყოფითი. ძველი ბაქნების სიღრმითი აგებულება შედარებით რთულია; პერიფერიებში წარმოდგენილია პირდაპირი, ხოლო შიდა ნაწილში სტრუქტურების ინვერსიული გავრცელების უბნებით.

მთიანი მხარეების რელიეფი. დედამიწის ზედაპირის ვრცელ რეგიონს, რომელიც ქედებისა და მათი გამყოფი ხეობებისაგან შედგება მთიანი მხარე ეწოდება.

მთა ეწოდება რელიეფის 500 მეტრზე მაღალი შეფარდებითი სიმაღლის მქონე, მეტნაკლებად იზოლირებულ დადებით ფორმას, რომელსაც მკვეთრად გამოკვეთილი ძირი და მწვერვალი გააჩნია. ხაზობრივად ერთი მიმართულებით გადაჭიმულ, ფერდობებით შემოსაზღვრულ და ძირით მჭიდროდ დაკავშირებულ მთათა ერთობლიობას **ქედი** ეწოდება, ხოლო ქედების სისტემას, რომელიც მთიანი მხარის საერთო მიმართულებით ხასიათდება და რომელიც მდგენელ ქედებს შორის არსებული გასწვრივი თუ განივი მდინარეთა ხეობებითაა დანაწევრებული, **მთაგრეხილი** ეწოდება. **მთათა კვანძი** კი ორი ან მეტი ქედის, ან მთაგრეხილის გადაკვეთის ოლქს წარმოადგენს.

სიმაღლის მიხედვით გამოიყოფა: **დაბალი** (500–1000 მ), **საშუალო** (1000–2000 მ), **მაღალი** (2000–5000 მ) და **უმალღესი** (5000 მ –ზე მეტი) მთები.

დედამიწის ზედაპირზე არსებულ მთათა სიმაღლით მაჩვენებლებს განაპირობებს ტექტონიკური მოძრაობის, კერძოდ, აზევების სიჩქარე, ეგზოგენური პროცესების ინტენსივობა და სიმძიმის ძალის ზეგავლენა, ეს უკანასკნელი ზემოქმედებს არა მარტო გარეგან – ეგზოგენურ, არამედ შინაგან პროცესებზეც. მათ განლაგებაში გარკვეული კანონზომიერება შეიმჩნევა: ყველაზე მაღალი მთები გავრცელებულია კონტინენტების პერიფერიებში, მთიანი რეგიონების შიდა ცენტრალურ ნაწილში და ტროპიკულ განედებზე, სადაც ნალექების რაოდენობის სიმცირის გამო, ეროზიული პროცესები ნაკლებად აქტიურია. ეკვატორზე დენუდაცია ძლიერ ინტენსიურია, მთები მალე იშლება და მათი სიმაღლე სწრაფად იკლებს; არც ზომიერი განედების მთებია ძალიან მაღალი; რაც უფრო ვუახლოვდებით პოლუსებს, მით უფრო მცირდება მათი აბსოლუტური და საშუალო დონეები, რასაც ნალექების, ასევე ტემპერატურული ამპლიტუდის ზრდა და შესაბამისად, მათგან გამოწვეული გამოფიტვის გააქტიურება იწვევს.

წარმოშობის მიხედვით შეიძლება იყოს *ტექტონიკური, ვულკანური* და *ეროზიული* მთები; მათ შორის ყველაზე გავრცელებული ტექტონიკური მთებია, რომლებიც დედამიწის ქერქის რთული ტექტონიკური მოძრაობებისა და რღვევის შედეგად წარმოიშობა. ი გერასიმოვის და ი.მემჩერიაკოვის აზრით ტექტონიკურ მთებში გამოიყოფა *ახალგაზრდა* – ეპიგენოსინკლინური და *აღორძინებული* – ეპიბაქური ტიპები. მთელი აღნიშნული სისტემიდან ახალგაზრდა მთების წილად 41%, ხოლო აღორძინებულის – 59% მოდის.

დედამიწის ზედაპირზე მაგმის ამოღვრის და ლავის დაგროვების შედეგად წარმოიქმნება ვულკანური მთები. ისინი ხშირად ცალკეული იზოლირებული სახითაა რელიეფში წარმოდგენილი, მართალია, რაოდენობით ბევრად ჩამორჩება ტექტონიკურ მთებს, მაგრამ მათზე არანაკლები სიმაღლისაა; ჩვენთვის კარგადაა ცნობილი, რომ დედამიწაზე ჰავის კუნძულების ვულკანური წარმოშობის მთები უმაღლეს კატეგორიას მიეკუთვნება.

ეროზიული მთების წარმოქმნას განაპირობებს დიდ სიმაღლეზე ახვეებული ჰორიზონტული განშრევების სტრუქტურის დანაწევრება ინტენსიური ეროზიული პროცესებით; ისინი სხვა მთებისაგან გამოირჩევა ბრტყელი მწვერვალებითა და ციცაბო ფერდობებით, რომელთა ძირშიც გამოფიტვის პროდუქტების შლეიფია განფენილი. ეროზიული მთების ტიპური მაგალითები აფრიკაში გვხვდება.

მთიანი მხარეების რელიეფი გამოირჩევა ვერტიკალური და ჰორიზონტული დანაწევრების გარკვეული კანონზომიერებით; არსებობს ჰორიზონტული დანაწევრების შემდეგი სახეები: რადიალური, გისოსისებრი, ვირგაციული, კულისისებრი და ფრთისებური.

დედამიწის ხმელეთის მორფოკლიმატური ზონები. კლიმატური პირობების გათვალისწინებით ხმელეთზე მორფოგენეტიკური ზონების რამდენიმე კლასიფიკაცია არსებობს; ი.გერასიმოვის და ი.მემჩერიაკოვის მიხედვით ასეთი ოთხი მორფოსკულპტურული ზონაა:

1. **ფლუვიალური**, რომელსაც ხმელეთის ფართობის 57% უჭირავს და ძირითადად გავრცელებულია ეკვატორულ და ზომიერ განედებზე.
2. **მეინვარული** – უჭირავს ხმელეთის 19%; აქედან მათი თანამედროვე ნაწილი განვითარებულია პოლარულ მხარეებსა და მთიან ოლქებში, უძველეს მორფოსკულპტურებს კი შეიძლება ზომიერ სარტყელში შევხვდეთ, თუნდაც ჩრდილოეთ ამერიკაში მას მთელი ფართობის 53% უჭირავს.
3. **არიდული** ძირითადად გავრცელებულია ტროპიკულ სარტყელში და ხმელეთის ფართობის 23% მოიცავს; აფრიკის, ავსტრალიის კონტინენტებზე მის წილად მთელი ფართობის 42–44% მოდის.
4. **კრიოგენური** – მისი გავრცელების მასშტაბი მცირეა და ხმელეთის ზედაპირის დაახლოებით 1% მოიცავს.

XX ს-ის დასაწყისში გერმანელმა მეცნიერმა ა.პენკმა მოახდინა კლიმატის მორფოგენეტიკური კლასიფიკაცია, რომლის მიხედვითაც დედამიწის ხმელეთი შემდეგ მორფოკლიმატურ ზონებად იყოფა:

1. ნივალური – ნალექები ყველა სეზონზე მხოლოდ მყარი სახით მოდის. წლობით ულღობი თოვლისაგან ფორმირდება მყინვარები; მაღალ განედებზე იქმნება საფაროვანი გამყინვარება, ხოლო მათთან შედარებით დაბალ განედებში – მთის მყინვარები. მთებში გავრცელებულია ფერდობული, ძირითადად გრავიტაციული პროცესები: ზვავები, კლდეზვავები, ნამსხვრევი მასალის შლეიფები. ხოლო რელიეფის ფორმებიდან – ცირკები, ტროგები, კარლინგები, დაბლობებზე კი – ვერძის შუბლები, აკუმულაციური ზონებისთვის დამახასიათებელია მორენული დაბლობები. აქტიური მეინვარული და ფიზიკური გამოფიტვისაგან ნამსხვრევი გამოფიტვის ქერქი ყალიბდება; ზღვის სანაპირო ზოლი ფიორდული და შხერულია.

2. პოლარული, ანუ მარადმზრალი გრუნტების კლიმატური ზონა ხასიათდება ხანგრძლივი, მკაცრი ზამთრით; მზრალობა განაპირობებს ჰიდროლაკოლითების, ალასების, ყურუმების წარმოქმნას, მდინარეების მიერ ნაპირებზე ყალიბდება თერმოეროზიული ნიშები, კალაპოტში კი – თალიკები, ზღვის ნაპირებზე მიმდინარეობს თერმოაბრაზია. ამასთანავე შეინიშნება როგორც ფიზიკური, ასევე ქიმიური გამოფიტვა, რომლიდანაც ჰიდროქარსიანი გამოფიტვის ქერქი ყალიბდება.

3. ჰუმიდური, მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა იმაზე მეტია, ვიდრე ჩაჟონვა და აორთქლება; ჭარბი ნალექები ფერდობებზე ჩამოედინება და ზედაპირულ ეროზიას აწარმოებს; რელიეფში ყველაზე მეტად სჭარბობს ფლუვიალური ფორმები: ხევები, ხრამები, მდინარეული ხეობები; ზონა ძირითადად ეკვატორული და ზომიერი სარტყლებისათვისაა დამახასიათებელი. ეკვატორული

მდინარეები ანვითარებს სუსტ ეროზიას და ფაქტიურად ვერ ანგრევს კალაპოტში არსებულ ზღურბლებს, ვინაიდან მხოლოდ ძლიერ წვრილი ფრაქციის ატივარებულ მასალას ეზიდება და არა აბრაზივად გამოსადეგ კენჭებს და ლოდებს. ზომიერ განედებს ახასიათებს ჰიდროქარსიანი გამოფიტვის ქერქი, შედარებით თბილ და მშრალ რაიონებს კი – მონტმორილონიტური რაც შეეხება ეკვატორულს – გაბატონებული ქიმიური გამოფიტვით ყალიბდება ლატერიტები.

4. არიდული კლიმატის ზონა ხასიათდება ნალექების მცირე რაოდენობით, ინტენსიური აორთქლებით და ჰაერის დიდი სიმშრალით. მცენარეულ საფარს საერთოდ მოკლებულია ან ძლიერ გამეჩხერებულია; რელიეფწარმომქმნელი პროცესებიდან გაბატონებულია ეოლური. რომლის შედეგად რელიეფის შემდეგი ფორმები ყალიბდება: უდაბნოებში ბარხანები, სანაპირო ზოლში დიუნები, დროებითი ნაკადებისაგან წარმოიქმნება მშრალი კალაპოტები – ვადები, კრიკები. არსებული მდინარეები მხოლოდ ტრანზიტულია. გამოფიტვის ქერქი ნამსხვრევი მასალითაა აგებული, აღნიშნული ზონა ჩრდილოეთის და სამხრეთის 20° და 30° განედებზეა გავრცელებული (მუსონური ოლქების გამოკლებით). ხოლო იქ, სადაც ტროპიკული განედებს არ ემთხვევა, მას კონტინენტების ცენტრალური ნაწილი უჭირავს.

24.3. ოკეანის ფსკერის რელიეფი

ოკეანის ფსკერის რელიეფში გამოყოფენ 4 გეოტექტურას. აქედან სამი მათგანი: ოკეანის კალაპოტი, გარდამავალი ზონა და შუა ოკეანური ქედები, მთლიანად თავსდება ოკეანის ფსკერზე, ბოლო, მეოთხე – გეოტექტურა კი კონტინენტების წყალქვეშა შვერილის ნაწილს წარმოადგენს. ამ უკანასკნელის უმეტესი ნაწილი (~35%) შევსებულია ოკეანის წყლით და მისი 2/3 მოდის ჩრდილოეთ, ხოლო 1/3 სამხრეთ ნახევარსფეროზე. ოკეანოლოგების აზრით, რაც უფრო დიდია ოკეანე, მით უფრო ნაკლებია მასში კონტინენტური წყალქვეშა შვერილის მიერ დაკავებული ფართობი (მაგ. წყნარ ოკეანეში – 10%, არქტიკულში – 60%).

კონტინენტური წყალქვეშა შვერილი წარმოდგენილია კონტინენტური შელფით ანუ თავთხელით, კონტინენტური ფერდობით და კონტინენტების ძირით კვარცხლბეკით.

კონტინენტური შვერილის 90%-ს წარმოადგენს კონტინენტური შელფი ანუ თავთხელი, რომელიც სხვადასხვა გეოლოგიური ეპოქების განმავლობაში ოკეანის დონის ცვლილების შესაბამისად პერიოდულად ხმელეთს წარმოადგენდა. მაგ. გამყინვარების პერიოდში ოკეანის დონის 100 მ-ით შემცირებისას შელფი, კონტინენტურ ვაკედ გადაიქცეოდა. ამიტომ პოლარულ რაიონებში შელფი წარმოდგენილია მყინვარული მორფოსკულპტურით; ზომიერ და ეკვატორულ სარტყლებში კი მასზე მდინარეთა ხეობებია შენარჩუნებული. ადრე ითვლებოდა, რომ კონტინენტური შელფი მხოლოდ 200-მ სიღრმემდე ვრცელდებოდა, მაგრამ ბოლო დროინდელმა კვლევებმა ცხადჰყო, რომ სხვადასხვა სიღრმეზე შეიძლება გავრცელდეს, მაგ. ბარენცის ზღვაში მისი გავრცელების სიღრმე 400 მ. ხოლო ოხოტის ზღვაში კი – 500 მ-ია.

შელფი გადადის კონტინენტურ ფერდობში, რომელიც საკმაოდ დიდი დახრილობისაა (5°-7°, ზოგან 50°), ხშირად ფერდობის პროფილი საფეხურებრივია. მათ შორის ყველაზე დიდი მასშტაბის მქონეს წყალქვეშა პლატო ეწოდება (ბლეიკის პლატო ფლორიდის ნ/კ-თან). კონტინენტური ფერდობის ფარგლებში ძლიერაა გავრცელებული წყალქვეშა კანიონები, რომელთა ჩაჭრის სიღრმე 2000 მ-მდეა. ისინი ხშირად ხმელეთის მდინარული ხეობების წყალქვეშა გაგრძელებებს წარმოადგენს. მათი გენეზისის შესახებ აზრი იყოფა, ზოგი მათ ეროზიული, ხოლო ზოგი კი ტექტონიკური გენეზისის მქონედ მიიჩნევა. კანიონების შესართავებთან შეინიშნება მსხვილი აკუმულაციური ფორმის გამოზიდვის კონუსები.

2,5 კმ-ის სიღრმეზე კონტინენტური ფერდობი მსუბუქად, ყოველგვარი გართულების გარეშე გადადის კონტინენტურ ძირში, რომელიც დახრილ ვაკეს წარმოადგენს და ოკეანის კალაპოტს ესაზღვრება. კონტინენტური ძირი აკუმულაციური წარმოშობისაა.

ზოგიერთ მონაკვეთზე კონტინენტების წყალქვეშა შვერილი ისეა დანაწევრებული რღვევებითა და ტექტონიკური მოძრაობებით, რომ მასში შეუძლებელია ზემოაღნიშნული სტრუქტურული ფორმების გამოყოფა (მაგ. კალიფორნიის სანაპირო). ასეთ მონაკვეთებს **ბოდერლენდები** ეწოდება.

ოკეანის კალაპოტი - აღნიშნული გეოტექტურა წარმოდგენილია ღრმაწყლიანი აბისალური ჩადაბლებებით, მათ შუა აღმართული წყალქვეშა ქედებითა და ვულკანური მთებით. , კალაპოტში შეინიშნება ვრცელი ვაკეები, რომლებიც სტრუქტურულად ოკეანურ ბაქნებს ანუ **თალასოკრატებს** წარმოადგენს. მათი უმეტესი ნაწილი (განსაკუთრებით წყნარ ოკეანეში) წარმოდგენილია ბორცვიანი ვაკეებით, რომელთა რელიეფიც გართულებულია წყალქვეშა მთებით და სხვადასხვაა ზომის ტალღისებური ამალელებით, მათ შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ტექტონიკური გენეზისის ოკეანური ქედები, ვულკანური მთების ჯაჭვი და ცალკეული ვულკანური მთები; ასევე ოკეანის ფსკერზე განლაგებული მოსწორებულზედაპირიანი მთები **ჰაიოტები**, რომლებიც ვულკანური წარმოშობის დესტრუქციული ფორმებია.

გარდამავალი ზონა - რომელთაგან რამდენიმე ევრაზიის კონტინენტის აღმოსავლეთით, ორი კი-ჩრდ. და სამხრეთ ამერიკის სანაპიროებთან აღნიშნება; გარდამავალი ზონის შემადგენელ ნაწილებს გარდამავალი ზღვების კალაპოტები, კუნძულთა რკალები და ღრმაწყლიანი ღარები წარმოადგენს; მაგალითისთვის შეიძლება განვიხილოთ კურილიის გარდამავალი ზონა, რომელიც რელიეფში ოხოტის ზღვით, კურილიის კუნძულებითა და ღრმაწყლიანი კურილიის ღარითაა გამოხატული.

შუა ოკეანური ქედები - ისინი უმსხვილესი, მერიდიანულად გადაჭიმული წყალქვეშა ამალეებია. მათი სიგანე 2000 კმ-ს შეიძლება აღწევდეს, ხოლო შეფარდებითი სიმაღლე 6-კმ-ს. შუა ოკეანური ქედები ერთიანი სისტემაა, რომელიც ყველა ოკეანეს მერიდიანულად კვეთს. ატლანტის ოკეანეს აღნიშნული ქედები თითქმის შუაზე ყოფს, წყნარ ოკეანეში კი ამერიკის კონტინენტის ნაპირებს უახლოვდება, ინდოეთის ოკეანეში სისტემა აფრიკის სანაპიროების გასწვრივ გადის. ტექტონიკური აქტივობისა და რელიეფის თავისებურებების მიხედვით, გამოიყოფა რიფტული და არარიფტული ქედები. პირველი ხასიათდება ქედების ღერძულ ნაწილებში რიფტული ხეობების არსებობით. რიფტები (ინგ. Rift – “ხეობა”) წარმოდგენილია ღრმა, ვიწრო, ციცაბოფერდობებიანი, თითქმის 2-3 კმ-ის სიღრმის ღარებით, რომელთა სიგანე ხშირ შემთხვევაში, 20-30 კმ-ია. ისინი წყნარი ოკეანის წყალქვეშა ქედების გარდა თითქმის ყველა ოკეანეშია. შუა ოკეანურ ქედებს კვეთს პერპენდიკულარული მიმართულების გრანდიოზული ღრვევების სისტემა, რომელსაც ტრანსფორმული ეწოდება და რომლის გასწვრივაც მიმდინარეობს ბლოკების მოძრაობა, ურთიერთმიმართ ჰორიზონტული გადაადგილება.

24.4. რელიეფის გავლენა სითბოს და ტენის განაწილებაზე

როგორც ცნობილია, რელიეფის ყველაზე მსხვილ ფორმას გეოტექტურა წარმოადგენს და კლიმატზე გლობალურ ზემოქმედებას სწორედ ის ახდენს.

ჩვენთვის აგრეთვე ცნობილია, რომ სითბოს, ტენის ბრუნვის და ატმოსფეროს ცირკულაციის ზეგავლენით, ხმელეთზე და ოკეანეზე ყალიბდება კონტინენტური და ოკეანური ჰავა. კონტინენტური ჰავა გამოირჩევა სიმშრალით და ტემპერატურის მკვეთრი მერყეობით, ხოლო ოკეანური ჰავის ტიპი აბსოლუტურად მისი საპირისპიროა – იგი ტემპერატურის მცირე ამპლიტუდით და დიდი ტენიანობით ხასიათდება.

გლობალურ ჰავაზე დიდ ზეგავლენას ახდენს ანტარქტიდა, რომელიც თავისი მძლავრი ყინულოვანი საფარით მსოფლიოს მაცივრის როლს ასრულებს: ანტარქტიდის ზეგავლენით სამხრეთ ნახევარსფეროს საშუალო წლიური ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე ჩრდილოეთის. ანტარქტიდის თავზე ჩამოყალიბებულია მუდმივი წნევის (ბარიული) სისტემა-ანტარქტიკული მაქსიმუმი, რომელიც ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციის ქარების წარმოშობასაც განაპირობებს.

თავისუფალ ატმოსფეროში ყოველი 100 მ-ის სიმაღლეზე ტემპერატურა 0,6-ით იკლებს, ტემპერატურის დაცემა მიმდინარეობს მთებშიც, მაგრამ ბევრად უფრო რთულად, რადგან აქ თავს იჩენს რელიეფის ფორმების თავისებურებანი.

მთებში მზის რადიაციის ინტენსივობა უფრო მაღალია, ვინაიდან ჰაერში მტვერი და წყლის ორთქლის ნაკლებობაა, აგრეთვე ნაკლებია ატმოსფეროს შრის სიმძლავრე, რომელიც მზის რადიაციას შთანთქავს, ამის შედეგად იზრდება ულტრაიისფერი რადიაციის წილი, სწორედ ამ მიზეზის გამო ალპური და სუბალპური მდელოს ყვავილები მკვეთრი ფერით გამოირჩევა, ხოლო ადამიანი ბევრად

უფრო ადვილად იღებს ნამზეურს და ირუჯება, აღსანიშნავია, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად ფექტური გამოსხივებაც იმატებს, ამიტომ მთებში ტემპერატურა ნაკლებია.

რელიეფის ფორმათა მრავალფეროვნება განაპირობებს ქვაბულში ცივი ჰაერის მასის ნაკადის დენას. ჩაღრმავებულ ფორმაში ტემპერატურის დღე-ღამური ამპლიტუდა დიდია, ხოლო ვინაიდან მწვერვალი კარგად ნიავედება, მწვერვალზე იგი მცირდება, ღამით-მისგან მონაბერი ცივი ჰაერი დაბლობიდან გამოდევნილი თბილი ჰაერით იცვლება, ამიტომ ქვაბულში ტემპერატურული და ლანდშაფტური კომპონენტების ინვერსიაა – ძირში შეიძლება ტუნდრა იყოს, ხოლო ფერდობებზე კი-ტყე.

რელიეფი ჰაერის მასებისათვის მექანიკურ ზღუდერსაც წარმოადგენს. მთებს მხოლოდ ჰაერის თბილი მასა გადალახავს, მაგრამ ქედზე აღმა მოძრაობისას ჰაერი თანდათან ცივდება და თუ მისი ტემპერატურა ცვრის ტემპერატურას მიაღწევს, წარმოიქმნება ღრუბელი და ნალექები.

ცივი ჰაერი ვეღარ აღწევს მაღლა ქედზე, იგი გარს ერტყმის მას. თუ ქედის სიმაღლე სჭარბობს ჰაერის მასის სიმძლავრეს, მაშინ მთა კლიმატურ ბარიერად მოგვევლინება, მაგ.: იმიერკავკასიის მთისწინეთში ზამთრის საშუალო ტემპერატურა -5° -ია C-ით, ხოლო ამიერკავკასიაში $+1^{\circ}$.

მთიანი რელიეფი განაპირობებს ისეთი ადგილობრივი ქარების არსებობას, როგორცაა: ფიონები, მთა-ხეობათა ქარები, ზორა.

დიდია რელიეფის როლი ნალექების წარმოშობაშიც, ვინაიდან ფერდობზე აღმა ასვლისას ჰაერის მასა კონდენსაციის დონეს აღწევს. ფერდობები ნალექების რაოდენობის სხვადასხვაობითაც გამოირჩევა – ქარის მხარეს მიმართული უფრო უხვნალექიანია, დახურულ, ნაკლებად ქარიან მხარეს მოქცეულ ფერდობებზე კი ატმოსფერული ნალექები მცირეა, ასე მაგ.; სანაპირო ქედების დასავლეთ ფერდობებზე, რომელიც წყნარი ოკეანიდან მონაბერი ტენიანი ჰაერის მასებისაკენაა მიმართული, ნალექი ბევრად მეტია, ვიდრე კალიფორნიის ხეობებში; ინდოეთში გრატის ქარისპირა ფერდობებზე წლიურად 6810 მმ ნალექი მოდის, მეორე მხარეს კი მხოლოდ–716 მმ. აქვე გავიხსენოთ ჩერაპუნჯის ოლქის უხვი ნალექები, ხოლო იუჰანის (1839–1921 წ.წ.) მონაცემებით კი ჰავაის კუნძულებზე ქ. ჰონოლულუში თითქმის თითოეულ ქუჩას თავისებური ნალექების რაოდენობა გააჩნია: შედარებით დაბალ ადგილებში წელიწადში 612 მმ, ხოლო მაღალ ადგილებში კი წელიწადში–365 მმ-ია.

თავი 25. ლითოსფერო და ადამიანი

თანამედროვე ადამიანი გასულია კოსმოსში, ქმნის იქ დროებით საცხოვრებელს, ხორცს ასხამს ისეთ ფანტაზიებს, რომელზედაც წინა თაობას ოცნებაც კი არ შეეძლო, მაგრამ ყოველთვის, სადაც არ უნდა იყოს იგი ხმელეთის გარეთ–ჰაერში, თუ წყალში, თავისი საარსებო საშუალებების წარმოებით მხოლოდ და მხოლოდ დედამიწის ლითოსფეროსთანაა დაკავშირებული, აქ აშენებს იგი სახლებს, ხიდებს, კაშხლებს, აეროდრომებს, კოსმოდრომებს და სხვ. ამდენად, ლითოსფერო, მისი ზედაპირი ადამიანის მოქმედების საძირკველია. საინტერესოა ვიცოდეთ, რამდენად მყარია ეს საძირკველი, ეს კითხვა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჩვენთვის, კავკასიის მცხოვრებთათვის და საერთოდ მესამეულის დანაოჭების მათაა სარტყელში მდებარე ყველა ქვეყნისათვის, ამის თქმის უფლებას გვაძლევს მიწისძვრებთან დაკავშირებული ის ტრაგედიები, რომლებიც დატრიალდა უკანასკნელ წლებში სომხეთსა (სპიტაკი, 1982 წ.) და საქართველოში (1989, 1990, 1991, 2002, სამაჩაბლო, ჭიათურა, საჩხერე, თბილისი). ასევე მექსიკაში, ჩილეში, აშხაბადში, ტაშვენტში, იაპონიაში (2011 წ) და სხვაგან. საკმარისია, გავიხსენოთ მიწისძვრებთან დაკავშირებული თანამედროვე მეწყრული მოვლენები რაჭაში, აჭარაში, სვანეთში თუ სხვაგან, ჩვენთვის ნათელი გახდება, რომ გარდა დედამიწის ქერქის აგებულებისა და მასში მიმდინარე პროცესებისა, მათ გააქტიურებას ხშირად ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა უწყობს ხელს.

ადამიანმა ბევრ პრობლემას მეტნაკლებად მოუძებნა გამოსავალი. მან, ერთი შეხედვით, მშენებლობისათვის გამოუსადეგარი ქანები დაუმორჩილა თავის ნება-სურვილს, მაგრამ არის ისეთი ძალები, რომლის გაკონტროლება მას არ ძალუძს და რომლებიც უფრო დიდი სიღრმიდან მოდის; ასეთია: მიწისძვრები, ვულკანები, დედამიწის ქერქის სხვადასხვა ტექტონიკური მოძრაობები.

დედამიწის ქერქის სიმძლავრე, ატმოსფეროს და წყლის რაოდენობა პრაქტიკულად მუდმივ სიდიდეებად მიიჩნევა; ადამიანის ჩარევის შედეგად ფაქტობრივად მხოლოდ მათი ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიკური მდგომარეობა იცვლება.

დედამიწის ქერქში და მის ზედაპირზე არსებული ნივთიერებების ექსპლოატაციის დროს ირღვევა ნივთიერებათა პირვანდელი მდგომარეობა, წარმოიქმნება ახალი ანთროპოგენური ნივთიერებები და ხვდება ლითოსფეროში, ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროში. ამრიგად, ლითოსფეროს გარკვეული ადგილები ადამიანის სამეუნეო საქმიანობის შედეგად, ფაქტობრივად გამოუსადეგარი ხდება, რის გამოც მისი ზედაპირი, გაჭუჭყიანების ხარისხის გათვალისწინებით, ამოწურვად რესურსადაც კი შეიძლება ჩაითვალოს.

დედამიწის ზედაპირი მზისგან 4–5 ათსჯერ მეტ ენერგიას იღებს, ვიდრე საკუთარი წიაღიდან. ამასთანავე, დედამიწის შინაგანი ენერგია ძირითადად მის შიგნეთში მიმდინარე ე.წ. ენდოგენურ პროცესებზე იხარჯება და ზედაპირზე მხოლოდ მისი მცირეოდენი ნაწილია აღწევს, მზისაგან კი დედამიწა თავისი საერთო ენერგიის 99–98%-ს იღებს. ე.ი. ენერგიის ძირითადი წყარო დედამიწისათვის არის მზე.

არც თუ ისე დიდი ხნის წინ, ამერიკელმა გეოგრაფებმა, რომელთაც შეისწავლეს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს კოსმოსური სურათები, გააკეთეს დასკვნა, რომ დედამიწის ხმელეთის მხოლოდ 1/3, ანუ დაახლოებით 48 მლნ.კვ.კმ ფართობის ტერიტორია არ ატარებს ადამიანის ზემოქმედების არავითარ კვალს.

ადამიანის მიერ ენერგორესურსებად მოპოვებული ნავთობი, გაზი, ტორფი, საწვავი ფიქლები და სხვ. წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში, მილიონობით წლის წინ წარმოიქმნა, კაცობრიობამ მათი გამოყენება სულ რამდენიმე ასეული წლის წინ დაიწყო, მაგრამ XIX საუკუნის მეორე ნახევარსა და განსაკუთრებით XX ს–ში ისინი განადგურების პირამდე მიიყვანა, ზოგიერთი მათგანი ამოიწურა კიდევ. დღეს ეს რესურსები აღარ წარმოიქმნება, რაც შეეხება გეოთერმულ ენერგიას, თერმული წყლების სახით, იგი დედამიწის ზედაპირზე „ამოყვანილია“ ბურღვით, ან მოიპოვება ბუნებრივ პირობებში, ანუ ვულკანურ რაიონებში.

უკანასკნელი 200 წლის მანძილზე მოპოვებულია ქვანახშირის, ნავთობის, რკინის მადნის, ბუნებრივი აირის, ტორფის, სამშენებლო მასალების, ძვირფასი ლითონების და სხვა არამადნეული წიაღისეულის უდიდესი რაოდენობა; ამავე დროს ეს რიცხვი განუწყვეტლივ იზრდება, მათი გადამუშავების დროს სტიქიურად წარმოქმნილი ფორმების გვერდით, რაც მეურნეობის არარაციონალური მართვის შედეგია, ყალიბდება რელიეფის არასასურველი ფორმები.

ადამიანი მიწის წიაღიდან ყოველწლიურად იღებს 100 მლრდ ტონა ქანს, ადნობს 800 მლნ ტ სხვადასხვა ლითონს, ნიადაგში შეაქვს 500 მლნ ტ სასუქი. თუ ადრე ნავთობს პირველი ორი ათეული მეტრიდან მოიპოვებდნენ, ამჟამად ჭაბურღილების სიღრმე 16–21 კმ–მდე გაიზარდა. ასევე დიდია ზოგიერთი სხვა წიაღისეულის მადროთა სიღრმე, ისინი ზოგჯერ 3 კმ–საც კი აღწევს.

ადამიანი განსაკუთრებით აქტიურად ზემოქმედებს რელიეფზე, ვინაიდან მისი ცხოვრების და მოღვაწეობის უმეტესი ნაწილი ხმელეთთანაა დაკავშირებული. ადამიანის ტექნიკური მოღვაწეობა (ტექნოგენეზი) ცვლის დედამიწის ზედაპირს, წარმოქმნის რა რელიეფის ანთროპოგენურ ფორმებს, რომელთა კლასიფიცირების დროს, ზოგიერთი მეცნიერი მეტისმეტად შორს მიდის, მაგ. ლ.როზანოვის აზრით, საჭიროა გამოვყოთ რელიეფოიდები, ანუ საინჟინრო ნაგებობები (ქალაქები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, კარიერები) და რელიეფიდეები –მექანიკური მოწყობილობები, თვითმავალი დანადგარები;

ადამიანის ტექნიკური შესაძლებლობების ზრდა ხელს უწყობს ლითოსფეროში მისი აქტიური ზემოქმედების საზღვრების გაფართოებას. ტექნოგენურმა ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს სეისმური პროცესების გაძლიერება. ცნობილია, რომ მსხვილი წყალსაცავების რეგიონში ძლიერ იზრდება სეისმური დაძაბულობა, მსგავსი დაძაბულობა შეიძლება გამოიწვიოს ძლიერი აფეთქების დინამიურმა ზემოქმედებამ და დიდი მასის ქანების გადაადგილებამაც. სამთო გამონამუშევრის მასალის გადაადგილება იწვევს ტექნოგენურ მიწისძვრებს. 1971 წლის მაისში ე.გროზნოდან 16 კმ–ის მოშორებით არსებულ ნავთობის ჭაბურღილის რაიონის მიდამოებში 7 ბალიანი მიწისძვრა მოხდა, ვინაიდან ნავთობის ამოქაჩვის შემდეგ არ მოხდა ცარიელი სტრუქტურის კომპენსირება მიწისქვეშა წყლებით. ამ

დიდი ბუნებრივი მიწისქვეშა რეზერვუარის გამოცარიელებამ კი გამოიწვია ჩაქცევა და დიდი სიმძლავრის მიწისძვრა. სეისმურ აქტიურობას იწვევს მსხვილი აფეთქებებიც. ასე მაგ.: ალმა-ათის ახლოს სელსაწინააღმდეგო დამბის მშენებლობისას აღინიშნა საკმაოდ მძლავრი ბიძგები.

ახალი მონაცემებით დედამიწის ზედაპირის 1/3-ზე, ანუ 36%-ზე არ წარმოებს ბიოპროდუქცია, ვინაიდან დაკავებულია ნაგებობებით, გზებით, მყინვარებით, უდაბნოებით. ეკონომიკურად მაღალი განვითარების მქონე ქვეყნებში ქალაქებს უჭირავს ტერიტორიის 7-10% და თუ მსოფლიოში ქალაქებში საშუალოდ მოსახლეობის 40% ცხოვრობს, ზემოაღნიშნულ ქვეყნებში ეს მაჩვენებელი 70-80%-ს აღწევს; ქალაქებში ნაგებობების და დანადგარ-მოწყობილობათა საერთო მასა 57 მლრდ ტ-ს აღწევს, ხოლო 2025 წლისათვის იგი სავარაუდოდ 130 მლრდ ტ-მდე გაიზრდება, ვინაიდან შენობების წლიური ნამატი ქალაქებში 2,5 მლრდ ტონაა.

ქალაქი ეს არის სრულიად ანთროპოგენური რელიეფის მსხვილი დადებითი ფორმა, ვინაიდან ზოგიერთი შენობის სიმაღლე 800 მეტრსაც კი აღწევს.

სასარგებლო წიაღისეულის ღია წესით მოპოვებისას წარმოიქმნება ანთროპოგენური რელიეფის მსხვილი უარყოფითი ფორმები. მხოლოდ რუსეთში ასეთ კარიერებს 20 ათასი კვ.კმ. ფართობი უჭირავს. ყოველწლიურად მათი ნამატი 350 კვ.კმ-ია- 2000 წლისათვის კარიერების საშუალო სიღრმემ 250-300 მ-ს მიაღწია, წიაღისეულის მოპოვებისას წარმოქმნება სხვადასხვა ძაბრები: მრგვალიდან (ალმასის კარიერები) გრძელ ხარობამდე, ამ უკანასკნელით დაფარულია ტყვიის მადნის შემცველი მარღვის საბადო ინგლისის მთიანეთში. მავრიტანიაში კი გორაკთა ფერდობებზე მადნის მოპოვების შედეგად ხელოვნური ტერასები წარმოიქმნა.

წყლისა და ხმელეთის გასაყოფზე ადამიანის ზემოქმედებით განსაკუთრებით საინტერესო ფორმები წარმოიშობა-ხელოვნური ყურეების და ხმელეთის მცირე მონაკვეთების (ხელოვნური კუნძულების) გარდა, რომლებიც ამოშრობით ან უახლესი ტექნოლოგიებით შესაძლებელი მშენებლობით მიიღება, დიდი ფართობები თავისუფლდება წყლისგან დამბების შემწეობითაც. მათ პოლდერები ეწოდება.

ჯერ კიდევ 1640 წელს ფინეთში 500 ათასი ჰა ამოაშრეს, ნიდერლანდებში 6 ასწლეულის მანძილზე ადამიანმა ქვეყნის ტერიტორიის 40%-ზე მეტი გამოსტაცა წყალს. დამბებით დაცული ხმელეთის გარდა აქ ყოფილი კუნძულებიც იგულისხმება.

დუბაის ახლოს, სპარსეთის ყურეში ადამიანმა შექმნა ხელოვნური კუნძულები „პალმა ჯებელ-ალი“, „პალმა ჯუმეირა“, „პალმა დეირა“, „მსოფლიო“.

ადამიანი შეგნებულად, პირდაპირი ზემოქმედებით ქმნის რელიეფის ახალ, ანთროპოგენურ ფორმებს, რომლის პარალელურად, არაპირდაპირ აქტიურდება ბუნებრივი პროცესები; ხიბინებში მადანგამონამუშევარ მიწისქვეშა მადაროებში განვითარდა მულდა ჩააქცევები, გააქტიურდა სუფოზია, გამოფიტვა, ეროზია; დენუდაციის გააქტიურების შედეგად დაგროვდა დიდი რაოდენობის ნაშალი მასალა, რამაც თავისთვად საწყისი მისცა სელური პროცესების ფორმირებას. ქ.მეხიკოს მიწისქვეშა წყლის ჰორიზონტების ამოქაჩვამ და საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენებამ 8-9 მ-ის სიღრმის ჩაქცევა წარმოქმნა. ჩაქცევის სიჩქარე ხანდახან 150 მმ-ს აღწევს წელიწადში, რაც ბუნებრივ პროცესებზე უფრო ჩქარია.

განსაკუთრებით ზემოქმედებს ადამიანი მიწის ქერქის ზედა ნაწილზე-, ნიადაგზე. ადამიანმა უკვე გაანადგურა 2 მლრდ ჰა მიწა-გააუდაბნოვა იგი. ნიადაგების დეგრადაციის მთავარი სახეა წყლისმიერი ეროზია და დეფლაცია, რაც გამოიწვია ტყეების გაჩეხვამ, საძოვრების მეტისმეტმა გასაძოვრებამ და არასწორად შერჩეულმა აგროკულტურებმა.

თავი 26. ბიოსფერო ბიოსფეროს აგებულება და შედგენილობა

26.1 ცნება ბიოსფეროზე.

აზრი იმის შესახებ, რომ ჩვენი პლანეტის ცოცხალი ორგანიზმები ურთიერთმოქმედებენ გარემოსთან და ხელს უწყობენ მის ცვლილებას, ჯერ კიდევ დიდი ხნის წინ გამოითქვა.

ბუნებრივ პროცესებზე დაკვირვების შედეგად, ვარენიუსმა (1622–1650) მე–17 საუკუნეში პირველად გამოთქვა აზრი ამის შესახებ, შემდეგ მას გამოეხმაურნენ ჰიუგენსი (1629–1695) და ბუფონი (1767–1788); მეცნიერული ღირებულება მხოლოდ ფრანგი ნატურალისტის ლამარკის გამოკვლევების შემდეგ მიენიჭა (1744–1829). ლამარკმა თავის შრომებში შემოგვთავაზა ტერმინი: „ბიოლოგია“.

„ბიოსფეროს“, როგორც დედამიწის განსაკუთრებული გარსის განმარტება, 1875 წელს შემოგვთავაზა ე.ზიუსმა თავის შრომაში, რომელიც ალპების წარმოშობას მიეძღვნა, შემდგომი დროის შრომაში – „დედამიწის სახე“ და წიგნში „ჰიდროგეოლოგია“, ზიუსმა უკვე მთელი თავი მიუძღვნა ცოცხალი ორგანიზმების როლს დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესებში.

ბიოსფერო ეს არის დედამიწის განსაკუთრებული, თავისებური გარსი, რომელიც ცოცხალი ორგანიზმების და გარემოში არსებული ნივთიერებების უწყვეტი ურთიერთკავშირით და ნივთიერებათა განუწყვეტელი ურთიერთგაცვლით წარმოიქმნება. ბიოსფეროს საზღვრებად მიჩნეულია ატმოსფეროს ქვედა, ხოლო, ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროში–ზედა ფენები, ეს არის ე.წ. „ცოცხალი შრე“. სინამდვილეში ცოცხალ ორგანიზმებს ვხვდებით ზედა ატმოსფეროშიც და დედამიწის ღრმა ფენებშიც, ამიტომ ზუსტ საზღვრებად, ჩვენის აზრით, მიიჩნევა ოზონის ეკრანიდან (რომელიც მათ იცავს მზის მოკლეტალღოვანი გამოსხივების მომაკვდინებელი ზემოქმედებისგან) ვიდრე დედამიწის ქერქის იმ სიღრმემდე, სადაც წნევა 4×10^7 პასკალი და ტემპერატურა კი $+100^{\circ}$ –ია C–ით. ნავთობის ჭაბურღილებში არსებულ წყალში, რომელიც 3 კმ–ის სიღრმეზეა, ნაპოვნია ბაქტერია, რომელსაც ახასიათებს გამრავლების უნარი, ე.ი. სიცოცხლის შრის საზღვრებად ითვლება– 33 ან 22 კმ–ის სიმაღლე ოზონის ეკრანის ფენამდე ატმოსფეროში, 11 კმ ოკეანის და 3 კმ ხმელეთის სიღრმეში.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ცოცხალი ორგანიზმების უმეტესი ნაწილი, თავმოყრილია თხელ ფენაში, რომელიც ხმელეთზე მცენარეთა ფესვებით და წვერით შემოისაზღვრება, ხოლო ოკეანეში– წყლის ზედაპირული შრით.

ბიოსფერო მოიცავს არა მარტო ცოცხალ ორგანიზმებს, არამედ მათ საცხოვრებელ არეალსაც. იგი მეტად მრავალფეროვანი აგებულებისაა და შედგება ცოცხალი ორგანიზმებისა და არაორგანული ნივთიერებების ერთობლიობისაგან. დედამიწასთან ერთად ბიოსფეროც განიცდიდა და განიცდის ევოლუციას, მისი საზღვრები თანდათან ფართოვდება, ამას კოსმოსში ადამიანისა და სხვა ცოცხალი არსებების თუნდაც დროებითი გასვლაც კი ადასტურებს.

26.2. ბიოსფეროს აგებულება და შედგენილობა.

მთელი ცოცხალი მასა ორ დიდ სამყაროდ იყოფა:

I უძველესი პროკარიოტები– ბაქტერიები და ციანობიონტები

II თანამედროვე ეუკარიოტები– 1. სოკოები, 2. მცენარეები, 3. ცხოველები.

სოკოები და ცხოველები წარმოადგენს ჰეტეროტოფებს, რომელიც საკვებად მოიხმარს მცენარეების და ფიტოპლანქტონის მიერ შექმნილ ორგანულ ნივთიერებებს.

სახეობათა რაოდენობა ცოცხალ ორგანიზმებში მილიონობით და უფრო მეტიცაა, ეს არის მთელი ის ბიომრავალფეროვნება, რომელიც ტენიან ტროპიკულ ტყეებში მაქსიმალურ რაოდენობას აღწევს და მცირდება პოლარულ სარტყელთან მიახლოებულ რაიონებში, უდაბნოებსა და მაღალ მთებში.

პროკარიოტები იყოფა ბაქტერიებად და ლურჯ–მწვანე წყალმცენარეებად. ბიოსფეროში ყველაზე დიდი რაოდენობით ბაქტერიებია გავრცელებული. ისინი განსაკუთრებით ნიადაგში გვხვდება; ყველაზე ნაყოფიერი შავმიწა ნიადაგების 1 ჰა 2 მლრდ ბაქტერიას შეიცავს. ასევე ბევრია ისინი წყალსატევების ზედა ფენაში; 2 მლ სუფთა წყალში მათი რაოდენობა 100–დან 300–მდეა, ხოლო დაბინძურებულში –300 ათასამდე იზრდება; ლურჯ–მწვანე წყალმცენარეები ძირითადად მტკნარ წყლებშია გავრცელებული, მაგრამ ისინი ბევრია ოკეანეებსა და ცხელ წყაროებშიც.

მცენარეები მრავალფეროვანი ცოცხალი ორგანიზმებია და ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფორმით, ზომით, აგებულებით. ფაქტობრივად ყველა მცენარე ავტოტროფულია, ანუ, სხვაგვარად რომ ვთქვათ, სინათლეზე ფოტოსინთეზის რეაქციის შედეგად ორგანულ ნივთიერებებს წარმოქმნიან. მცენარეთა სამეფოს მიეკუთვნება შემდეგი ჯგუფები: წყალმცენარეები (100 000 სახეობა), ლიქენები (18 000 სახეობა), ხავსები (20 000 სახეობა), შიშველთესლოვნები (600 სახეობა) და ფარულთესლოვნები.

დედამიწაზე ყველაზე მეტად ფარულთესლოვნებია გავრცელებული, მათი სახეობათა რაოდენობა 250 000 –ია. წყალმცენარეები, რომელიც ყველაზე დაბალი რანგის სპოროვანი მცენარეების ჯგუფს განეკუთვნება, ძირითადად წყალსატევებში გვხვდება, ხოლო ყველა დანარჩენი, უფრო მაღალორგანიზებული ჯგუფების წარმომადგენლები, უმეტესად ხმელეთზეა გავრცელებული.

სოკოები უმდაბლესი რანგის უქლოროფილო ცოცხალი ორგანიზმებია; მათი 100 000 სახეობაა ცნობილი. ყველა მათგანი ჰეტეროტროფულია. ბიოსფეროში სოკოები ბაქტერიებთან ერთად ნივთიერებათა მუდმივ მიმოქცევაში მონაწილეობენ, სწორედ მათი მეშვეობით მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერებების ხრწნა და დაშლა მინერალურად,

ცხოველთა სამეფო წარმოდგენილია ჰეტეროტროფული ორგანიზმებით. მათ მიეკუთვნება ფეხსახსრიანები (1 მილიონამდე სახეობა), მოლუსკები (105 ათასი სახეობა), ფრინველების 10 ათასი, ხოლო ძუძუმწოვრების 6 ათასამდე სახეობა. ფეხსახსრიანებში ყველაზე მეტი მწერებია, იგი ბევრად ჭარბობს ცხოველთა სამყაროს დანარჩენ წარმომადგენლებს. საორიენტაციოდ ცხოვრობს 10⁸ მწერი, ანუ თითოეულ ადამიანზე მოდის 200–250 მლნ ამ კლასის წარმომადგენელი. ხმელეთის ცხოველებსა და მცენარეებზე მოდის სახეობათა 92%, წყლის ორგანიზმებზე კი–8%.

ბიოსფეროს ევოლუცია ესაა განვითარების, განუწყვეტელი გართულების, ერთი ხარისხობრივი მდგომარეობიდან მეორე, უფრო მაღალ მდგომარეობაში გადასვლის ნამდვილი ისტორია.

26.3. სიცოცხლის წარმოშობა და განვითარება დედამიწაზე. ცოცხალი ორგანიზმები, ეს არის დედამიწის ერთ–ერთი უძველესი ბუნებრივი სხეულები, რომლებიც მილიარდობით წლის წინ წარმოიქმნა, ადამიანი კი, ამ ცოცხალი ორგანიზმების ნაწილია, ოღონდ, ბევრად უფრო ახალგაზრდა.

ვ.ვერნადსკიმ ბიომასაზე დაკვირვების შედეგად თავის ნაშრომში „ბიოსფერო და კოსმოსი“, შემდეგი სახის დასკვნები გააკეთა:

1. მთელი იმ გეოლოგიური პერიოდის მანძილზე, რაც დედამიწა არსებობს, არ ყოფილა შემთხვევა, რომ ცოცხალი ორგანიზმი მკვდარი მატერიისაგან წარმოშობილიყო, ანუ მომხდარიყო აბიოგენეზი, ე.ი. ყოველივე ცოცხალი ცოცხალისგანავე წარმოიქმნება.

ვ.ვერნადსკი (1980) არ უარყოფს ბიოსფეროს გარეთ, კოსმოსში აბიოგენეზის არსებობას; ამით შეიძლება დავასკვნათ, რომ აზრი დედამიწაზე არადედამიწისეული მარტივი ცოცხალი ორგანიზმების მოხვედრის შესახებ, სიმართლეს შეესაბამება და მას შეიძლება ადგილი ჰქონოდა იმ შორეულ წარსულში, როდესაც დედამიწა მკვრივი ატმოსფეროთი ჯერ კიდევ არ იყო გარშემორტყმული და მასზე ყინულოვანი მეტეორიტები ცვივოდა.

2. დედამიწის არსებობის მთელი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე არ ყოფილა აზოინური, ანუ სიცოცხლეს მოკლებული ეპოქები. ამ აზრს იზიარებენ ამერიკელი მეცნიერი ს. პონამპერუმა (1984), გერმანელი მკვლევარი ფ. ფლიუგა (1984) და სხვ.

გრენლანდიაში ნაპოვნ ისუას წყებაში არსებულ რკინის მადნის ფორმაციაში, გრაფიტებში, ფოსფორიტებსა და სხვა სახის მინერალებში განამარხებულია ყველაზე ძველი პროკარიოტი–ბაქტერიის ნაშთი. ხოლო პროკარიოტმა ციანობიონტებმა თავისი კვალი დატოვა კირქვებში, სტრომოტოლიტებსა და ონკოლიტებში (ავსტრალია). პროკარიოტები ცხოვრობდნენ არა მარტო წყალში, არამედ–ხმელეთზეც.

3. ყველა ცოცხალი ორგანიზმი გენეტურად დაკავშირებულია წარსული ეპოქების ცოცხალ ორგანიზმებთან, რაც იმის დამადასტურებელია, რომ მათი არსებობისათვის საჭირო გარემო–პირობები ყოველთვის თანამედროვეს მსგავსი იყო.

1973 წელს, ა. და სვ. სიდორენკოები, ხოლო 1990 წელს, ა. იარომევესკი, თავის შრომებში წარმოგვიდგენენ შეხედულებებს, რომ კამბრიუმამდელი ასაკის დანალექ ქანებში ორგანული და იზოტოპური ნახშირბადის რაოდენობა დღევანდელის თანაბარი იყო, რაც იმის მტკიცების უფლებას იძლევა, რომ თავისუფალი ჟანგბადის დაგროვება და დღევანდელ მდგომარეობამდე მოსვლა დაიწყო ფოტოსინთეზის წარმოქმნისთანავე, ე.ი. გეოლოგიური ეპოქის პირველსავე წუთებში, აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ატმოსფეროში თანამედროვე სახით და რაოდენობით არსებული ჟანგბადი უკვე ძველ არქეულში ჩამოყალიბდა. ამან გაფანტა მითი დედამიწაზე ხანგრძლივი დროით უჟანგბადო ატმოსფეროს შესახებ.

4. დედამიწაზე განუწყვეტლივ მიმდინარეობდა გამოფიტვის პროცესი, კერძოდ, მისი ქიმიური სახე. ვ. ვერნადსკიმ ეს დასკვნა იმიტომ გააკეთა, რომ ცოცხალი ორგანიზმები მუდმივი ქიმიური რეაქტივების როლში იმყოფება, რაც მეტად მნიშვნელოვანია გეოგრაფიული გარემოს ქიმიური შემადგენლობისათვის. ცოცხალ ორგანიზმებში შედის 13 მსუბუქი (წყალბადი, ნახშირბადი, აზოტი, ჟანგბადი, ნატრიუმი, მაგნიუმი, ალუმინი, სილიციუმი, ფოსფორი, გოგირდი, ქლორი, კალიუმი, კალციუმი) და ერთი მძიმე ელემენტი—რკინა.

ა. პელერმანი თავის დასკვნებში კიდევ უფრო შორს მიდის და აღნიშნავს, რომ ცოცხალ ორგანიზმებში თავმოყრილია მენდელეევის მთელი სისტემა, ჩვენი აზრით, ეს დასკვნა უფრო მართებულია.

5. ცოცხალი მასის საერთო რაოდენობაში დიდი ცვლილება არ მომხდარა!, ჩვენ ვერ დავეთანხმებით ამ დასკვნას, ვინაიდან ითვლება, რომ ვ. ვერნადსკის სამეცნიერო ასპარეზზე მოღვაწეობის დროს მოხდა პლანეტარული ბიომასის არასწორი შეფასება, იმ დროს გავრცელებული იყო აზრი, რომ ოკეანის ბიომასა რაოდენობით კონტინენტზე არსებულს აჭარბებდა, რაც ამჟამად არასწორადაა მიჩნეული. ბიომასის მნიშვნელოვანი ცვლილება მოხდა ბოლო, გეოლოგიურად დროის ისეთ მცირე მონაკვეთშიც კი, როგორც მეოთხეულის პლეისტოცენური გამყინვარების პერიოდია, ძლიერ შემცირდა ტყიანი მასივები და საერთოდ მთელი ცოცხალი მასა. რაც შეეხება, ამ უკანასკნელის რაოდენობას ოკეანეებში, მისი ცვლილებების შესახებ ზუსტი შეფასება არავის გაუკეთებია. სამაგიეროდ, საგანგაშო სიტუაციაა ხმელეთზე, შემაშვოთებელია თუნდაც გასული საუკუნის 70–იანი წლების ინფორმაცია, რომლის მიხედვითაც მცენარეული საფარის საერთო მასა 41, 5%-ით, ხოლო ნიადაგის ჰუმუსის კი—18%-ით შემცირდა (ჰემპაიკის მონაცემები). ხმელეთზე სიცოცხლის არსებობის მთავარი წყარო არის ტყე, რომელიც იძლევა მცენარეული პროდუქციის 68%. მათ შორის ტროპიკული ტყეების და ზომიერ—ცივი ზონის ტყეების პროფუნქციათა შეფარდებითი წილი 2/1–აა.

6. ვ. გორშკოვის (1996) მონაცემებით, ოკეანის ბიოლოგიური პროდუქტიულობის მრავალჯერადი გაზრდა დაკავშირებულია ზედმეტი ანთროპოგენური CO₂-ის რაოდენობასთან. აქვე დავამტებდით: რაც მეტია ზემოთ აღნიშნული აირის რაოდენობა, მით უფრო სწრაფად იზრდება ხმელეთის მცენარეულობაც. ასე, რომ დედამიწას გააჩნია უნიკალური თვითაღდგენის უნარი, რაც დღესდღეობით, ჯერ კიდევ შველის კაცობრიობას გლობალური კატასტროფისაგან.

7. ნებისმიერი ცოცხალი ორგანიზმი გამოჰყოფს ენერგიას, რომელსაც ძირითადად, ან მთლიანად მზის სხივური ენერგიისაგან იღებს.

არსებობს მოსაზრება, რომ სიცოცხლის სტაბილურად განვითარება გამოიწვევდა მის უმარტივეს დონეზე შეჩერებას. ევოლუციისათვის საჭიროა რევოლუცია—კატასტროფა, მაგრამ ამავე დროს, საჭიროა შენარჩუნდეს ბალანსი სტაბილურობასა და კატასტროფებს შორის; ზედმეტად მცირე კატასტროფები ჩიხში შეგვიყვანდა, ხოლო მათი სიხშირე—სიცოცხლის განვითარების შანსს შეამცირებდა. დღევანდელი გადასახედიდანაც ჩანს, რომ გეოგრაფიული გარსი ყველაზე დიდი გამოწვევის წინაშეა და ეს გამოწვევა კაცობრიობაა. დადგა ახალი გეოლოგიური ერა, ყველაზე უკეთ, სწორედ ასეთ მომენტში ჩნდება დედამიწის უნიკალური უნარი—აღსდგეს უდიდესი კატასტროფების შემდეგაც კი.

ავსტრალიაში შემორჩენილია უძველესი კატასტროფის ნაშთი — ციანობიონიტური სტრომოტოლიტები, რომლებიც უძველესი დროის გამყინვარების შედეგად განადგურდა, ამით გზა გაეხსნა სიცოცხლის უფრო რთულ ფორმებს. მეორე მასშტაბური კატასტროფის კვალი ჩანს, მექსიკის ჯუნგლებში, ე.წ. „სინოტებ“-ის ღრმულების სახით, რომლებიც ყველაზე საშინელი კატასტროფის მტკიცებულებაა. იგი წარმოდგენილია უზარმაზარი გამოქვაბულების კომპლექსით, რომლის მიწისქვეშა მდინარეთა სიღრმე 65 მ–ია, აეროფოტოსურათებიდან ჩანს წრიულად ქაოტურად განთავსებული სინოტები. ვარაუდობენ, რომ ეს არის 65 მლნ წლის წინ ჩამოვარდნილი მეტეორიტის კრატერის საზღვარი, რომლის დიამეტრი 15 კმ იყო, სიღრმე კი—30 მ. კოსმოსში გაიფრქვა ქანების ვეება მასა, ამ კრატერს „ჩიცუ“ ეწოდება, 1 მლნ წლის შემდეგ კი არსებული კრატერის ნაპირებზე სინოტები შეიქმნა, კოსმოსში აფეთქების შედეგად გაბნეულმა ფერფლმა მოიცა და გააჭუჭყიანა მთელი ატმოსფერო, რაც დინოზავრების და ხმელეთის დანარჩენი ცოცხალი ორგანიზმების ამოწყვეტის მიზეზი გახდა, ამ დროს სიცოცხლე, მათ შორის, ჩვენი წინაპრებისაც, წყალში გაგრძელდა. ხმელეთზე სასიცოცხლო გარემოს

აღდგენას რამდენიმე მლნ წელი დასჭირდა. დინოზავრების ამოწყვეტას მოჰყვა ახალი, უფრო განვითარებული ცოცხალი ორგანიზმების წარმოშობა. ე.ი. არ არსებობს ცუდი კარგის გარეშე.

26.4. ბიოსფეროს ძირითადი ფუნქციები გეოგრაფიულ გარსში.

ყველაზე დეტალურად, ბიოსფეროსა და ცოცხალი ორგანიზმების აღწერა შესძლო ვ.ვერნადსკიმ თავის შრომაში „ბიოსფეროს ქიმიური აგებულება და მისი გარემოცვა“ (1987). სწორედ მის შეხედულებებზეა დაფუძნებული ბიოსფეროს თანამედროვე გაგება, ვინაიდან მან პირველმა აღწერა და დაასაბუთა ბიოსფეროს განსაკუთრებული როლი გეოგრაფიულ გარსში, მანამდე არავის მიუნიჭებია ამ უკანასკნელისთვის დედამიწის ზედაპირის გარდამქმნელის ფუნქცია, უფრო მეტიც, მცენარეები და ცხოველები ითვლებოდა ისეთ განცალკევებულ ორგანიზმებად, რომლებიც იძულებით ეგუებიან გარემო პირობებს და არ გარდაქმნიან მას, საერთოდ არ ერევიან მისი პროცესების მიმდინარეობაში. ამ შრომამ საფუძველი დაუდო ბიოსფეროს სისტემატურ მეცნიერულ შესწავლას, გაჩნდა ახალი შეხედულებანი და მოსაზრებანი, რომლის თანახმადაც, დედამიწის თანამედროვე სახე, გეოგრაფიული გარსის ყველა კომპონენტი: ატმოსფერო, წყალი, ქერქის ამგებელი მასალის მთელი კომპლექსი თავის არსებობას და ქიმიურ შემადგენლობას უპირველეს ყოვლისა, ცოცხალ ორგანიზმებს უნდა უმაღლოდეს. რომელიც ვერნადსკის გაგებით, მაკავშირებელი რგოლია დედამიწასა და კოსმოსს შორის— კოსმოსიდან დედამიწაზე ოზონის ეკრანის მიერ ტრანსფორმირებული ენერჯის ხარჯზე ისინი გარდაქმნიან, აცოცხლებენ მკვდარ ნივთიერებებს, რითაც ქმნიან მატერიალური სამყაროს სულ ახალ-ახალ ფორმებს და ძლიერ აჩქარებენ დედამიწაზე მიმდინარე პროცესებს. გეოგრაფიული გარსი გასცემს ნივთიერებასა და ენერჯიას ცოცხალი ორგანიზმებისათვის, ეს უკანასკნელი კი მათ გადაამუშავებენ.

ვ.ვერნადსკიმ ჩამოაყალიბა ცოცხალი ორგანიზმების შემდეგი ფუნქციები: 1. სხვადასხვა სახეობის აირწარმოქმნელი, 2. ჟანგბადწარმოქმნელი, 3. მჟავური რეაქტივის. 4. კალციუმწარმოქმნელი, 5. აღმდგენელი, 6. მაკონცენტრირებელი, 7. ორგანული ნაერთების დამშლელი, 8. ხრწნის პროცესის წარმმართველი.

მოგვიანებით ა.პელერმანმა, ა ლაპომ, ა იაროშევსკიმ და სხვებმა, სცადეს ვერნადსკის ჩამონათვალის შევსება, მიუმატეს მას რამდენიმე ახალი ფუნქცია, ზოგიერთი მათგანი კი გააერთიანეს.

პლანეტარული ცოცხალი მასა, ანუ ბიოტა, გეოგრაფიული გარსის განვითარებაში სხვადასხვა ფორმით იღებს მონაწილეობას, იგი, როგორც მნიშვნელოვანი ფაქტორი, მოქმედებს იმისათვის, რომ შეინარჩუნოს და ოპტიმალურად მოირგოს თავისი საცხოვრებელი გარემო, ანუ შეასრულოს სხვადასხვა მისია.

აიროვანი ფუნქცია— ვერნადსკის მიმდევარი გეოქიმიკოსის ა. იაროშევსკის აზრით, ეს არის არა აიროვანი, არამედ კონკრეტულად ჟანგბადოვანი ფუნქცია. ჩვენი აზრით კი, არ შეიძლება ასე შევამციროთ ცოცხალი ორგანიზმების როლი, ვინაიდან სუნთქვისა და გარემოსთან ურთიერთობის შედეგად მიმდინარეობს არა მარტო ჟანგბადის, არამედ ნახშირორჟანგის, წყლის ორთქლის, აზოტის (მართალია მცირე რაოდენობით) და სხვა აირების გამოყოფა—შთანთქმა. ამ ფუნქციამ უზრუნველჰყო ატმოსფეროში, ლითოსფეროსა და ჰიდროსფეროში გახსნილი აირების არსებობა. ა. ბუსენგო და ი.გიუმა (1844) ცოცხალი ორგანიზმების გავლენას ატმოსფეროს აიროვან შემადგენლობაზე შემდეგნაირად ხსნიდნენ: „სიცოცხლე ატმოსფეროს დანამატად შეიძლება ჩაითვალოს, ვინაიდან მისგან იღებს თავისი ნივთიერებების უმეტეს ნაწილს, ხოლო სიკვდილს შემდეგ უკან უბრუნებს იგივე ნივთიერებებს“. ვ. ვერნადსკი კი ასკვნის: „სიცოცხლე უეჭველად მეტია, ვიდრე ატმოსფეროს დანამტი, იგი აქტიურად ცვლის ტროპოსფეროს, ამდიდრებს რა მას ნივთიერებებით, რომლებიც მოიცავს მთელ მის ქიმიურ შემადგენლობას“. ვ.ბლაგოტოვის აზრით, ატმოსფეროში ჟანგბადის არსებობის ორი ძირითადი წყაროა; 1. ეს არის ფოტოსინთეზი და 2. წყალქვეშა ბაზალტური მაგმატიზმი. ბევრი ქიმიკოსის აზრით, ატმოსფეროში მოხვედრილი ჟანგბადის დიდი ნაწილი, ჟანგეულებისა და მათი შენაერთების სახით, სხვადასხვა ქანებშია განამარხებული. ორგანული ნივთიერებების წარმოშობა ხმელეთსა და ოკეანეში პირდაპირ უკავშირდება მზის სხივების ზემოქმედებას ქლოროფილზე, რომელიც მწვანე მცენარეულობაშია. მზიდან გეოგრაფიულ გარსში მოხვედრილი ყოველი მლნ ფოტონიდან, მხოლოდ 100 იხარჯება საკვების წარმოქმნაზე, აქედან 60—ს ხმელეთის მცენარეულობა მოიხმარს, ხოლო 40—ს კი—ოკეანის ფიტოპლანქტონი, მზის სხივების ეს

ნაწილი ჩვენი პლანეტის ორგანული ნივთიერებებით მომარაგებას უზრუნველყოფს. ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს გარკვეულ ტემპერატურულ პირობებში, კერძოდ, 3–35°-ზე C-ით. თანამედროვე ჰავის პირობებში ხმელეთის მცენარეულობას 133, 4 მლნ კვ.კმ უჭირავს, დანარჩენზე კი მცინვარები, წყალსატევები, შენობა-ნაგებობები და სხვაა განლაგებული (Л. Шүраев, 1977). ვარაუდობენ, რომ ოკეანის ბიომასა ბევრად ნაკლებია ხმელეთისაზე, მაგრამ მისი პროდუქტიულობა 328-ჯერ სჭარბობს ამ უკანასკნელისას, რასაც წყალმცენარეების სწრაფი თაობათა ცვლით ხსნიან (А. Рянчиков). ითვლება, რომ ბიომასის საერთო რაოდენობა 2 ტრილიონ 400 მლრდ ტონას აღწევს (Горшков ვ. 1996).

ენერგეტიკული ფუნქცია – ოკეანის თუ ხმელეთის ცოცხალი ორგანიზმები უდიდეს ზეგავლენას ახდენს დედამიწის ენერგიაზე, არასწორია აზრი იმის შესახებ, რომ ცოცხალი სამყაროს ენერგოფუნქცია მხოლოდ ფოტოსინთეზით და ჰემოსინთეზით შემოიფარგლება, ბიოტას, როგორც ენერგომატარებელს, ბევრად უფრო მეტი როლი ენიჭება ბიოსფეროში.

მზის ენერგიის სიდიდე 12×10^{33} ჯოულია წამში. დედამიწა მხოლოდ მის მცირე ნაწილს იღებს, კერძოდ, მთელი ენერგიის მემილიარდედი წილის $\frac{1}{4}$, ანუ $3, 6 \times 10^{26}$ ჯოულს წამში. ოზონის ეკრანის მიერ გადამუშვებულ ულტრამოკლეტალღოვან და ულტრაიისფერ რადიაციასზე მოდის მთელი შემოსული ენერგიის 8%, სპექტრის ხილულ ნაწილზე – 56% და ახლო ინფრაწითელზე – 36%. დედამიწის ზედაპირი და ატმოსფერო მზის რადიაციის მოკლეტალღოვანი ნაწილის 28% აირეკლავს, ეს არის ალბედო, დანარჩენი 72% ათბობს დედამიწას და მისგანვე გამოსხივდება მოკლე ტალღების სახით. ამ რადიაციის მცირე ნაწილი მაშინვე გაედინება კოსმოსში, უმეტესი კი ატმოსფეროდან ისევ დედამიწაზე ბრუნდება.

როგორც ადრე აღვნიშნეთ, საშუალო გლობალური ტემპერატურა +15°C-ის ტოლია, მაგრამ იქნებოდა -18°C, რომ არა წყლის ორთქლი, ნახშირორჟანგი, მეთანი, ოზონი და ფრეონი. კელვინით აბსოლუტურ ნული ტოლია – 273°C-ით. ამით ხაზგასმითაა მითითებული, რომ ჩვენი პლანეტის ზედაპირი მზის მოლეკულტალღოვანი რადიაციით თბება პირობითად აბსოლუტური ნულიდან, ანუ -273°C-დან -18°C-მდე, შემდეგ კი მას ემატება ატმოსფეროდან დედამიწისაკენ სათბურის ეფექტით გამოშვებული გამოსხივება და ასე აღწევს +15°C-ს. პროკარიოტი ჰემოსინთეტები, რომლებიც ეგუებიან მაღალ ტემპერატურას, ცოცხლობენ 70–120°C-ით. დაახლოებით 3 მლრდ წლის წინ ნახშირორჟანგმა ატმოსფეროში დაიწყო კლება, ამის მიზეზი გახდა პროკარიოტი ჰემოსინთეტი ბაქტერიების ჩონჩხისაგან კარბონატული ქანების წარმოქმნა, ნახშირორჟანგი სწორედ ამ ქიმიურ რეაქციაში იღებდა მონაწილეობას. ამან ისე შეასუსტა სათბურის ეფექტი, რომ საშუალო გლობალური ტემპერატურა +10°C-მდე დაეცა და დაიწყო პირველი გამყინვარება დედამიწის ისტორიაში. აქვე აუცილებლადაა გასათვალისწინებელი, რომ ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის, მეთანის, ნახშირმჟავას სხვა გაზების ემისიას ხელს უწყობს ბიოლოგიური პროცესები, ე.ი. სათბურის ეფექტი პირდაპირ კავშირშია ცოცხალ ბუნებასთან, აქვე დავძენთ, რომ ამ მტკიცებით სულაც არ მცირდება ცალკეული გეოლოგიური პერიოდების არაორგანული ბუნებრივი პროცესებიც (მაგ., ვულკანიზმი), რომლებიც ასევე დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს სათბურის ეფექტზე.

ცოცხალი ორგანიზმები ზრდიან დედამიწის ზედაპირის მიერ შთანთქმული მზის რადიაციის რაოდენობას, ამცირებენ რა ხმელეთის და ოკეანის ალბედოს, მაგალითად, გამოძშრალი, შიშველი ნიადაგიდან, ან თოვლიან- მყინვარიანი ზედაპირიდან არეკლილი მზის რადიაცია უფრო მეტია, ვიდრე ტყიდან, მინდვრიდან, პლანქტონით მდიდარი ოკეანის ზედაპირიდან, ან სხვა ცოცხალი მასით სავსე ადგილიდან. ალბედოთა შორის სხვაობა ათეულობით პროცენტია.

ცოცხალი ორგანიზმების ენერგეტიკული ფუნქცია იმაშიც გამოიხატება, რომ მკვდარი ორგანული მასის ნაწილი ხანგრძლივი დროით ინახება ბიოსფეროს სხვადასხვა დანაყოფში, თავისებურ ბუნებრივ რეზერვუარში, რომელსაც დეპონენტურ გარემოსაც უწოდებენ, ეს არის ნიადაგი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, ოკეანე, ფსკერის შლამი, მყინვარი, ატმოსფერო და სხვ. რომელთა რაოდენობის განახლებას ათასწლეული სჭირდება. ბევრი გაფანტული, გაბნეული ენერგიის კონცენტრაცია და აკუმულაცია ბიოგენური წარმოშობის დანალექ ქანებში მოხდა (ტორფი, საწვავი ფიქლები, ქვანახშირი, მურა- ნახშირი, ნავთობი და ბუნებრივი აირი).

არსებობს მოსაზრება, რომლის მიხედვით ნავთობ-გაზიანი საბადოები არაორგანული მასალისგან წარმოიქმნა, მაგრამ ბევრი მკვლევარი, მათ შორის ვ.ვერნადსკი მტკიცედ იზიარებენ აზრს ნავთობის ბიოგენეტური წარმოშობის შესახებ, ვინაიდან ამის დასამტკიცებლად უფრო მეტი არგუმენტია, ვიდრე

საწინააღმდეგო, თუნდაც ის, რომ ნავთობის შემადგენლობაში სრულადაა შემონახული, ან რამდენადმე ტრანსფორმირებულია ბიომოლეკულები. რომელთა შესწავლაც საშუალებას იძლევა აღვადგინოთ ნავთობწარმოქმნის ისტორია. ვერნადსკი ბიოტის ენერგეტიკულ თვისებებში ხედავს შიდა გეოსფეროების ფუნქციური დანიშნულების გასაღებს, იგი აღნიშნავს, რომ არა მარტო კლიმატოლოგიასა და მეტეოროლოგიაში, არამედ გეოქიმიასა და მინერალოგიაში მიმდინარე ცვლილებები, ანუ ქიმიური პროცესები უკავშირდება არა მხოლოდ დედამიწის და მისი ქერქის შიდა ფენების ენერგიას, არამედ მზის ენერგიას, ანუ კოსმოსურს და სწორედ ამ ცვლილებების მთავარი ფაქტორი სიცოცხლის ფენა, ანუ ბიოსფეროა, რომელშიც თავმოყრილი ორგანიზმები გვევლინება აღნიშნული ენერგიის აკუმულატორად, ხოლო შემდეგ, გეოქიმიურ და მინერალოგიურ პროცესებში მის გამანაწილებლად, ტრანსფორმატორად. ცხადია, რაც უფრო უკეთ გვეცოდინება ცოცხალი ორგანიზმების ენერგეტიკული თვისება, მით უფრო ადვილად გავშიფრავთ დედამიწის ქერქში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს.

ფილტრაციული ანუ გამწმენდი ფუნქცია. ცოცხალი ორგანიზმები პირდაპირ ან არაპირდაპირ მონაწილეობენ დედამიწის წყლის რესურსების ხარისხის გაუმჯობესება-აღდგენაში. პლანეტარული მნიშვნელობა ენიჭება ჰიდრობიონტებს, რომელთაც **ბიოფილტრატებს** უწოდებენ და რომლებიც ბუნების ე.წ. „ბუნების სასწაულად“ ითვლება, ისინი ოკეანის ზედაპირს ბალასტისაგან წმენდენ. ერთი წლის განმავლობაში ოკეანური ზოოპლანქტონისაგან 18 მლნ კუბ. კმ წყლის მასა იფილტრება და იწმინდება (Горшков, 1997წ.). ზოოპლანქტონი, ზედა 500 მ-იან ფენაში საკვებად იყენებს და აქუმულაციებს ბალასტს, მათ მიერ გადამუშავებული მასალა მძიმდება, ეშვება ფსკერისაკენ, სადაც ხელმისაწვდომი ხდება აქტიურად მცურავი, ე.წ. „ნექტონისათვის“ (თევზები და სხვ.), რომლებიც ბოლომდე ასრულებენ წყლის გაწმენდის ფუნქციას. რომ არა ზემოაღნიშნული, ოკეანის ზედაპირი მზის სხივებს და ენერგიას ღრმა ფენებში ვერ გაატარებდა, ასევე ვერ მოახდენდა მის აკუმულირებას და მით უმეტეს-გაცემას. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ხმელეთის წყლების გაფილტვრა-გაწმენდა. ცნობილია, რომ სასმელად ვარგისია არა წვიმის წყალი, არამედ მხოლოდ წყალშემცველი მიწისქვეშა ჰორიზონტებიდან გამოსული წყალი, ვინაიდან გაწმენდილია მარილებისა და სხვა დამაბინძურებელი მინერალებისაგან. აღნიშნული მიწისქვეშა, ბუნებრივი წყალმწმენდი „ლაბორატორიის“ მუშაობაში აშკარად იღებს მონაწილეობას ბიოსფეროს სხვადასხვა რანგის წარმომადგენელი. ჩვენთვის ცნობილია, რომ ბაიკალის ტბა მტკნარი წყლის ვეება მარაგს ინახავს, მისი სიმტკნარე განპირობებულია ტბის ქვაბულის ტექტონიკური გენეზისით, ვინაიდან ქვაბული წარმოქმნილია კრისტალური ქანების რიფტულ რღვევაში, მაგრამ არანაკლები მნიშვნელობის არის მეორე ფაქტორიც – ეს არის წყალშემკრები აუზის დიდი ტყიანობა და ტბაში მცხოვრები კიბორჩხალა ეპიშურა, რომელიც უდიდეს როლს თამაშობს ტბის წყლის გაწმენდაში.

ნებისმიერი წყალი, როგორი მღვრიე და მინარევებით გაჯერებულიც უნდა იყოს, გაივლის რა ტყის მასივს, ხდება გამჭვირვალე, უმჯობესდება მისი გემო და სუნის, მცირდება წყალში ნიტრატები, ამიაკები, პესტიციდები. განსაკუთრებული გამწმენდი ეფექტი გააჩნია ფიჭვნარს, არყნარს და ცაცხვიან ასოციაციებს, მაგალითისათვის აღვნიშნავთ, რომ სამოვრებიდან ჩამონადენ 1 ლიტრ წყალში აღმოჩენილია 920 ნაწლავის ჩხირი, ხოლო შერეული ფოთლოვანიდან კი-23 ჯერ ნაკლები (Побединский, 1979).

შეუფასებელია ცოცხალი ორგანიზმების მიერ ატმოსფეროს ფილტრაცია-გასუფთავების ფუნქცია. უკანასკნელი, ანუ მეოთხეული გამყინვარების დროს ანტარქტიდის თავზე ჰაერში მტვრის ნაწილაკების რაოდენობა 8-30-ჯერ მეტი იყო, ვიდრე დღეს, ხოლო ჩრდილო და ცენტრალური ანდების თავზე კი-200-ჯერ მეტიც. საშუალო გლობალური ტემპერატურა 5°C-ით იყო, მკვლევარები ვარაუდობენ, რომ ჰაერში მტვრის რაოდენობის ზრდა გამოიწვია ატმოსფეროს დამაბულობამ, გაჯერებამ და დიდ ფართობებზე მცენარეულობის უქონლობამ.

წყალმარეულირებელი ფუნქცია. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს სისტემაში: მცენარეული საფარი-ნიადაგი-ნიადაგქვეშა გრუნტი, რომელიც ტენის ერთიანი წყალშემკრები რეზერვუარია; ამ სისტემის ზედაპირული და ძირითადად კი მიწისქვეშა ჩამონადენისაგან იკვებება მდინარე, ოკეანე და ნებისმიერი სხვა წყალსატევი.

ზამთრის პერიოდში თოვლის უმეტესი მარაგი ტყიან ზონაში უფრო ინახება, ვიდრე უტყეოში, ვინაიდან ამ უკანასკნელში ხდება თოვლის გაფანტვა ქარისაგან. ტყიანი მასივი ფილტრავს და თან ინახავს ტენს, ე.ი. არეგულირებს დიდი ხნის განმავლობაში მის განაწილებას.

კონცენტრაციული ფუნქცია. ამ ფუნქციაში ვ.ვერნადსკი გულისხმობდა ცოცხალი ორგანიზმების თვისებას გარემოსგან შერჩევით მიიღოს გარკვეული ქიმიური ელემენტები და მოახდინოს მათი კონცენტრაცია. ამ კუთხით განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბაქტერიების, წყალმცენარეების, ერთუჯრედიანების, ხავსების, მაღალი კლასის მცენარეთა მიერ კალციუმის მარილების გამოყოფა, რის შედეგადაც უდიდესი რაოდენობის კირქვა, ცარცი და ტუფი წარმოიქმნა.

ჰაერიდან მცენარე იღებს ბევრ დამაბინძურებელ აირს (ფტორიანი წყალბადი, გოგირდის ოქსიდი, ქლორი, აზოტმჟავას აირები, წყალბადის ორჟანგი და სხვ.).

ბიოტის მიერ წყალშიც მიმდინარეობს მინერალების შერჩევა და კონცენტრაცია, ასეთებია: კალციუმის ნახშირმჟავა მარილები, მაგნიუმი, სტრონციუმი, კაჟმიწა, ფოსფატები, იოდი, ფტორი და სხვ. შერჩევა მეტად თავისებურია, მიუხედავად იმისა, რომ ზღვის წყალში მაგნიუმი უფრო მეტია, ვიდრე კალციუმი, კაჟი კი სულაც ერთეული მილიგრამებია, ჰიდრობიოტა თავის ჩონჩხს რატომღაც არა მაგნიუმისაგან, არამედ კალციუმისა და კაჟისაგან აგებს.

ლითოსფეროში ცოცხალი ორგანიზმების საშუალებით ძლიერ იზრდება ამა თუ იმ მინერალის კონცენტრაცია, ასე მაგ., მანგანუმის 1 მლნ 200 000–ჯერ, რკინის 650 000–ჯერ, ვანდანიუმის 420 000–ჯერ, ვერცხლის 240 000–ჯერ, ასე, რომ ცოცხალი ორგანიზმები მონაწილეობას იღებს სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების გამდიდრებაში. ა. ხაბაკოვი და ლაპო (1987) აღნიშნავენ, რომ ბაქტერია არ ითვლება საბადოს ერთპიროვნულ შემოქმედად, არამედ იგი გვევლინება ბუნებრივ ტექნოლოგ – გამამდიდრებლად.

ნიადაგურ-ელუვიური ფუნქცია. ნიადაგის, სადაც ყველაზე მკაფიოდაა განსხეულებული ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნება, დამოუკიდებელ ერთეულად გამოყოფა ეკუთვნის ვ. დოკუჩაევს.

ნიადაგის ქვეშ სხვადასხვა გენეზისის დედაქანი ძევს. თუ რა როლი ენიჭება ცოცხალ ორგანიზმებს ნიადაგის წარმოქმნაში, ნათლად გვიჩვენებს გამოფიტვის ქერქის შესწავლა. ხმელეთის ზედა საფარს, რომელშიც შედის: ნიადაგი, ცოცხალი ორგანიზმები და დედაქანის ზედა ნაწილი– გამოფიტვის ქერქი ეწოდება. მისი ყველაზე სპეციფიური თავისებურება არის ბიოლოგიურ მიმოქცევაში აქტიური მონაწილეობა. ნიადაგური ორგანიზმები ცვლის ნიადაგის თვისებას და ორგანულ მასალას მის სხვადასხვა ფენაში ანაწილებს, ამის მაგალითად გამოდგება ნემომპალა და ე.წ. „წვიმის ჭიების“ ანუ ჭიკაყელების მიერ გამოყოფილი ორგანულ–მინერალური აგრეგატი კოპრულიტი, რომელიც ფუჭდება და იბერება, ამით კი ნიადაგის მსხვილი კონსისტენციები ეროზიისადმი მტკიცე, მდგრადი ხდება, კოპრულიტის მეშვეობით ნიადაგი წებოვანია და არ ემორჩილება გამოქარვას, ანუ დეფლაციას.

დესტრუქციული ფუნქცია. მწვანე მცენარეულობისაგან ფოტოსინთეზის შედეგად ატმოსფეროში ჟანგბადის ემისიამ დედამიწაზე ჟანგვითი პროცესების დაწყებას მისცა დასაბამი; ჟანგვითმა პროცესებმა კი, თავისთავად, ბევრი ელემენტის წარმოშობა განაპირობა. წინა ფუნქციების აღწერისას თითქმის ბოლომდე განვიხილეთ ბიოგენური დესტრუქცია, ანუ ორგანიზმების თვისება გახრწნას, დაჟანგოს და დაშალოს ნივთიერება, აღვნიშნეთ, რომ ორგანული ნივთიერების დაშლისას გამოიყოფა აირები: მეთანი, გოგირდწყალბადი და სხვ. ანუ ხორციელდება აიროვანი ფუნქცია.

ლიქენების ფესვურები, ე.წ. „პიფები“ პირველადი მინერალების მცირე ხარისხით დანაწევრებას ახდენს, აღწევს რა მასში 1–2 მმ–ის სიღრმეზე, მაგრამ ასეთი მცირე დანაწევრებაც კი საკმარისია ქანების შემდგომი ბიოფიზიკური დეზინტეგრაციისათვის, ვინაიან მათში ფეხს იკიდებს მაღალგანვითარებული მცენარის ფესვი. მკვრივი დედაქანის დაშლა ყველაზე გავრცელებული ნიადაგ–ელუვიური ფუნქციაა. დედამიწის ცოცხალ გარსში ყოველდღიურად წარმოიქმნება მილიონობით ტონა მცენარეული ნივთიერება (მარტო ხმელეთზე 55 მლრდ ტ. ლ. Шынаев, 1977). კვდომის შემდეგ მათი 90% გადადის აიროვან ფაზაში, ხოლო დანარჩენი კი მინერალური ნართების სახით განამარხდება დედამიწის ქერქში, მაგ., ქვანახშირი.

არის შემთხვევები, როდესაც ბიოტა თვითონ ხდება დესტრუქციის პირდაპირი ფაქტორი და არა მიზეზი, ასე მაგ.: წყალსატევის კარბონატულ ქანებში გვხვდება წყალმცენარეები და მზურღავი ციანო–ბაქტერიები, რომელთა საშუალებით ბიოლოგიურ მიმოქცევაში ბრუნდება არა მარტო კალციუმი, არამედ მაგნიუმი და ფოსფორი. მსხვილმარცვლოვანი მასალის დაშლაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მიკროორგანიზმების მოქმედებას; სუბაქვალურ პირობებში შვერილები, ლოდები, კენჭები გაცილებით

სწრაფად ირეცხება და მრგვალდება იმის შემდეგ, რაც მათი შემადგენლობიდან მიკროორგანიზმები გაქმნიან გამოიტანენ.

მიკროორგანიზმების დესტრუქციულ ფუნქციას ხშირად დიდი ეკონომიკური ზარალის მიყენება შეუძლია, ასე მაგ., თუ გრუნტის წყლებში არსებობს ამონიუმის შენაერთი, ან შლამისაგან დაგროვილია გოგირდწყალბადი, თიონური ბაქტერია წყალქვეშა ბეტონის ნაგებობას აქტიურად შლის, ვინაიდან გოგირდწყალბადს მჟავად გადააქცევს, ამ უკანასკნელის მეტად დამანგრეველი თვისება კი კარგადაა ცნობილი.

სატრანსპორტო ფუნქცია. . სატრანსპორტო ფუნქცია 2 სახისაა 1) ზომისა და მიერ ელემენტების აქტიური გადატანა, ანუ **ანადრომული ფუნქცია**. ამის მაგალითია სარანჩის გუნდის გადაფრენა, რომლის მასა ზოგჯერ 44 მლნ ტონას და უფრო მეტსაც შეადგენს. ცნობილია ფაქტი (1889), როდესაც ჩრდილო აფრიკის სანაპიროდან წითელი ზღვის გავლით არაბეთში გადაფრინდა სარანჩის გიგანტური გროვა, პროცესი მთელი დღე გრძელდებოდა. ვ.ვერნადსკი აღნიშნულ ფაქტში ხედავდა დიდ მანძილზე ცოცხალი ორგანიზმების ჰაერის მასების მოძრაობასთან შეთავსებულ მიგრაციას. 2) ტრანსპორტირების სხვა სახედ შეიძლება ჩაითვალოს ბიომასის პასიური გადატანა წყლით, გრუნტით, ჰაერის მასებით, ასე მაგ., სტეპებსა და ნახევარსტეპებში ხმელი ბურბურას ბულულების გადატანა ქარის მიერ, ასევე მცენარეული მტვერის, თესლის და სხვა ბიომასის გადატანა მწერების, ფრინველების, წყლის, ჰაერის მასების და გრუნტის მიერ. მკვდარი ორგანიზმების დიდი მასა გროვდება ჩადაბლებებში, სხვადასხვა წყალსატევებში, რაც ხშირად აფუჭებს წყლის ხარისხს.

ვ. ვერნადსკის აზრით (1926) : „დედამიწის ზედაპირზე არ არსებობს ქიმიური ძალა, უფრო მუდმივმოქმედი და ამიტომაც საბოლოო შედეგით უფრო ყოვლისშემძლე, ვიდრე ერთად აღებული ცოცხალი ორგანიზმებია“.

ცოცხალი ორგანიზმების ზემოქმედება იწვევს, როგორც ქიმიურ, ისე ფიზიკურ პროცესებს, რაც საერთო ჯამში ბიოსფეროს დინამიკის გამოხატვაა.

ძნელი შესამჩნევი არ არის, რომ ბიოსფეროს საზღვრები, საერთო ჯამში, არა მარტო სივრცობრივად, არამედ მატერიალურ-ენერგეტიკულადაც, სწორედ გეოგრაფიული გარსის საზღვრებს ემთხვევა, „ ბევრ ავტორს ეს უფლებას აძლევს გააიგივოს და სინონიმებად ჩათვალოს „ბიოსფერო“ და ‘გეოგრაფიული გარსი“. (К Марков, Горшков и др.). მაგრამ ჩვენის აზრით, გეოგრაფიული გარსი, ბევრად უფრო ფართო მასშტაბისაა, ვიდრე ბიოსფერო, ვინაიდან სიცოცხლე და ბიოსფერო დედამიწაზე მხოლოდ მაშინ წარმოიშვა, როდესაც გეოგრაფიულმა გარსმა მიაღწია ამისთვის აუცილებელ განვითარების დონეს. ცოცხალი ორგანიზმების და ბიოსფეროს ევოლუცია მიმდინარეობს და ემორჩილება (ადამიანის გარდა) იმ გარკვეულ პირობებს, რომელსაც მას გეოგრაფიული გარსი უქმნის. ვინაიდან ამ უკანასკნელს გააჩნია ბევრი ისეთი თვისება და ბუნებრივი სისტემა, რომელიც გენეტიურად არ არის დაკავშირებული ბიოსფეროსთან, მაგრამ აუცილებელია სიცოცხლის არსებობისათვის; ასეთია თუნდაც ატმოსფერო და მისი ცირკულაცია.

ამრიგად, შეიძლება ჩამოვაცალიბოთ გეოგრაფიული გარსის შემდეგი პარადიგმა:

გეოგრაფიული გარსი ეს არის ბუნებრივი წარმონაქმნი, ერთიანი და მთლიანი, სფეროსებური ფორმის მქონე მატერიალურ-ენერგეტიკული სისტემა, რომელიც შეიქმნა და ვითარდება ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ატმოსფეროს და ბიოსფეროს ურთიერთზემოქმედებით და რომელზეც განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მნიშვნელოვანწილად ზემოქმედებს ნოოსფერო.

თავი 27. სითბოს და ტენის მიმოქცევა ბიოსფეროში

27 .1. სითბოს მიმოქცევა ბიოსფეროში.

მცენარეებში ფოტოსინთეზის რეაქციას მზის რადიაცია წარმართავს, ოღონდ სინათლის მოთხოვნა ცალკეულ ორგანიზმებში არაერთგვაროვანია. ზოგიერთი მცენარე სიბზნელეს საერთოდ ვერ იტანს, მეორენი კი პირიქით –საჭიროებენ მას. მწვანე მცენარეთათვის მნიშვნელოვანია არა მარტო მზის რადიაციის რაოდენობა, არამედ მისი ხანგრძლივობაც; ასე მაგ : მზის სინათლის ხანგრძლივობის შემცირებისას თამბაქოს, სოიოს, ლობიოს და სიმინდის რეაგირება დაჩქარებული ყვავილობით და მსხმოიარობით გამოიხატება, იმ დროს ,როდესაც ხორბალი, შვრია, სელი და ჭვავი მხოლოდ

ხანგრძლივი სინათლის პირობებში იწყებს ყვავილობას. სინათლის საერთოდ უკმარისობა კი მცენარეთა დაღუპვას იწვევს.

მცენარის ფოთოლი შთანთქავს მასზე დაცემული მზის რადიაციის 75%, აქედან ფოტოსინთეზს ხმარდება 1–5%, დანარჩენი კი ფოთლის გათბობასა და ტრანსპირაციაზე იხარჯება. ტყეში მზის რადიაცია დიდ ფართობზე ნაწილდება, ენერჯის დიდი ნაწილი ხმარდება აორთქლებას და ფიზიოლოგიურ პროცესებს, ამიტომ დღისით ტყეში ჰაერის ტემპერატურა ბევრად უფრო დაბალია, ვიდრე მიწაზე, ღამით კი – პირიქითაა. სითბური რეჟიმის თავისებურება ტყის არეალში მიმდინარე ყველა პროცესზე აისახება: ასე მაგ.: თოვლის დნობა 5–25 დღით იგვიანებს., იმის მიხედვით თუ როგორი სიხშირისაა ტყე, დნობის შეყოვნებას კი ნაღობი წყლის ჩამონადენის დროში განაწილება და ნიადაგურ საფარსა და გრუნტში მისი ინტენსიური ინფილტრაცია მოსდევს.

არსებობს მოსაზრება, რომ მცენარეს საშუალოდ 0–დან 70°C ტემპერატურის პირობებში შეუძლია იარსებოს (ქვედა საზღვარი ორგანიზმებში წყლის გაყინვის ტემპერატურაა, ხოლო ზედა – ზოგიერთი მცენარეული ცილის შედედების, აქრის ტემპერატურულ ზღვრად ითვლება), სინამდვილეში მცენარეს გააჩნია უნარი იარსებოს უფრო დიდი ტემპერატურული ინტერვალის პირობებშიც, ვინაიდან იგი შეიცავს არა სუფთა წყალს, არამედ ხსნარს. ეს უკანასკნელი კი მხოლოდ მეტად დაბალი ტემპერატურის დროს იყინება. ორგანიზმის კაპილარებში არსებული სუფთა წყალი მეტისმეტად ცოტა იმისათვის, რომ გაყინვით მცენარის დაღუპვა გამოიწვიოს; ისეთი მცენარეები, როგორცაა არყის ხე, ცირცელი (იგივე ჭნავი), მურყანი (ანუ თხმელა) უძლებს –20°C–ს, მუხა და წიფელი კი – –25°C–ით. დაბალი ტემპერატურების დროს ზოგიერთ მცენარეში გაყინვას წყლის შემცირება, ან შაქრის კონცენტრაციის მომატება აფერხებს; შეგუების ერთ–ერთი სახეა ზრდის შეჩერება ანუ „ზამთრის ძილი“. შედარებით დაბალი რანგის მცენარეები კი თესლის, ძირხველების, ბოლქვების ან სპორების სახით გამოიზამთრებენ; სოკოს გამომშრალი სპორები ლაბორატორიულ პირობებში –253° C–ით რამდენიმე დღე უძლებს. საერთოდ ცნობილია, რომ მცენარისათვის მაღალი ტემპერატურა ბევრად უფრო საშიშია, ვიდრე დაბალი, ვინაიდან ამ დროს არა მარტო ცილების შედედება მიმდინარეობს, არამედ სუნთქვისას ძლიერ იზრდება CO₂–ის ასიმილაცია და ორგანიზმებში ყალიბდება ორგანული ნივთიერებების უარყოფითი ბალანსი. მაღალი ტემპერატურის დროს სწრაფად იღუპება მიკრობებიც, 50–60° C–ით ტემპერატურისას ნახევარ საათში იღუპება ბაქტერიები, რომლებიც სპორებით არ მრავლდება, მაშინ როდესაც თერმოფილი ბაქტერია ძალიან მაღალ ტემპერატურას უძლებს.

ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებებს ცხოველებიც სხვადასხვაგვარად ეგუებიან; ასე მაგ.: მხოლოდ ყველაზე დიდი ზომის საიმპერატორო პინგვინი რჩება ზამთრის განმავლობაში საცხოვრებლად ანტარქტიდაში, სადაც ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა –60 °C–ით, ხოლო მათი სხვა სახეობები, როგორცაა თუნდაც მცირე ზომის გალაპაგოსის პინგვინი, ეკვატორამდეც კი აღწევს. მაკმერდოს მშრალ ხეობაში, რომელიც ტრანსანტარქტიდის მთების ძირში მდებარეობს და მეტსახელად „ქარბუქის ხეივანი“ ეწოდება. შტორმის ძალის ქარის სიჩქარე 160 კმ/სთ აღწევს და იგი რამდენიმე კვირა, ზოგჯერ მთელი წლის განმავლობაშიც გრძელდება, პინგვინები ქარბუქისაგან გადასარჩენად ერთად გროვდებიან. მამრი პინგვინები პერიოდულად ერთმანეთს ენაცვლებიან და კიდიდან კოლონის შიგნით გადადიან, სადაც ტემპერატურა რამდენიმე ათეული გრადუსით მაღალია. პინგვინის ფრთებიც განსაკუთრებული სტრუქტურისაა: დაფარულია უხეში ბუმბულით, რომლის ძირში არსებული ღინღლი თბილ ჰაერს აკავებს, ხოლო ცხიმოვანი წვერი კი სიცივეს და წყალს არ ატარებს. რაც შეეხება სხვაგან მცხოვრებ ცხოველებს, ზოგიერთს ზამთარში უფრო ხშირი ბეწვი ეზრდება, ზოგი მათგანი კი ზამთრის ძილს ეძლევა. მაღალი ტემპერატურების ზონაში მცხოვრებ ცხოველებს გრძელი კიდურები და ყურები ეზრდებათ. ისინი ძირითადად ღამის აქტიურ ცხოვრებას ეწევიან, როცა ტემპერატურა საგრძნობლად იკლებს; ზოგიერთი მათგანი კი დღის ხვატს მიწაში ღრმად გათხრილ სოროში ემალება.

27.2. ტენის მიმოქცევა ბიოსფეროში. ტრანსპირაცია.

მცენარისათვის ტენის ძირითად წყაროს ნიადაგიდან მის მიერვე შთანთქმული წყალი წარმოადგენს; ტენის გასავალი კი უმეტესად ტრანსპირაციით, ანუ მცენარის მიერ წყლის აორთქლებით მიმდინარეობს. წელიწადის თბილი სეზონების დროს დედამიწის უმეტესი ნაწილი მცენარეულითაა დაფარული;

ტრანსპირაციის სიდიდე დამოკიდებულია ამ მცენარეთა ფოთლების ზომასა და მათზე არსებული ხვრელების რაოდენობაზე, განათების ინტენსივობაზე, ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, ქარის სიჩქარესა და სხვა მრავალ კომპონენტზე.

ტრანსპირაცია საკმაოდ რთული ბიოლოგიური პროცესია; ამ დროს მცენარე ფესვებით ნიადაგიდან წყალს შეიწოვს და მთელ სისტემაში ქვემოდან ზემოთ, მათ შორის ფოთლებშიც ანაწილებს, ამ უკანასკნელის ერთ-ერთ ფუნქციას კი ტრანსპირაცია წარმოადგენს. მცენარისათვის ძირითადად კაპილარული და ნაწილობრივ აპკისებური წყალია ყველაზე ხელმისაწვდომი. ზოგჯერ იგი გრავიტაციულ წყალსაც იყენებს. მცენარის ფესვები ცივ წყალზე უფრო ადვილად თბილ წყალს შეიწოვს, ვინაიდან დაბალ ტემპერატურაზე წყალი ბლანტი ხდება, რაც ძლიერ ამცირებს პლაზმის წყალგამტარობას. პოლარული მხარის მცენარეებს $-1,5^{\circ}\text{C}$ -იანი ტემპერატურის წყალიც შეუძლიათ შეიწოვონ. მაღალი რანგის მცენარეები წყალს ფესვებით იღებენ, ხოლო სამხრეთ ამერიკის ტროპიკულ მცენარეებზე მცხოვრები ლიანები, წყალს ფოთლებითაც ისრუტავენ.

ჰაერი რაც უფრო მეტად ტენიანია, მცენარე მით მეტად ამცირებს ტრანსპირაციას, ხოლო ინტენსიური აორთქლების შემთხვევაში კი ფესვებით უფრო მეტ წყალს შეიწოვს. ტენის შემოსავალ-გასავლის ბალანსს დიდი მნიშვნელობა გააჩნია, ვინაიდან ინტენსიური ტრანსპირაციის დროს მცენარე თვით წყლით მდიდარ გარემოშიც კი განიცდის ტენის უკმარისობას და რადგან ფესვების მიერ წყლის შეწოვის შესაძლებლობასა და ტრანსპირაციას შორის ბალანსი ირღვევა, იწყება მისი ფიზიოლოგიური ხმობის პროცესი.

მცენარეზე თვალნათლივ აისახება წყლით კვების რეჟიმის თავისებურება, რის მიხედვითაც მცენარეთა შემდეგი სახეები გამოიყოფა:

ჰიდროფიტი ისეთი მცენარეა, რომლის მხოლოდ ქვედა ნაწილია წყალში მოქცეული (ლერწამი, ბრინჯი).

ჰიგროფიტები იზრდება დაბურული ადგილების წყლით გაჯერებულ ნიადაგში, სადაც ასევე მაღალია ჰაერის ტენიანობაც (გვიმრა, შვიტა).

მეზოფიტები ისეთი მცენარეებია, რომელთაც ესაჭიროებათ ზომიერად ტენიანი ჰავა და ნიადაგი.

ქსეროფიტები იზრდება მეტისმეტად მცირე რაოდენობის ტენის მქონე, მშრალ ადგილებში.

სიმშრალისადმი გამძლეობა პლაზმის ის განსაკუთრებული თვისებაა, რომლის დროსაც მცენარე ნიადაგიდან მაქსიმალურად იწოვს რა წყალს, ამავე დროს, ამცირებს ტრანსპირაციას. ზოგიერთ ქსეროფიტს გააჩნია დატოტვილი ფესვთა სისტემა, რათა ზედა ჰორიზონტების წყალი დიდი ფართობიდან მოიპოვოს; ზოგიერთს, პირიქით, გრუნტში ღრმად ჩაზრდილი გრძელი ფესვი ეზრდება, რომელითაც ქვედა ჰორიზონტებიდან იღებს ტენს, ასე მაგ.: აქლემის ეკლების ფესვი არ განიცდის წყლის უკმარისობას, ვინაიდან 15 მ-ის სიღრმიდან შეუძლია მისი შეწოვა.

ბოლქვიანი მცენარე ტრანსპირაციის რეგულირების სხვა მეთოდით სარგებლობს: მისი მიწისზედა ნაწილი კვდება, საკვები ნივთიერებები კი ხელსაყრელ დრომდე მთლიანად ბოლქვში რჩება. ზოგიერთი მცენარე მზის მიმართ ფოთოლს გვერდულად მიმართავს და ამით ტრანსპირაციას ამცირებს, განსაკუთრებით საინტერესოა ფოთლების ნაწილობრივი ან მთლიანი რედუქცია, ანუ მათი ღეროზე მჭიდროდ მიკრულ ქერცლებად ან სულაც, ეკლებად გადაქცევა; მცენარეზე ასევე ვითარდება უამრავი ბუსუსი, რომელიც მას გადახურებისგან იცავს. იგივე დანიშნულების მქონეა გვალვის პერიოდში ზოგიერთი მცენარის ფოთოლის ტყავისებურად გამკვრივება ან მასზე ცვილისებრი ფენის გადაკვრა,

სუკულენტების ანუ კაქტუსისებრთა გარკვეული ჯგუფი წყალს ფოთლებში, ღეროსა და მიწისქვეშა ნაწილებში აგროვებს; მათ გააჩნიათ ხორციანი (აჰავა, ალოე) ან რედუცირებული ღეროები და ფოთლები (კაქტუსი, რძიანა). გვალვის პერიოდში სუკულენტები დაზოგილად ხარჯავენ წყალს, მათგან ტრანსპირაციაც ასევე სუსტად მიმდინარეობს.

ზოგიერთი მცენარე წყლის უკმარისობის მიმართ შეგუებას ძალიან მოკლე სასიცოცხლო ციკლით გამოხატავს— იგი მხოლოდ წლის ტენიან პერიოდში ხარობს. ერთწლიან მცენარეებს—**ეფემერები**, ხოლო მრავალწლიანს **ეფემერიოდები** ეწოდება.

თავი 28. ბიოსფერო და ადამიანი

ადამიანის ზემოქმედება ბუნებრივ გარემოზე ყოველდღიურად იზრდება, ამას განაპირობებს მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი და თვით ადამიანის დაუოკებელი სწრაფვა უკეთესობისაკენ. თავის მიზანს იგი სწორედ გარემოზე ზემოქმედების ხარჯზე აღწევს. ყველაზე ძლიერ ზეწოლას ხმელეთი განციდის, ვინაიდან იგი ადამიანის საცხოვრებელია. დაბინძურება ხმელეთიდან ვრცელდება წყალსა და ჰაერშიც, სამწუხაროდ, არა მხოლოდ კონტაქტის არეში, არამედ საკმაოდ შორს დედამიწის წიაღში, ოკეანის სიღრმესა თუ ატმოსფეროს მაღალ ფენებშიც. ადამიანი ისევე ვერ შეიგრძნობს თავის ზემოქმედებით დაბინძურებული გარემოს ცვლილებებს, როგორც ვერ გრძნობს დედამიწის ზედაპირზე დროსა და სივრცეში გადაადგილებას, ორივე შემთხვევაში ცვლილებები მხოლოდ შედეგებით აღიქმება, პირველის დროს ეს არის ეკოლოგიური ცვლილება, მეორის დროს კი დღე-ღამის მონაცვლეობა.

თავისი ზემოქმედების ქვეშ არსებული გარემოს ცვლილებას ადამიანი დაცულ ტერიტორიებთან მათი შედარებით ზომავს; მართალია ეს უკანასკნელი ადამიანის ზეგავლენას ნაკლებად განიცდის, მაგრამ ვერ ასცდება გლობალური ბუნებრივი მდგომარეობის შეცვლით გამოწვეულ პროცესებს, ამიტომ სწორედ დაცული ტერიტორიების მეცნიერული შესწავლა გვაძლევს გეოეკოლოგიური პროგნოზირების საშუალებას, რაც გეოგრაფიული გარემოს ყველა კომპონენტის (დედამიწის ქერქი, ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, მცენარეული საფარი, ცხოველთა სამყარო) დაზიანების მიზეზების დადგენასა და მათ დროულ აღმოფხვრაში გვეხმარება, სწორედ ამისთვის მიმართავენ მეცნიერები სისტემატურ გეოეკოლოგიურ მონიტორინგს. ცოცხალი ორგანიზმების რომელიმე სახეობის არსებობის ხანგრძლივობა დაახლოებით 4 მლნ წელია, მკვლევართა აზრით ყოველწლიურად ბუნებრივი გზით 4 სახეობა ქრება. სამწუხაროდ, ადამიანმა ეს კანონზომიერება დაარღვია და სახეობათა გაქრობის ტემპი დააჩქარა: ანთროპოგენის პერიოდში ყოველწლიურად ათობით სახეობის ცოცხალი ორგანიზმი ქრება. 1600 წლიდან დღემდე სურათი შემდეგნაირად ნაწილდება: გაქრა მაღალი რანგის მცენარეთა სამყაროს 384, თევზების -23, ქვეწარმავლების-21, ფრინველების-113, ძუძუმწოვრების-83 სახეობა. განსაკუთრებით დაზარალდა ოკეანური კუნძულების ფაუნა. გამოანგარიშებულია, რომ 2010 წლისათვის ბიოსფეროს უნდა დაეკარგა აქამდე არსებული სახეობების 15% (Савцова Т. М. 2005).

მეორეს მხრივ, დედამიწაზე იზრდება ადამიანის მიერ ხელოვნურად გამოყვანილი და შერჩეული ორგანიზმების რაოდენობა; ზოგიერთი ცხოველის არსებობა სწორედ მათმა მოშინაურებამ გაახანგრძლივა. მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის სულადობამ 1,4 მლრდ-ს გადააჭარბა, ადამიანმა გამოიყვანა 25 სახეობის ძუძუმწოვარა ცხოველი, მათ შორის, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის 400-მდე ჯიშში, ცხვრის-250, ძაღლის-350 და სხვ. გამოყვანილთა შორის რამდენიმე სახეობის ფრინველიცაა; უნდა აღინიშნოს, რომ მოშინაურებულ ცხოველთა სახეობები ბევრად ჩამორჩება მცენარეთა შერჩევით მიღებულ სახეობებს, ასე მაგ. მხოლოდ ხორბლის 1000-მდე ჯიშია გამოყვანილი.

კაცობრიობისა და შინური ცხოველების ჯამური მასა 1860 წელს მთელი დედამიწის ბიომასის 5% შეადგენდა, 1940 წელს-10%, ამჟამად კი 40% მიუახლოვდა.

ადამიანის მიერ გამოყვანილი ცოცხალი ორგანიზმები ხასიათდება მაღალი პროდუქტიულობით და უკეთესი ხარისხით; ველური მარცვლეულის და ტყის ხილის ნაყოფი ბევრად უფრო წვრილია, ვიდრე მათი კულტურული სახესხვაობების. ადამიანის მსგავსად, რომელიც ძლიერ გაუუცხოვდა ბუნებრივ გარემოს, მის მიერ გამოყვანილი ჯიშებიც მხოლოდ ხელოვნური ზემოქმედებით თუ შენარჩუნდება, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაქრება.

ახალ პერსპექტიულ მიმართულებად ითვლება ოკეანის ბიორესურსების გამდიდრება მარიკულტურის ანუ სარეწი ორგანიზმების გამოყვანისა და მოჯიშების საშუალებით. მსგავსი ფაქტები ჯერ კიდევ არისტოტელეს აქვს აღწერილი, ასევე ცნობილია, რომ ჩვ. ერამდე 2000 წელს იაპონიის სანაპირო მიმოქცევის ზონაში ხამანწკების მოშენება-რეწვას მისდევდნენ. XIX საუკუნეში ხელოვნური გზით იღებდნენ ხამანწკებს სევასტოპოლშიც. იაპონია მარიკულტურის პიონერია, იგი მთელი მსოფლიო პროდუქციის 30% აწარმოებს. ტყის საფარი, რომელსაც ბუნებრივი გარემოს სტაბილურ განვითარებაში წამყვანი ადგილი უჭირავს. ცოცხალი ნივთიერებების მთავარი მდგენელი იყო და იქნება, იგი არეგულირებს სითბურ და აიროვან რეჟიმს, ტენიანობას, ნალექების წლიურ რაოდენობას და მიწისქვეშა ჩამონადენს. ტყის მასივების გაჩეხვას თან სდევს ადგილების გაუდაბნობა, ნიადაგის ეროზია.

1990 წლისათვის დედამიწის ფართობის 37% , ანუ 51,2 მლნ.კმ.კვ. ტყეს და ბუჩქნარს ეჭირა, უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე დედამიწის ტყის ფართობი 15 მლნ კვ.კმ-ით შემცირდა (აქედან

მხოლოდ 1971–1990 წ.წ.–ში 2 მლნ.კმ.კვ–ით.), გამოთვლილია, რომ ინდოეთში ყოველწლიურად ტყის გაჩეხვის კვალდაკვალ 6 მილიარდი ტონა ნიადაგური საფარი იკარგება (Савцова Т. М. 2005).

ბუნებრივ გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების ხარისხს საზოგადოების განვითარების დონე განსაზღვრავს, ადამიანმა არა მარტო ცხოველებს და ფრინველებს შეუცვალა ადგილი და საცხოვრებელი, არამედ შეცვალა მთელი ბუნებრივი ლანდშაფტი, გაჩეხა ტყე, გააფართოვა სასოფლო–სამეურნეო სავარგულები. ანთროპოგენური ზემოქმედებით გაიზარდა ევტროფირებული ტერიტორიების ფართობი. დიდ ქალაქებში ჩამოყალიბდა თავისებური არასასიამოვნო მიკროკლიმატი, გაქრა ცხოველთა და მცენარეთა გავრცელების ძველი და ჩამოყალიბდა ახალი არეალები, მაგალითად არხების გაყვანით ერთმანეთს დაუკავშირდა სხვადასხვა მდინარეთა აუზებისა და ოკეანეთა აკვატორიის ცხოველები.

ბუნებრივია, მსოფლიო მოსახლეობის რაოდენობა იზრდება, პარალელურად კიდევ უფრო კრიტიკული გახდება ეკოლოგიური მდგომარეობა. ადამიანმა თვითონ უნდა იკისროს განსაკუთრებული ზრუნვა გეოგრაფიულ გარსზე, მის თითოეულ კომპონენტზე, რადგან ერთი მათგანის უმნიშვნელო შეცვლაც კი შეუქცევად პროცესებს იწვევს მთელ სისტემაში, ცვლილებები განსაკუთრებით ბიოსფეროზე აისახება.

ნაწილი IV. გეოგრაფიული გარსი, ნოოსფერო

თავი 29. გეოგრაფიული გარსის განვითარების ეტაპები

ჯერ კიდევ ბოლომდე არ არის გაცემული პასუხი კითხვაზე: დედამიწის განვითარების რომელ ეტაპზე ჩამოყალიბდა გეოგრაფიული გარსი?

ს. კალესნიკი გეოგრაფიული გარსის წარმოშობას პლანეტის ფორმირების საწყის სტადიასთან ათანაბრებს (1970), სხვები, მათ შორის ზაბელინიც (1957) გეოგრაფიული გარსის ფორმირების დროდ პლანეტის განვითარების იმ სტადიას მიიჩნევენ, როდესაც მან მიაღწია ისეთ მასას, რომელსაც ძალუმს თავის გრავიტაციის ძალით შეიკავოს ატმოსფერო და ჰიდროსფერო. თუ დედამიწას შევადარებთ მზის სისტემის შიდა, ანუ დედამიწის რიგის პლანეტებს, დავრწმუნდებით, რომ იგი უნიკალურია თავისი მდებარეობით. იგი მზის სისტემაში ზუსტად საჭირო ადგილზე მდებარეობს, აქედან გამომდინარე მასზე არსებული წყალი ზუსტად ისეთი ტემპერატურისაა, როგორც ოპტიმალურია სიცოცხლის, მითუმეტეს, მაღალი რანგის სიცოცხლის განვითარებისთვის. ვენერას მზესთან სიახლოვემ გამოიწვია მეტისმეტად დიდი ტემპერატურისაგან მასზე არსებული წყლის აორთქლება; ასე რომ მას ვერ უშველა დედამიწის ტოლმა მასამ და გრავიტაციამ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე გეოგრაფიულ გარსში გამოიყოფა ოთხი ძირითადი ეტაპი:

1. **გეოლოგიურამდეელი ეტაპი.** არსებობს ჰიპოთეზა, რომ დედამიწის მასის გაზრდა გამოიწვია მისი წარმოშობის პირველ ეტაპზე ტყუპისცალი პლანეტის თეას შთანთქმამ. ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, რომ ორივე პლანეტა ერთ ორბიტაზე მოძრაობდა, რამაც საბოლოოდ შეჯახება გამოიწვია. დედამიწის მიერ თეას ნაწილის შთქნქმის შედეგად გაიზარდა და გაძლიერდა გეოფიზიკური ველები, რამაც, არა მარტო ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ჩამოყალიბება და შეკავება, არამედ მისი ბუნების უმთავრესი კომპონენტის - ცოცხალი ორგანიზმების და მთლიანად ბიოსფეროს შექმნა განაპირობა. ჰიპოთეზის თანახმად, ყოველივე ეს კი შემდეგი თანმიმდევრობით წარიმართა:
 1. პირველ რიგში გაძლიერდა გრავიტაციული ველი.
 2. გაჩნდა ისეთი ატმოსფერო, რომელიც შესაფერისი იყო დიდი პლანეტისათვის.
 3. წარმოიქმნა წყალი და ჰიდროსფერო, რომლისთვისაც აუცილებელი იყო ისეთი მკვრივი ატმოსფერო, როგორც თანამედროვეა.
 4. უკვე დიდი მასის პლანეტის შიდა ნივთიერებების გამკვრივების შედეგად შეიქმნა მაგნიტოსფერო.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის შემდეგ დედამიწის ზედაპირი გადავიდა ახალ სტადიაში - იგი გადაიქცა ბიოსფეროს განვითარებისთვის შესაფერის გეოგრაფიულ გარემოდ. დღეს უკვე ბევრი მეცნიერი საუბრობს ახალ ეტაპზე - ნოოსფეროზე.

2. **ბიოსფერომდელი (გეოლოგიური) ეტაპი.** გრძელდებოდა 4,5 მლრდ წლიდან 570 მლნ წლამდე. ჩამოყალიბდა კონტინენტები და ოკეანეთა ღრმულები. ურთიერთზემოქმედება ხდებოდა ატმოსფეროს, ლითოსფეროსა და ჰიდროსფეროს შორის. იმ დროინდელი ცოცხალი ორგანიზმები ფართო გავრცელებით არ ხასიათდებოდა და მეტად დაბალი რანგის იყო. გეოგრაფიული გარსის ზედა საზღვარი დედამიწის ზედაპირიდან 80 კმ-ის სიმაღლეზე გადიოდა, როგორც ცნობილია ესაა ვერცხლისფერი ღრუბლების გავრცელების ზონა, რომელიც გაყინული გაზების და ყინულისაგან შედგება, (ანუ წყლის ორთქლი წრებრუნვისას აღნიშნულ სიმაღლემდე აღწევდა) ; გარდა ამისა, ამ სიმაღლეზე გადის ჰომოსფეროს საზღვარი. ქვედა საზღვარი კი დანალექი შრის ქვედა საზღვარს გასდევდა , ვინაიდან დანალექი ქანები წარმოიქმნებოდა ლითოსფეროზე წყლის და ჰაერის ზემოქმედების შედეგად, ესაა იმ კომპონენტების გავრცელების არეალები, რომლებიც დედამიწის განვითარების პირველ ეტაპზე გეოგრაფიული გარსის მდგენელებს წარმოადგენდა.
3. **ბიოსფეროს ეტაპი.** გაგრძელდა 570 მლნ წლიდან 40 ათას წლამდე. ამ დროს წრებრუნვაში ჩაერთო ბიოგენური ფაქტორი. სინათლეზე ფოტოსინთეზის რეაქციის შედეგად ხდებოდა არაორგანული ნივთიერებების ორგანულად გარდაქმნა. ცოცხალი ორგანიზმების მონაწილეობის შედეგად გეოგრაფიული გარსის მანამდე არსებული კომპონენტები უფრო ერთიანი და სრულყოფილი გახდა. წარმოიქმნა გამოფიტვის ქერქი და ნიადაგი, ატმოსფეროს შემადგენლობაში გაჩნდა სხვადასხვა აირები. ბიოლოგიური წრებრუნვის შედეგად ასევე ამაღლდა კომპონენტების რანგი. გაჩნდა და წრებრუნვაში ჩაერთო მცენარეები და ცხოველები. ამავე დროს სადაფისებრი ღრუბლები და დანალექი ქანების ფენა გეოგრაფიული გარსის საზღვრის გარეთ მოხვდა: ზედა საზღვარმა დაიწია ოზონის ეკრანამდე, ანუ 25 კმ-მდე, ხოლო ქვედა კი– ჰიპერგენეზის არეალს დაემთხვა. ე.ი. სიმძლავრე დავიდა დაახლოებით 40 კმ-მდე, ანუ თანამედროვე გაგებამდე.
4. **ნოსფეროს, ანუ აზროვნების სფეროს ეტაპი.** ამ ეტაპზე წინა პლანზე გამოდის ბუნების და საზოგადოების ურთიერთზემოქმედება. ადამიანის გონიერი მოღვაწეობა შემდგომი განვითარების განმსაზღვრელი ხდება. წრებრუნვაში უკვე ჩართო ანთროპოგენური ენერჯია და ნივთიერებები. ჩამოყალიბდა ახალი კომპონენტები, რომლებიც ადამიანის ზემოქმედებისა და მოღვაწეობის კვალს ატარებს. ნოსფეროს ეტაპზე გეოგრაფიული გარსის საზღვრები თანდათან ფართოვდება ვინაიდან ადამიანი გასცდა დედამიწას და გავიდა კოსმოსში. პერპექტივაში კაცობრიობა აუცილებლად აითვისებს მზის სისტემას და, ალბათ ,სამყაროს სხვა ნაწილებსაც.

თავი 30. გეოგრაფიული გარსის ძირითადი კანონზომიერებები

გეოგრაფიული გარსის კანონზომიერებებს განაპირობებს კოსმოსური და პლანეტარული ფაქტორები, კერძოდ დედამიწის განსაკუთრებული ადგილი მზის სისტემაში. მთავრის და ყველა დანარჩენი კოსმოსური სხეულების ურთიერთზეგავლენა და თავისთავად დედამიწის მასა, მოცულობა, სიმკვრივე, ზედაპირის ფართობი, პლანეტის მოძრაობის სხვადასხვა სახე, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია: 1) მოძრაობა თავისი ღერძის გარშემო და ამ ღერძის დახრილობა ეკლიპტიკის სიბრტყის მიამრთ; 2) დედამიწისა და მთვარის მოძრაობა მზის გარშემო და 3) მთლიანად მზის სისტემის მოძრაობა გალაქტიკაში.

გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე პროცესები კანონზომიერად არის დაკავშირებული დედამიწის შინაგან აგებულებასთან, თუ მისი ზედაპირის თავისებურებებთან . მიუხედავად გარსის მცირე მასშტაბებისა (დაახლოებით 40 კმ), იგი თავადაც განაპირობებს ბევრ კანონზომიერად მიმდინარე პროცესს არამარტო დედამიწაზე არამედ მის ფარგლებს გარეთაც. გეოგრაფიული გარსის კომპლექსურ-სტრუქტურულიანი ორგანიზმის თავისებურებებიდან განსაკუთრებით გამოიკვეთება რამდენიმე კანონზომიერება, რომელთა გარეშეც მთელი დედამიწისეული თუ გეოგრაფიული სივრციდან შეიძლება არც კი გამხდარიყო აუცილებელი მისი (გარსის) გამოყოფა. ასეთი კანონზომიერებები რამდენიმეა: 1) ერთიანობა და მთლიანობა, რაც თვალნათლივ ენერჯიისა და ნივთიერებათა მუდმივ მიმოქცევაში გამოიხატება; 2) ზონალობა, აზონალობა; 3) გეოგრაფიული გარსის რიტმულობა და 4) ასიმეტრია, დისიმეტრიულობა.

30.1.რიტმული მოვლენები გეოგრაფიულ გარსში

გეოგრაფიული გარსის კანონზომიერებათა შორის ერთ-ერთი უმთავრესია მასში მიმდინარე პროცესების რიტმული ბრუნვა.

რიტმი ყოველთვის ერთი მიმართულებით განვითარებად და დროში განმეორებად პროცესთა კომპლექსს ეწოდება. იგი ორი სახისაა: 1.**პერიოდული**, რომელიც დროის ტოლ მონაკვეთში მეორდება; აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ დრო აბსოლუტურად ზუსტი არ არის, არამედ „კვაზი“ანუ შედარებით თანატოლია. 2.**ციკლური**, რომელსაც თუნდაც კვაზი განმეორებადობაც კი არ გააჩნია და იგი ნებისმიერ დროს შეიძლება განმეორდეს.

ხანგრძლივობის მიხედვით რიტმები შეიძლება იყოს 1)**ზესაუკუნოვანი**, 2)**შიდასაუკუნოვანი**, 3)**წლიური**, 4)**დღე-ღამური**.

დედამიწის ისტორიაში ყველაზე ხანგრძლივი – 180–220 მლნ. წლიანი რიტმი დაკავშირებულია მთელი მზის სისტემის გალაქტიკის ბირთვის გარშემო მოძრაობასთან. იგი განსაკუთრებით გააქტიურებული ტექტონიკური პროცესებით მათ შორის ოროგენიზით, ვულკანების ამოფრქვევით და კონტინენტების მოხაზულობის ცვლილებით გამოვლინდება, ეს უკანასკნელი კი განაპირობებს ჰავის გლობალურ ცვლილებას. დღემდე ჩვენთვის ცნობილ ოროგენეტულ ფაზებს შორის სწორედ ასეთი ხანგრძლივობა და თანმიმდევრობაა: კალედონური (კემბრიული–ორდოვიციულ–სილურული, 200 მლნ წ.), ჰერცინული (დევონი–პერმული, 180 მლნ წ.), ალპური (მეზოზოურ–კაინოზოურ, ტრიასი–ცარცი, 165 მლნ წ.).

ზესაუკუნოვანი შეიძლება ეწოდოს რიტმს, როდესაც დაახლოებით 1800–2000 წელიწადში ერთხელ მზე, დედამიწა და მთვარე ერთ სიბრტყეში ერთ სწორ ხაზზე მოექცევა, ამ დროს დედამიწა მზისაგან ყველაზე მოკლე მანძილითაა დაცილებული; აღნიშნული მდგომარეობა ჩვენს პლანეტაზე მოქცევის ძალების ცვლილებას იწვევს. რიტმი შემდეგი სამი ფაზისაგან შედგება: 1)**ტრანსგრესიული**– შედარებით მცირე პერიოდში (300–500 წ.) ვითარდება სწრაფად, ახასიათებს აცივება და ტენიანი კლიმატი, 2)**რეგრესიული**– მისი ხანგრძლივობა 600–800 წელს მოიცავს და თანხვედრა თბილი, მშრალი კლიმატი, 3)**გარდამავალი** – აღნიშნული ფაზა 700–800 წლიანია; ზოგიერთი მეცნიერის, მათ შორის ა.შნიტნიკოვის აზრით, პირველი ფაზის დროს დედამიწაზე გამყინვარება იწყება, იზრდება მდინარეთა ჩამონადენი და ტბების დონე, რეგრესიულის დროს კი მდინარეები მეჩხერდება და მყინვარები უკან იხევს.). ისტორიული ფაქტები ამ მოსაზრებას ადასტურებს; ასე მაგ.: არქეოლოგიური მონაპოვარი გვამცნობს, რომ ჩვენი წელთაღრიცხვის დასაწყისში რომის იმპერიის ლეგიონებმა საჰარა იმ დროს გადაკვეთეს, როდესაც იგი საშინელ უდაბნოს კი არა, არამედ თვალუწვდენელ სტეპს წარმოადგენდა. ასევე დასტურდება ისიც, რომ ჩვ.წ.აღ.–ის IX–X ს–ში რეგრესიულ მშრალ, თბილ ფაზაში გადალახეს ვიკინგებმა ატლანტის ოკეანე, აღმოაჩინეს გრენლანდია და, როგორც ბოლო დროს ამტკიცებენ, ჩრდილო ამერიკის კონტინენტიც. ლ.პეტერსონის აზრით მზის, მთვარის და დედამიწის ერთ ხაზზე დგომისას იზრდება მოქცევის ძალები, იცვლება ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია, ძლიერდება მერიდიანული მიმართულების მაკროფორმები, რაც ჩრდილო ნახევარსფეროში იწვევს აცივებას და ტენიანობის ზრდას (19). ჩვ.წ.აღ.–ის XII–XIII –ში გარდამავალი ფაზის გრილი, ტენიანი ჰავის დროს გაძლიერდა ოკეანის გამყინვარება, მყინვარებმა ჩაკეტა ვიკინგთა ტრადიციული გზები და მათი კოლონიები გაქრა.

ზესაუკუნოვანი რიტმს მიეკუთვნება დედამიწის მაგნიტური პოლუსის ცვალებადობაც და იგი ემთხვევა ძვ.წ.აღ.–ის IV ს, ჩვ.წ.აღ.–ის XV ს. და მომდევნო გამოთვლის თანახმად XXXIV ს–ში იქნება.

შიდასაუკუნოვანი რიტმებიდან გეოგრაფიულ გარსში ყველაზე მკაფიოდ აისახება მზის აქტივობასთან დაკავშირებული 11, 22, 33 და 100 წლიანი რიტმები, რომელსაც ა. ჩიჟევისკი უკავშირებს ვირუსულ ეპიდემიებს, ვულკანური პროცესების აქტივობას, ციკლონების გახშირებას და ძლიერ მაგნიტურ ქარიშხლებს; იგი მზის აქტივობის ასეთ 100 წლიან რიტმად აღიქვამს 2000 წელს. მ.ეიგენსონი, ე.მაქსიმოვი და სხვ. თვლიან, რომ 100 წლიანი რიტმი 70– 100 წ.–მდე პერიოდში ცვალებადობს, ხოლო რუბაშევი თვლის, რომ მისი პერიოდულობა 93 წელია.

11 წლიანი რიტმი ემთხვევა იუპიტერის მზის გარშემო ბრუნვის პერიოდს (9, 11 დედამიწისეული წელი), როგორც ჩანს რიტმი მზე–იუპიტერის სისტემაში მოქცევის წარმომქმნელი ძალების ცვლილებითაა განპირობებული; აღნიშნულ ციკლთან პირდაპირ კავშირშია ეგზოგენური, კერძოდ მეწყრული პროცესების გააქტიურება. 22 წლიანი რიტმის არსებობის დამადასტურებლად მ.ვოლფს და

ფ.ტერნერს მაგნიტური პოლარობის ფაქტი მოჰყავთ და აქვე მიუთითებენ, რომ იგი ლუწ თერთმეტწლიან პერიოდს ემთხვევა, ხოლო მისი ხანგრძლივობა დაახლოებით 850–2000 წელი გრძელდება, ანუ ზესაუკუნოვან რიტმში გადადის.

მზეზე ნივთიერებათა გახშირებული გამოტყორცნით გამოწვეულ მაგნიტურ ქარიშხლებს უკავშირებენ მეცნიერები ხალხის მასობრივ მღელვარებას, რევოლუციურ გამოსვლებს, ომებს და მართლაც, 1905 და 1917 წლების რევოლუციები ამ პერიოდს დაემთხვა, იგივე შეიძლება ითქვას 2000 წელს მომხდარ ომებზე ჩეჩნეთში, აფხაზეთში, შიდა ქართლის ცხინვალის რეგიონში. აღნიშნული ფაქტები ისე არ გავიგოთ, თითქოს მზე ისტორიულ მოვლენებს წარმართავს, არამედ გაზრდილი მაგნიტური ველი მოქმედებს საზოგადოების ფსიქოლოგიურ ფონზე, იზრდება ადამიანების აგრესიულობა და წარმოიქმნება კონფლიქტები.

წლიური რიტმები გამოწვეულია დედამიწის ორბიტალური მოძრაობით და მისი წარმოდგენითი ღერძის დახრით ეკლიპტიკის სიბრტყის მიმართ. იგი წელიწადის დროთა ცვლით გამოვლინდება; ამ დროს გეოგრაფიულ გარსში ხდება სტრუქტურული ელემენტების წლიური მონაცვლეობა: ლითოსფეროში წლის განმავლობაში იცვლება გამოფიტვის და სხვა ეგზოგენური პროცესების ინტენსივობა, ხოლო ჰიდროსფეროში: წყლის ტემპერატურა, მარილიანობა, სიმკვრივე, თევზების სეზონური მიგრაცია; ატმოსფეროში მიმდინარეობს ტენიანობის, ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექების სეზონური განაწილება, ხდება მუსონების ფორმირება. ყველაზე ნათლად წლიური რიტმი ბიოსფეროში, ცოცხალ ორგანიზმებში აისახება. მაგ.: პოლარული მეთოვლია ჩრდილოეთ ამერიკის არქტიკული ნაწილიდან ატლანტის ოკეანის გავლით ანტარქტიდისკენ და პირიქით მზის კვალდაკვალ მოგზაურობს და წელიწადში ორჯერ დაახლოებით 19 000 კმ–ს ფარავს; ზოგიერთ პოლარულ ცხოველს, მათ შორის თევზებსაც, ზამთარში სისხლი რომ არ გაეყინოთ, სპეციალური ნივთიერება გამოუმუშავდებათ, რომელიც ანტიფრიზივით მოქმედებს. ამერიკული ვასაკას სხეულის მესამედზე მეტი გულთან ერთად ზამთრობით გაყინულია; თბილი ამინდის დადგომისთანავე გული ლღვება და მუშაობას იწყებს.

სხვადასხვა რეგიონში სეზონების რაოდენობა განსხვავებულია; ეკვატორულ სარტყელში, სადაც მთელი წლის განმავლობაში მაღალი ტემპერატურა და ტენიანობაა, მხოლოდ ერთი სეზონია, სუბეკვატორულში ორი – მშრალი და ტენიანი სეზონები გამოიყოფა, ზომიერი სარტყელი წლის ოთხი დროით ხასიათდება, ესენია: გაზაფხული, ზაფხული, შემოდგომა, ზამთარი. ზოგიერთი მკვლევრის აზრით შედარებით მაღალი განედებისათვის საჭიროა კიდევ ორი სეზონის დამატება, ასეთებია: ზამთრისპირი (დროის მონაკვეთი საშუალო დღე–ღამური ნულოვანი ტემპერატურიდან, ვიდრე მუდმივ თოვლის საფარამდე) და გაზაფხულისპირი (თოვლის დნობის დაწყებიდან მის სრულ დადნობამდე).

დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში სეზონურ რიტმებში არსებული სხვაობის მრავალი მიზეზი არსებობს: დაბალ განედებზე იგი ტენის განაწილებასთან არის დაკავშირებული, ზომიერში – მზის რადიაციის ინტენსივობის ცვლილებასთან, პოლარულში კი – განათების სიხშირეზე.

დღე–ღამური რიტმი წარმოიქმნება დედამიწის ბრუნვით თავის ღერძის გარშემო და გამოვლინდება დღე–ღამის ცვლაში. იგი გეოგრაფიულ გარსში ისეთ მნიშვნელოვან მოვლენებს იწვევს, როგორცაა: მეტეოელემენტების დღე–ღამური ცვლილება, დღისით მიმდინარე ფოტოსინთეზის ღამით შეწყვეტა, მდინარეში წყლის ხარჯის და სიჩქარის ღამით შემცირება, ადმიანის ორგანიზმის აქტიურობის ვარდნა ე.წ. „მზის საათის“ გავლენით 2–დან 5 სთ–მდე და 12–დან 14 სთ–მდე. ამ დროს იკლებს პულსი, ტემპერატურა, მეხსიერება. ადამიანი ყველაზე მეტად აქტიური ხდება 8–დან 12–სთ–მდე და 14–დან 17 სთ–მდეა. დღე–ღამური რიტმის სპეციფიურობა ეკვატორის მიმართ რეგიონის განედურ მდებარეობაზეა დამოკიდებული და მზის ჰორიზონტზე დგომის სიმაღლესა და ნათების ხანგრძლივობას უკავშირდება. ეკვატორზე დღე–ღამე ტოლია, პოლუსების მიმართულებით ზაფხულში დღე იზრდება, ღამე–იკლებს; ზამთარში პროცესი პირიქითაა; პოლარული წრის მიღმა ზაფხულში მზე 24 საათი ანათებს, ზამთარში კი სრული სიბნელე ანუ 24 საათიანი ღამეა. ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერდობების ექსპოზიციას; დაბალ განედებზე მზის მაღალ ჰორიზონტზე დგომის გამო თანაბრად ნათდება ყველა ფერდობი, ზომიერ განედებზე განათების ინტენსივობა ექსპოზიციის შესაბამისად იცვლება: ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ნათდება სამხრეთი, ხოლო სამხრეთში ჩრდილო ფერდობები; მათი საპირისპირო

ექსპოზიციები მზის სხივებით შეიძლება საერთოდ არ განათდეს განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მათი დაცემის კუთხე უფრო დაბალი იქნება ფერდობის დახრილობის კუთხეზე.

30.2.ერთიანობა და მთლიანობა - გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი ის უმთავრესი კანონზომიერებათაგანია, რომელიც გამოვლინდება მისი ყველა კომპონენტის ისეთ ურთიერთკავშირსა და დამოკიდებულებაში, როდესაც ნებისმიერი მათგანის მცირეოდენი ცვლილებაც კი იწვევს მთელი გარსის ერთიანობის დარღვევას. ამავე დროს არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ გეოგრაფიული გარსი არ არის კომპონენტთა მექანიკური ნაზავი, არამედ ესაა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი სპეციფიური ნიშან-თვისებების მატარებელი სხეული, რომელიც ვითარდება ერთიანად და მთლიანად. ეს უკანასკნელი კი განპირობებულია ენერჯის და ნივთიერებათა უწყვეტი მიმოქცევით, რომელშიც ჩართულია მისი ყველა კომპონენტი: ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო, ბიოსფერო თავისი განვითარების ნოოსფეროს ეტაპით.

ლითოსფეროში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლა მოიცავს მთელ ჰიპერგენეზის ზონას. მასში არსებული ქიმიური ელემენტები მონაწილეობს დიდ წრებრუნვაში, რომელიც განვითარების სხვადასხვა სტადიას განიცდის ზედა მანტიის ღრმა ფენებიდან, ვიდრე ლითოსფეროს ზედაპირამდე. დედამიწის ზედაპირზე მაგური ქანი ექვემდებარება გამოფიტვას. გამოფიტვის პროდუქტები ჩაიტანება ოკეანეებსა და ზღვებში და ასე წარმოიქმნება დანალექი ქანების მძლავრი შრეები. ისინი თანდათანობით იძირება სიღრმეში და მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში გარდაიქმნება მეტამორფულ ქანებად. გაღობისას ისევ წარმოიქმნება მაგმა, რომელიც ხელსაყრელი პირობების შექმნისას ისევ დედამიწის ქერქის ზედა ჰორიზონტებში შეიძლება მოხვდეს.

ატმოსფეროში ნივთიერებისა და ენერჯის წრებრუნვა წარმოდგენილია ზოგადი ცირკულაციის სახით, აგრეთვე პლანეტარული მასშტაბის ჰაერის ნაკადების მოძრაობით. ამასთანავე, ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის ფონზე იქმნება რეგიონული და ადგილობრივი მიმოქცევებიც.

ჰიდროსფეროში მიმდინარეობს წყლის დიდი და პატარა წრებრუნვა; კერძოდ ოკეანეში იგი წყლის მასების ჰორიზონტული და ვერტიკალური გადაადგილებითაა გამოვლენილი. ამასთანავე ხმელეთის წყლებიც აქტიურადაა ჩართული ნივთიერების და ენერჯის მიმოცვლაში. იქმნება მდინარეთა კალაპოტები, ტბები, ჭაობები, მყინვარები, მიწისქვეშა წყლების სხვადასხვა სიღრმის და ტიპის ჰორიზონტები, რომლებშიც განთავსებული წყალი გარკვეულ დროს ოკეანეებსა და ზღვებში ჩაედინება და კვლავ მოხვდება დიდ თუ მცირე წრებრუნვაში.

გეოგრაფიული გარსის ერთიანობა და მთლიანობა განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს ბიოსფეროში, რომელშიც სხვადასხვა ტემპერატურისა და წნევის ქვეშ უწყვეტად მიმდინარეობს ნივთიერებათა და ენერჯის გაცვლა და მოძრაობა, ხორციელდება ნებისმიერ აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი სხეულების მასიური გადატანა.

წრებრუნვები განსხვავდება თავისი სირთულით. ერთში მიმდინარეობს ნივთიერებათა მექანიკური გადაადგილება (ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია, ოკეანური დინებები); მეორეში შეიმჩნევა ნივთიერებათა აგრეგატული ცვლილება (წყლის მიმოქცევა); მესამეში კი მიმდინარეობს ქიმიური გარდაქმნა (ფოტოსინთეზი).

გეოგრაფიული გარსის ბუნებრივი სისტემის ერთიანობა იმდენად მტკიცე და უდაოა, რომ ის საყოველთაო ხასიათს ატარებს: გეოგრაფიული გარსის ყოველი კომპონენტი, მთავარი იქნება ის თუ შექმნილი, (რელიეფი, ნიადაგი, წყლები, ორგანული სამყარო და ა.შ.) არსებობს და ვითარდება თავისი კანონებით, მაგრამ ეს პროცესები არც ერთ კომპონენტში იზოლირებულად არ მიმდინარეობს, რადგან ისინი მჭიდრო ურთიერთკავშირშია. ეს კავშირები მყარია, და ერთიანობა კი ყოვლისმომცველი, რადგან ერთი რომელიმე კომპონენტის შეცვლა, ყველა დანარჩენის შეცვლას იწვევს. საბოლოოდ კი ადრინდელისგან რადიკალურად განსხვავებული გეოგრაფიული მოვლენებისა და პროცესების მიმდინარეობას ეთმობა ადგილი.

მთელი სისტემის შეცვლის მასშტაბურობა სხვადასხვაა და მისი ცალკეული შემადგენელი ნაწილების მასშტაბზეა დამოკიდებული. განსხვავებულია გეოგრაფიული გარსის საგნებისა და მოვლენების ცვლილებათა ინტენსივობა და დინამიურობაც, მაშინაც კი, როდესაც ეს ერთი და იგივე საგანს ან მოვლენას ეხება, აღნიშნულ განსხვავებას გეოგრაფიული გარემოს ადგილობრივი

თავისებურებები განაპირობებს; ასე მაგ.:იმის მიხედვით, თუ როგორი ჰავის პირობებში და რომელ გეოგრაფიულ სარტყელში მოხვდება, ერთი და იგივე ჯიშის მცენარე განსხვავებული ტემპით და ინტენსივობით ხარობს და იზრდება, ისიც ცნობილია, რომ ხე-მცენარეები ტროპიკებში უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ზომიერ სარტყელში.

ადამიანი განსაკუთრებით დიდ ზეგავლენას ახდენს გეოგრაფიული გარსის კომპონენტებზე, რომელთა კავშირურთიერთობის არასაკმაო ცოდნის ბრალია კასპიის და არალის ზღვის პრობლემები, გაუდაბნობა, ნიადაგების დეგრადაცია. განსაკუთრებით მწვავედ დგას არალის ზღვის პრობლემა. მისმა დონემ 1,3 მ-ით დაიწია, სირდაირა მასში უკვე გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან აღარ ჩაედინებოდა, ასევე ძლიერ შეიცვალა ამუდარიის წლიური ჩამონადენის მუდმივობა, ვინაიდან იგი 0-დან 10 კმ³-მდე მერყეობს. აღნიშნული მიზეზების გამო არალის ზღვის მარილიანობა 2-ჯერ გაიზარდა და 22‰-ს მიაღწია. მოცულობა 600 კმ³-ით შემცირდა, რამაც წყლისგან გაანთავისუფლა 20000 კმ² ფართობის ტერიტორია, ამჟამად მდინარეთა წყლის გამოყენების შემცირების ხარჯზე სიტუაცია თითქოს გამოკეთდა, მაგრამ პრობლემა მაინც შემორჩა.

ერთიანობა და მთლიანობა შეიძლება დავადგინოთ მეოთხეულის გამყინვარების ისტორიული ანალიზის მაგალითზე; გამყინვარების ეპოქებში, წყლის დიდი მასა კონსერვირდება მყინვარებში, რაც მსოფლიო ოკეანის დონის მნიშვნელოვან დაწევას იწვევს (100-110 მ). ეს უკანასკნელი კი თავის მხრივ, მთელი დედამიწის ბუნებაზე ახდენს გავლენას: მიმდინარეობს შელფის ამოშრობა; კონტინენტები და ოკეანეები იღებს არსებულისგან განსხვავებულ მოხაზულობას; ჩნდება „კონტინენტური ხიდები“, რომლითაც სახეობათა მიგრაცია მიმდინარეობს. შესაბამისად, ახალ ტერიტორიებზე მცენარეთა და ცხოველთა ახალი სახეობები იქმნება. ყველა მდინარეულ სისტემაში ეროზიის ბაზისის დაწვევის გამო აქტიურდება სიღრმითი ეროზია. პროცესის საპირისპიროდ თბილ, გამყინვარებათაშორის პერიოდებში კონტინენტური მყინვარები დნება, წყლის დამატებითი მასები ჩაედინება ოკეანეებში, იწყება შელფის დატბორვა, ხმელეთის ფართობის შემცირება და, შესაბამისად, ოკეანეთა ფართობის ზრდა. ამავე დროს იშლება „კონტინენტური ხიდები“ და იზღუდება ხმელეთის ორგანიზმების მიგრაცია, რომლის საპირისპიროდ შეიძლება გააქტიურდეს წყლის ორგანიზმების მიგრაცია. თუ შემდგომი გამყინვარების პერიოდში არ აღდგა „კონტინენტური ხიდები“, ხმელეთზე შეიძლება მოხდეს მეტად თავისებური ფლორისა და ფაუნის ჩამოყალიბება.

გეოგრაფიული გარსის ერთიანობისა და მთლიანობის კანონზომიერების დადასტურება სხვა უამრავი მაგალითითაც შეიძლება; ასე მაგ.:ს წყლის ტემპერატურის ცვლილება წყნარ ოკეანეში ქმნის ამინდის განსაკუთრებულ რეჟიმებს სახელწოდებით „ელ-ნინო“ და „ლა-ნინია“. პირველი რეჟიმის შედეგად წარმოქმნილი უჩვეულოდ თბილი ელ-ნინოს დინება სამხრეთ ამერიკის ჩრდილო-დასავლეთ სანაპიროსაკენ მიემართება და მისი გავლენით ყოველი 7 წლიდან ორი წლის განმავლობაში სამხრეთ ამერიკის აღნიშნულ რეგიონში უჩვეულოდ თბილი დინებები და კოკისპირული წვიმები. როდესაც „ელ-ნინოს“ თბილი დინება წყნარ ოკეანეს გადაკვეთს და სამხრეთ ამერიკას ჩაუვლის, აფერხებს სიღრმიდან წყლის ამოსვლას, რის გამოც ზღვის არსებებისათვის საკვები მცირდება. ამინდი მშრალიდან ნოტიო თბილით იცვლება; დროებით წყდება პერუს მუდმივი ცივი დინების გავლენა. ოკეანური დინებისაგან კოკისპირული წვიმები მოდის სამხრეთ ამერიკის ტერიტორიაზე; იმავე პერიოდში ავსტრალიისა და აზიის სამხრეთ აღმოსავლეთში ხშირი გვალვები და მცირე ნალექიანობა აღინიშნება. „ელ-ნინოს“ დინებით გამოწვეული ამინდის ცვლილების გამო, 2006 წლის დეკემბრიდან 2007 წლის იანვრამდე, პერუში კოკისპირული წვიმები გაგრძელდა, რამაც გრავიტაციული პროცესების გააქტიურება გამოიწვია. სამხრეთ ამერიკის ამ რეგიონში, სწორედ „ელ-ნინოს“ მოქმედებასთანაა დაკავშირებული 2007 წლის 22 იანვარში ჩანჩამაიოში (პერუ) ჩამოწოლილი მეწყერი. „ელ ნინოს“ ზეგავლენა ატაკამის უდაბნოზე განსაკუთრებით ხატოვნად ს.კალესნიკს აქვს აღწერილი (1979) „ატაკამის უდაბნოს თავს ატყდება ტროპიკული თავსხმა; ჩნდება უხვი მცენარეულობა და უამრავი მწერი, მშრალი კალაპოტები მდინარეებად იქცევა, სამაგიეროდ სანაპიროდან და ნაპირის გასწვრივი კუნძულებიდან მიფრინავენ თოლიები. ფრეგატები, ალბატროსები და ზღვის სხვა ფრინველები, ვინაიდან ელ-ნინოს წყალი ღარიბია ჟანგბადით, საკვები ნივთიერებებით, მასში იღუპება პლანქტონი და ცოტაა თევზი, რომლითაც ზღვის ფრინველები იკვებებიან“. ელ-ნინო და ლა-ნინია ტროპიკული სარტყლის

ამინდთან ერთად გარკვეული დროით ცვლიან გეოგრაფიული გარსის დანარჩენ კომპონენტებს და ელემენტებს.

ადამიანის საქმიანობა, კერძოდ ფხვიერი საწვავი ნივთიერების დიდი რაოდენობით ემისია ატმოსფეროში, იწვევს ნახშირორჟანგის დაგროვებას. წარმოქმნილი საბურველი ათბობს ატმოსფეროს. ზევრ რეგიონში იცვლება კლიმატი; პოლუსებზე ყინული დნობას იწყებს; სამხრეთ განედებზე ოკეანე ძლიერ თბება; იმატებს ზღვის დონე, რაც გამოიწვევს ხმელეთის 15%-ის მასშტაბურად დატბორვას. ოკეანის წყლის გათბობა სავარაუდოდ გამოიწვევს ტროპიკულ ქარიშხლებს, მათ შორის ტროპიკულ ციკლონებს, რომელიც კიდევ უფო ხშირად დააზარალებს სანაპირო ზოლში, ხმელეთზე მცხოვრებ ადამიანებს. მეცნიერებმა ყურადღება მიაქციეს, რომ ნახშირორჟანგის დიდი რაოდენობით ატმოსფეროში ემისიას დადებითი მხარეც გააჩნია. ამ დროს, ძალიან აქტიურად იზრდება მცენარეული საფარი, რაც ტყის გაჩეხვით გამოწვეულ პრობლემას ცოტაოდენ მაინც არბილებს, ე.ი. ერთიან და მთლიან გეოგრაფიულ გარსში ყველა პროცესი თუ მოვლენა ჯაჭვური რეაქციით მიმდინარეობს.

ცოცხალი ორგანიზმების ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროსთან ურთიერთზემოქმედების შედეგად მიმდინარეობს ენერჯისა და ნივთიერების ბიოლოგიური აქტიური წრებრუნვა. გეოლოგიური ციკლების შესახებ მეცნიერული თეორია ვ. ვერნადსკიმ განავითარა. იგი წერდა: დედამიწის ქერქის მატერიის უმეტესი ნაწილი იმყოფება მუდმივ მოძრაობაში, მიგრაციაში და ქმნის შექცევად და ჩაკეტილ ციკლს. მათი აღდგენა ზედაპირზე მზის ენერჯის და ცოცხალი ორგანიზმების მიერ ხდება. ხოლო სიღრმეში ატომგულური ენერჯის საშუალებით. დედამიწის გრანიტოვანი გარსი ვერნადსკის აზრით, სწორედ „წარსულის ბიოსფეროს“ ოლქია. ენერჯისა და ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვა ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესისაგან შედგება: მზის ენერჯის მეშვეობით არაცოცხალისაგან ცოცხალი ორგანიზმები წარმოიქმნება. საპირისპიროდ მიმდინარეობს ცოცხალი ორგანიზმების, ორგანული ნივთიერებების დაშლა და მათი მინერალებად გარდაქმნა.

პირველ პროცესს **ფოტოსინთეზი** ეწოდება. ესაა ბუნებრივი, რთული პროცესი, რომელიც ყოველწლიურ წრებრუნვაში ბიოსფეროს უდიდეს მასას ითრევს და განსაზღვრავს ჟანგბადის პოტენციალის სიდიდეს. იგი არის მზის ენერჯით განპირობებული ქიმიური რეაქცია, რომელშიც მწვანე მცენარეულობის ქლოროფილი მონაწილეობს. რეაქციის შედეგად წყლისა და ნახშირორჟანგის სინთეზით, წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება და გამოიყოფა თავისუფალი ჟანგბადი. ამ რეაქციის უმარტივეს ორგანულ პროდუქტს გლუკოზა წარმოადგენს.

ფოტოსინთეზს აწარმოებს ხმელეთის მცენარეულობა, მტკნარი წყლის წყალმცენარეები და ოკეანის პლანქტონი. ფოთოლში წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებები მიეწოდება ღეროსა და ფესვებს, სადაც სინთეზში ჩაერთვება ნიადაგიდან მიღებული მინერალური ნაერთები: აზოტის, გოგირდის, კალიუმის, კალციუმის, ფოსფორის მარილები. საინტერესოა, აღვნიშნოთ, რომ 10 მლნ. წლის განმავლობაში ფოტოსინთეზში გადამუშავდა წყლის მასა, რომელიც მთელი ჰიდროსფეროს მოცულობის ტოლია. 6-7 წლის განმავლობაში შთაინთქმება და ახლდება ატმოსფეროში არსებული მთელი ნახშირორჟანგი, ხოლო 4 000 წლის მანძილზე – ატმოსფეროს მთელი „მსუბუქი“ ანუ მცენარეული ჟანგბადი.

ფოტოსინთეზის დამაბულობა ხაზს უსვამს იმ ფაქტს, რომ ბიოსფეროში არსებობის განმავლობაში მსოფლიო ოკეანის წყლის მასა წრებრუნვაში 300-ჯერ მოხვდა, ხოლო ატმოსფეროს ჟანგბადი არანაკლებ მილიონჯერ.

როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, ორგანული მასის წარმოქმნის პარალელურად მიმდინარეობს საპირისპირო პროცესი: ამ მასის ხრწნა და დაშლა. მცენარეების და ცხოველების სუნთქვის შედეგად იხრწნება რთული ორგანული შენაერთები და გარდაიქმნება უმარტივეს მინერალურ ნაერთებად. პროცესი ძირითადად მიკროორგანიზმების მეშვეობით წარიმართება. სწორედ მათი დახმარებით იშლება ნივთიერება მინერალების უმარტივეს ელემენტებად, ამ დროს გამოთავისუფლდება და გარემოს გადაეცემა ფოტოსინთეზის დროს დაგროვილი და გამოყენებული ენერჯია; ე.ი. ბიოლოგიური წრებრუნვის მეშვეობით მზის ენერჯია გარდაიქმნება ქიმიური, მექანიკური, სითბური სახის ენერჯიებად და გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე პროცესების უმეტესი ნაწილის ენერჯის წყაროდ იქცევა.

ნივთიერებათა ბიოლოგიური წრებრუნვა არ არის ჩაკეტილი. ორგანიზმების კვდომისას ნიადაგში ბრუნდება არა მარტო ის ელემენტები, რაც მისგან იქნა წაღებული, არამედ ახალი, თვით მცენარის მიერ

შექმნილი. ნიადაგში დარჩენის, ან დანალექი ქანების წარმოქმნის შემდეგ, ზოგიერთი ნივთიერება საკმაოდ დიდი ხნით ეთიშება წრებრუნვას.

ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნა და დაშლა - ურთიერთსაწინააღმდეგო, მაგრამ ერთმანეთისგან განუყოფელი პროცესებია; რომელიმე მათგანის დაჩქარება ან გამოკლება დაუყოვნებლივ მიგვიყვანს სიცოცხლის გაქრობამდე. თუ მხოლოდ ორგანული ნივთიერებების დაგროვება მოხდება, მაშინ ატმოსფეროს აღარ ექნება ნახშირორჟანგი; ლითოსფეროს - ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი; თანმიმდევრულად ფოტოსინთეზი შეწყდება და მცენარეები განადგურდება. რაც მთელი ცოცხალი სამყაროს განადგურების საწყისი გახდება; მეორე მხრივ, თუ ხრწნის პროცესი გაიზრდება მთელი ორგანული მასა სწრაფად დაიშლება მინერალურ ნაერთებად და სიცოცხლე ამჟამადაც შეწყდება.

გეოგრაფიული გარსის ჩამოყალიბება განაპირობა ბიოსფეროს, ატმოსფეროს, ლითოსფეროსა და ჰიდროსფეროში ნივთიერებისა და ენერჯის უდიდესი რაოდენობის უწყვეტმა წრებრუნვამ.

ურთიერთზემოქმედების შედეგად ცვლილება განიცადა პირველადმა გარსებმა რადგან შეიცვალა მათი შემადგენლობა, შეიძინა რა ახალი ნიშან-თვისებები, მოხდა მათი ტრანსფორმაცია. მცენარეული სამყაროს ფართოდ გავრცელებამდე ატმოსფეროში ჟანგბადის დაგროვება მანტიის დეგაზაციის შედეგად შედარებით ნელა მიმდინარეობდა და ისიც მინერალების ჟანგვაზე იხარჯებოდა. როგორც კი ოკეანეში გაჩნდა ფოტოსინთეზატორი მცენარეულობა, ჟანგბადის დაგროვების პროცესი დაჩქარდა.

ცოცხალი ორგანიზმები ქმედით მონაწილეობას იღებენ აზოტის მიმოქცევაში. მაღალგანვითარებული და დიდი მცენარეები მას მხოლოდ "ფიქსირებულს", ანუ მათთვის მისაწვდომ შენაერთებში გადაყვანილს ითვისებენ. პროცესს ხელს უწყობს ნიადაგში არსებული აზოტფიქსატორი ბაქტერია. ფიქსირებული აზოტის წყაროდ ითვლება პარკოსანი მცენარეებიც: ლობიო, სოიო, ბარდა და სხვა. ცხოველები აზოტს მცენარეული საკვებიდან იღებენ; ატმოსფეროს კვლავ უბრუნდება აზოტი, რომელიც დენიტრიფიკატორი ბაქტერიების დახმარებით ორგანული ნივთიერებების ხრწნის შედეგად წარმოიქმნება.

CO₂-ის მიგრაცია ორი გზით მიმდინარეობს. ნახშირორჟანგი ხმელეთზე შთანთქმება ფოტოსინთეზატორი მცენარეებით დღისით, მზის ენერჯის საშუალებით და გამოიყოფა სხვა ცოცხალი ორგანიზმების და ღამით იგივე მცენარეების მიერ; ნახშირორჟანგი ათასობით ან მილიონობით წლების განმავლობაში ქვანახშირში, ტორფში, საწვავ ფიქლებში შეიძლება განამარხდეს, რომელთა გამოყენების შემდეგ ისევ წრებრუნვაში მოხვდება.

წყალსატევებში კი ნახშირორჟანგი ჰიდროკარბონატად გარდაიქმნება, რის შემდეგაც წყალში გახსნილი კალციუმის საშუალებით იქმნება კარბონატი, რომელიც ბიოგენური თუ აბიოგენური გზით დალექვის შედეგად, ქმნის კირქვის მძლავრ ფენას.

ეკვატორულ განედებში, სადაც დღე და ღამე თანაბარია და დაახლოებით 12/12 სთ გრძელდება, შთანთქმული და გამოყოფილი ნახშირორჟანგის დღელამური რაოდენობა ერთნაირია. ზომიერ სარტყელში ზაფხულში დღის ხანგრძლივობის გაზრდასთან ერთად იზრდება შთანთქმული ნახშირორჟანგის რაოდენობა, ხოლო ზამთარში კი პირიქით – მისი გამოყოფა იზრდება.

ჰიდროსფეროშიც ატმოსფეროზე არანაკლები ინტენსივობით მიმდინარეობს ცოცხალი ორგანიზმების მიერ ნივთიერების მიმოქცევა. ვარაუდობენ, რომ მათში არსებული წყლით, მთელი დედამიწა 1 მმ სისქის აფსკით შეიძლება დაიფაროს. ორგანიზმების მიერ განუწყვეტლივ მიმდინარეობს წყლის შთანთქმა და გამოყოფა. მათი მოქმედებითაა განპირობებული ოკეანისა და შიდა წყალსატევების წყლების გაზოვან-მინერალური შემადგენლობა. წყალში ხვდება ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმყოფელი (CO₂, H₂S, O₂) და მისივე ხრწნის პროდუქტებიც (გოგირდის, ფოსფორისა და აზოტის მინერალური ნაერთები). მათი საშუალებით წყალი ქიმიურად აქტიური ხდება და მასში უფრო ადვილად იხსნება ქანები; ანაერობულ პირობებში, ორგანული ნივთიერებების ხრწნის შედეგად წარმოიქმნება გოგირდწყალბადი, მეთანი; უდავოა რომ, მსოფლიო ოკეანის წყლის მარილები ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედებასთანაა დაკავშირებული. ზღვის ორგანიზმები თავიანთ სხეულში ახდენენ გარკვეული ელემენტების კონცენტრირებას, თუნდაც ისეთის როგორიცაა კარბონატი, კაჟი, იოდი და სხვა.

ლითოსფეროში ცოცხალი ორგანიზმების ნივთიერებათა და ენერჯის მიმოქცევა მეტად თვისებურად გამოიხატება. მათი ზემოქმედებით იქმნება ორგანოგენური მინერალები: კირქვები, კაჟმემცველი ქანები (დიატომიტები). ასევე ორგანოგენურია კალსტობიოლითები (ნავთობი, გაზი, ტორფი, ქვანახშირი).

ბაქტერიული წარმოშობისაა ოკეანის ფსკერზე არსებული რკინა-მარგანეცის, რკინის მადნის და ფოსფორიტების ბევრი საბადოც.

განსაკუთრებული წარმონაქმნია ნიადაგები. ვ. დოკუჩაევი თვლიდა, რომ ნიადაგი წარმოადგენს ბუნებრივ-ისტორიულ სხეულს, რომელიც ყალიბდება ორგანული და მინერალური ნივთიერებების ურთიერთზემოქმედებით. ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორებია: დედაქანი, ცოცხალი ორგანიზმები (მცენარეები და ცხოველები), წყალი, ჰაერი. ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს დროის იმ ხანგრძლივობას, რომლის დროსაც იგი ყალიბდება. ნიადაგში გროვდება ჰუმუსი, რომელიც მისი ნაყოფიერების მთავარი წყაროა და რომელიც მხოლოდ ცოცხალი ორგანიზმების არასრული ხრწნის შედეგად წარმოიქმნება.

30.3. გეოგრაფიული გარსის ზონალობა და აზონალობა

ზონალობა მხოლოდ დედამიწის გეოგრაფიული გარსისთვის დამახასიათებელი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კანონზომიერებაა, იგი თავისი არსით ეკვატორიდან პოლუსებისკენ მზის სხივის დაცემის კუთხის ცვალებადობით გამოწვეულ კომპონენტების ან კომპლექსების კანონზომიერ ცვლილებას ასახავს.

ა:

გეოგრაფიული გარსის ყველაზე მსხვილ ზონალურ ერთეულს გეოგრაფიული სარტყელი წარმოადგენს. **გეოგრაფიული სარტყელი** –ესაა პარალელების გასწვრივ გადაჭიმული ზოლი, რომლის გამოყოფა განპირობებულია მზის რადიაციის განაწილების თავისებურებით დაბალიდან მაღალი განედების მიმართულებით. მისი საზღვრები ემთხვევა კლიმატური სარტყლების საზღვრებს. დედამიწაზე შემდეგი გეოგრაფიული სარტყლები გამოიყოფა; ეკვატორული, ორი სუბეკვატორული, ორი ტროპიკული, ორი სუბტროპიკული, ორი ზომიერი, სუბარქტიკული, სუბანტარქტიკული, არქტიკული და ანტარქტიკული. გეოგრაფიული სარტყლები ვრცელდება კონტინენტებსა და ოკეანეებზე და გარს ერტყმის მთელ დედამიწას.

თითოეული სარტყელი ერთმანეთისაგან ტემპერატურული პირობებით, ატმოსფეროს განსაკუთრებული ცირკულაციით, განსხვავებული ნიადაგ-მცენარეული საფარით და ცხოველთა სამყაროთი გამოირჩევა. ადამიანთა განსახლებისთვის ყველაზე ხელსაყრელი და მათ მიერ ყველაზე კარგად ათვისებული ზომიერი, სუბტროპიკული და სუბეკვატორული გეოგრაფიული სარტყლებია, ამას ცხადჰყოფს თუნდაც ის. რომ იტალიის, საბერძნეთის, კრეტის, ეგვიპტის განვითარებული ცივილიზაციები სწორედ სუბტროპიკულ სარტყელში ჩაისახა. გეოგრაფიული სარტყლები ხმელეთის გარდა ოკეანეებშიც გამოიყოფა. სარტყლის შიგნით სითბოსა და ტენის რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით ხმელეთზე გამოიყოფა ზონები, ქვეზონები.

გეოგრაფიული ზონა – რომლის გამოყოფას განაპირობებს სითბოსა და ტენის განაწილების თანაფარდობა, რასაც საერთო ჯამში ბიოლოგიური კომპონენტების ანუ ბიოცენოზის ერთგვაროვნობამდე მივყავართ, ხმელეთისაგან განსხვავებით, სადაც სითბოსა და სინოტივის სხვადასხვა თანაფარდობის მქონე ტერიტორიებია, ოკეანეში ზონები არ გამოიყოფა. ეკვატორის ჩრდილოეთით და სამხრეთით ზონები თითქმის ერთი მონახაზით მეორდება. ბევრი გეოგრაფიული ზონა მერიდიანულადაა განლაგებული, მხოლოდ კანადისა და რუსეთის ტერიტორიების კონტინენტური ნაწილის ზომერ და სუბარქტიკულ სარტყლებში სექტორებში ჭარბობს განედური მიმართულების ზონები. ზონალობა იდეალურად არის წარმოდგენილი აღმოსავლეთ ევროპის ვაკეზე. სწორედ ამ რეგიონების ნიადაგების შესწავლისას აღმოაჩინა ვ. დოკუჩაევმა ზემოაღნიშნული კანონზომიერება. ზონები ყველგან არ არის უწყვეტად წარმოდგენილი. ხშირია შემთხვევები, როდესაც მათი საზღვრები პარალელებს არ ემთხვევა.

გეოგრაფიული ქვეზონა – ზონასთან შედარებით მცირე დანაყოფი, რომლისთვისაც დამახასიათებელია მკვეთრად გამოხატული გარკვეული ნიშნები, მათ შორის განსაკუთრებით საყურადღებოა მცენარეული საფარის თავისებურება. თეორიულად, პარალელის გასწვრივ გადაჭიმულ თითოეულ ზონაში, შეიძლება ჩრდილოეთ, ცენტრალური და სამხრეთის ქვეზონების გამოყოფა.

გეოგრაფები განასხვავებენ კომპონენტურ და კომპლექსურ ზონალობას. კომპონენტურ ზონალობაზე წარმოდგენა ჯერ კიდევ ანტიკურ დროში ჩამოყალიბდა. არისტოტელე თავის ნაშრომში „მეტეოროლოგიკა“ გამოყოფდა დედამიწის 5 სითბურ სარტყელს: ერთ ცხელს, ორ ზომიერს და ორ ცივს.

23 საუკუნის შემდეგ ა. ჰუმბოლდტი კუნძულ ტერენიფეზე აღწერდა ფლორის განედურ ცვლილებას, ამავე დროს მათ ჰორიზონტულ სიმაღლით სარტყლურობასაც მიუთითებდა. ზონალობის მეცნიერული გაგების ფუძემდებლად, ჰუმბოლდტან ერთად დიდი რუსი მეცნიერი, ნიადაგმცოდნე და გეოგრაფი ვ. დოკუჩაევი ითვლება. იგი თვლიდა რომ ზონალობა ესაა ბუნების საერთო კანონი, რომლის მიზეზიც დედამიწის სფეროსებულობა და გარკვეულ ტერიტორიაზე მზის რადიაციის ნაკადის შემოდენის სხვადასხვაობაა.

ჯერ კიდევ XVIII საუკუნის 40-იან წლებში გვამცნო დიდმა ქართველმა და ისტორიკოსმა ვახუშტი ბაგრატიონმა ბუნებრივი წარმონაქმნების სიმაღლებრივი სარტყლურობის შესახებ თავის ნაშრომში (1745 წ) „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“, რომელშიც იგი ზოგიერთი ადგილის ვერტიკალური ზონების მოკლე დახასიათებას ახდენდა, სამწუხაროდ, მისი ნაშრომი ერთ საუკუნოვანი დაგვიანებით გამოქვეყნდა და ამ დიდმა მეცნიერმა ა. ჰუმბოლდტის, ლ. ბერგის, ზ. პასარგეს და ვ. დოკუჩაევის გვერდით სათანადო ადგილი ვერ დაიმკვიდრა, არადა ამ კანონზომიერების პირველად მომჩინად ჩვენი აზრით, სწორედ ვახუშტი ბაგრატიონი უნდა ელიარებინათ.

კომპლექსური ზონალობის ფუძემდებლად ვ. დოკუჩაევი ითვლება. გამოყოფენ ჰორიზონტულ, განედურ, და მერიდიანულ ზონალობას. ნათელია, რომ ჰორიზონტული ზონალობა შედარებით ზოგადი ცნებაა, ვინაიდან ვაკეებზე იგი განედურად გამოვლინდება, ხოლო ოკეანურ სექტორში კი ზონების ორიენტირი თითქმის მერიდიანებს ემთხვევა. ზონალობა ასახვას ჰპოვებს ყველა სტრუქტურულ ელემენტში. ასე მაგალითად, ატმოსფეროში იგი ატმოსფერული წნევის, ნალექების, ტენიანობის, ტემპერატურის სხვადასხვაგვარ განაწილებაში, ქარების მიმართულებასა და სხვ. გამოვლინდება. ლითოსფეროში ზონალურია გამოფიტვის ქერქი, ნიადაგები, ეგზოგენური რელიეფი; ჰიდროსფეროში კი – ზედაპირული წყლის მასები, რომელთაც გარკვეული ტემპერატურა, მარილიანობა, სიმკვრვე, აირების და განსხვავებული ზღვის ორგანიზმების არსებობა გამოარჩევს.

ყველაზე თვალნათლივ ზონალობა მცენარეული საფარის განაწილებაში გამოვლინდება. ვინაიდან თითოეული ზონისთვის ტიპური მხოლოდ გარკვეული მცენარეულობაა, რომელიც ეკვატორიდან ჩრდილოეთ და სამხრეთ მიმართულებით იცვლება. თვით ტაიგაშიც კი 3 ზონა გამოკვეთება: ჩრდილოეთი, შუა და სამხრეთ ტაიგა. აღსანიშნავია, რომ კულტურული მცენარეულობაც ემორჩილება ამ კანონზომიერებას. მაგ. : ყავა, ყურძენი, ციტრუსები მხოლოდ თბილი, ტენიანი ჰავის პირობებში მოჰყავთ, ოდნავ ცივში კი - ხორბალი. ჩრდილოეთის მაღალ განედებზე მხოლოდ მეირმეობას მისდევენ. მშენებლობასაც კი სხვადასხვა განედებზე სპეციფიური ხასიათი გააჩნია.

აღსანიშნავია, რომ ზონალობა ყველაზე კარგად დედამიწის ზედაპირზეა გამოხატული. სიმაღლისა და სიღრმის მომატებასთან ერთად იგი მალე ქრება. გეოგრაფიული გარსის განვითარების კვალდაკვალ ზონალობაც ვითარდება და რთულდება, სწორედ ამიტომ მას ისტორიულ კატეგორიად თვლიან. უფრო ძველია ის ზონები, რომელიც ეკვატორულ და ტროპიკულ სარტყელშია გავრცელებული.

ბუნებაში ხშირია ერთი და იმავე ზონის საზღვრებში არსებული კონტრასტებიც, ამიტომ ზონალობის პარალელურად გეოგრაფიულ გარსში **აზონალობის** კანონზომიერებასაც გამოყოფენ.

აზონალობა ესაა ენდოგენური პროცესების გამოვლინებასთან დაკავშირებული კომპონენტებისა და კომპლექსების ცვლილება. აზონალობას დედამიწის ზედაპირის არაერთგვაროვანი აგებულება განაპირობებს, ანუ მასზე არსებული კონტინენტებისა და ოკეანეების განლაგება. თვით ხმელეთზე კი მთებისა და ვაკეების არსებობა. გავლენას ახდენს აგრეთვე ადგილობრივი თავისებურებანიც: ამგები ქანების შემადგენლობა, სტრუქტურა, რელიეფის ფორმები, მათი გენეტიური ხასიათი და სხვ.

აზონალურია ენდოგენური რელიეფი, ანუ ვულკანური და ტექტონიკური მთები. აზონალობის გამოვლინების ორი ძირითადი ფორმა არსებობს: გეოგრაფიული სარტყლების სექტორულობა და სიმაღლებრივი, ანუ ვერტიკალური სარტყლურობა.

გეოგრაფიულ სარტყელში სამი სექტორი გამოიყოფა: ერთი კონტინენტური და ორი ოკეანისპირა. მათ შორის ყველაზე მკვეთრად სექტორები ზომიერ და სუბტროპიკულ სარტყლებში გამოვლინდება, ხოლო ყველაზე სუსტად კი – ეკვატორულ და სუბარქტიკულში.

ვერტიკალური აზონალობის დროს მთის ძირიდან წვერისაკენ კანონზომიერად იცვლება სარტყლები. იგი ჰორიზონტული ზონების სრულ ასლს კი არ წარმოადგენს, არამედ მხოლოდ ანალოგია.

მათი გამოყოფის საფუძველს იძლევა არა მზის სხივის დაცემის კუთხის ცვლილება, არამედ ტემპერატურის კლება სიმაღლის მატებასთან ერთად. გარდა ამისა, მთაში იცვლება მზის რადიაციის სპექტრი, ვინაიდან იზრდება ულტრაიისფერი სხივების წილი. სიმაღლეზე ასვლასთან ერთად იკლებს წნევა. ერთადერთი რაც არ იცვლება, ესაა დღისა და ღამის ხანგრძლივობა, როგორც ეს ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ გადაადგილებისას ხდება.

ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, ვერტიკალური სარტყლოვნობა ზონალურია და არა აზონალური (გ. მილკოვი). ნ. გვოზდეცკიც აღნიშნავდა, რომ მთის ლანდშაფტები შეუძლებელია განვიხილოთ როგორც აზონალური, ვინაიდან არსებობს ვაკის გეოგრაფიული ზონები, რომლებიც შედარებით მარტივი აგებულებით გამოირჩევა. მათგან განსხვავებით რთულია მთიანი მხარეების სტრუქტურა, რომელიც იცვლება ვერტიკალურად და ჰორიზონტულად; ს. კალესნიკი კი ვერტიკალურ სარტყლებს აზონალურად თვლიდა. ა. ისაჩენკო მიიჩნევდა, რომ სამი ზონალური კანონზომიერებაა: სექტორული (მერიდიანული), განედური და სიმაღლებრივი (ვერტიკალური).

სიმაღლებრივ სარტყლოვნობასა და ჰორიზონტულ ზონალობას შორის ბევრი საერთოა, ვინაიდან მთაზე ასვლასთან ერთად სარტყლები იმავე თანმიმდევრობით იცვლება, როგორც ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ გადაადგილების შემთხვევაში. ოღონდაც მთაში ცვლილება სწრაფად მიმდინარეობს. ზოგიერთ ზონას კი ვაკეზე ანალოგი არ გააჩნია, ასეთებია სუბალპური და ალპური მდელოები.

მთებში სიმაღლებრივი სარტყლოვნობის სტრუქტურას განაპირობებს მათი მდებარეობა (კონტინენტურია თუ ოკეანისპირა). პირველში ძლიერა გავრცელებული უდაბნოსა და ნახევარუდაბნოს სარტყლები. თოვლის კლიმატური სარტყელი კი 700-1000 მ-ზე მაღლა მდებარეობს, ვიდრე ოკეანისპირა სექტორში, სადაც ტყეების ზოლი ჭარბობს.

სიმაღლითი სარტყლების რაოდენობა მთაში რელიეფის თავისებურებითაცაა განპირობებული. ასევე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ფერდობთა ექსპოზიციას. უქარო ფერდობები ტყიანია, ხოლო ქარიანი - სტეპური. მთათაშორის ქვაბულებში ცივი ჰაერის ჩამოდინების გამო ფორმირდება ინვერსიული სიმაღლებრივი სარტყლები, ანუ ქვაბულში შეიძლება განვითარდეს ტუნდრა, ხოლო ფერდობზე - წიწვოვანი ტყე. ჰორიზონტულ ზონალობასა და სიმაღლებრივ სარტყლოვნობას შორის არსებობს ურთიერთკავშირიც. მთებში სიმაღლებრივი სარტყლოვნობა იმ ზონის ანალოგია, რომელშიც ამ მთის ძირი მდებარეობს. მაგ. სტეპურ ზონაში პირველი სიმაღლებრივი სარტყელი მთა-სტეპური იქნება. სარტყლების რაოდენობა მთის სიმაღლესა და ადგილის მდებარეობაზეა დამოკიდებული. სპექტრი ყველაზე მარტივი პოლარული განედების მთებშია - სადაც მხოლოდ ერთადერთი, მყინვარული სარტყელია წარმოდგენილი. ზომიერში მათი რაოდენობა 3-დან 5-მდე იზრდება. ყველაზე სრულყოფილი სპექტრი კი ეკვატორულ სარტყელშია. მათაა ზონები იმეორებს რა ვაკის ზონების თვისებებს, ბევრად უფრო მცირე მანძილზე იცვლება, რის შედეგად შეიძლება მთელი მრავალფეროვანი სპექტრის მოკლე დროში დაკვირვება. როგორც აღვნიშნეთ, აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს თუ რომელ განედზე მდებარეობს მთათა სისტემა და როგორია მისი სიმაღლე. თუ პოლარულ ხაზს მიღმა და ტროპიკულ განედებზე არსებულ მთათა სისტემებს ერთმანეთს შევადარებთ, თვალნათლივ გამოჩნდება ზონალობაში არსებული უდიდესი განსხვავება, რომელიც ერთი და იმავე სახის ზონის ფარგლებშიც კი მკვეთრად შესამჩნევია. მაგალითისათვის განვიხილოთ ურალის ქედი, რომელიც ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ დიდ მანძილზე გადაჭიმული. იგი გადაკვეთს: ტუნდრის, ტაიგის, ტყე-სტეპის და სტეპის განედურ ჰორიზონტულ ზონებს. ვერტიკალური ზონალობის თვალსაზრისით კი მასზე რამდენიმე სექტორი გამოირჩევა: პოლარული ურალი მთლიანად ტუნდრის ზონაშია წარმოდგენილი, მისი დაბალი მწვერვალები მუდმივი თოვლის ხაზამდეც ვერ აღწევს, ამიტომ თავისთავად მოკლებულია მყინვარულ ზონას. ჩრდილო და შუა ურალის მთის ძირებსა და ფერდობებზე გაბატონებულია ტაიგა, რომელიც ჩრდილო ურალის მაღალ მწვერვალზე მაღალმთის ტყე-ტუნდრით და ტუნდრით იცვლება, სამხრეთ ურალი კი ხასიათდება ვერტიკალური ზონის მრავალფეროვნებით. მისი მთის ძირები მოქცეულია ტყე-სტეპის ზონაში, რომელიც სიმაღლეში თანმიმდევრულად იცვლება ფოთლოვანი, შერეული, წიწვოვანი ტყეებით, სუბალპური და ალპური მდელოებით. ალაგ-ალაგ კი მაღალმთის ტუნდრაა წარმოდგენილი. კავკასიონის ქედის არა მარტო გეოგრაფიული მდებარეობა, არამედ მაღალმთიანი რელიეფი, განაპირობებს მასზე ვერტიკალური ზონალობის მრავალფეროვან სპექტრს. მისი მწვერვალები, სამხრეთული მიმართულების მიუხედავად, დაფარულია მუდმივი

თოვლისა და მყინვართა საფარით, ისევე როგორც კიდევ უფრო სამხრეთით, ეკვატორთან ახლოს და ტროპიკებში არსებულ ჰიმალაის, ანდების და სხვა მაღალმთიან სისტემათა მწვერვალები. ამ უკანასკნელთა ზონალობის სპექტრი კიდევ უფრო მდიდარია, ვიდრე კავკასიონის.

სიმაღლებრივი სარტყლოების პარალელურად წყალქვეშა ლანდშაფტების სარტყლოებაზეც შეიძლება ვისაუბროთ. ფ. მილკოვი გამოყოფს შელფის ანუ კონტინენტური თავთხელის, კონტინენტური ფერდობის ბათიალურ, ოკეანის კალაპოტის აბისალურ და ღრმაწყლიანი ღარების ჰიპერბისალურ ლანდშაფტებს. ცოცხალი ორგანიზმების გავრცელების მიხედვით მსოფლიო ოკეანეში შემდეგი ვერტიკალური ზონალობა შეინიშნება: თავთხელის (200 მ-მდე), ბათიალური (200-დან 3000 მ-მდე), აბისალური (3000 მ-ზე ღრმა); პირველი ზონა მდიდარია პლანქტონით და ბენტოსით ანუ ფსკერის ორგანიზმებით (მოლუსკები, მარჯნები, ღრუბლები, კიბოსნაირნი, ქამბალა, წყალმცენარეები). მსოფლიო ოკეანის ზედა ზონა ცოცხალი ორგანიზმების საოცარი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა, რისი მიზეზიც მზის სინათლის წყალში შეღწევის ინტენსივობა, ანუ ხილვადობაა; ოკეანის წყალს განათების ხარისხის მიხედვითაც ჰყოფენ და მასში სამ ზონას გამოყოფენ: სინათლის ზონა (ზღვის დონიდან 200 მ-მდე), ბინდის ზონა 200-დან 1000მ-მდე) და წყვდიადის ზონა (1000 მ-ზე ღრმა). ოკეანის ზედა სინათლის ზონას მზე არა მარტო ანათებს, არამედ ათბობს კიდევ. სინათლის ზონაში ტროპიკული, ზომიერი და პოლარული სარტყლების წყლების ტემპერატურა ძლიერ განსხვავებულია, მაგრამ დაახლოებით 200 მ სიღრმეზე ოკეანის წყალი მთელ დედამიწაზე ცივია.

ტროპიკული რეგიონების ოკეანის თბილი წყალი ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. სეზონურ ცხოვრებას მიჩვეული ზღვის ბევრი ცხოველი ოკეანის ზომიერი სარტყლის წყლებისაკენ გადაადგილდება, რომელიც ამ დროს თევზრეწვის ძირითად რეგიონად იქცევა ხოლმე; პოლარული რეგიონების ცივ წყლებში მუდმივად მხოლოდ მცირე რაოდენობის ზღვის ცხოველი ბინადრობს. საერთოდ ოკეანეებისათვის დამახასიათებელია ცირკუმკონტინენტური ზონალობა, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ცოცხალი ორგანიზმებით ყველაზე მდიდარი შელფის ანუ თავთხელის სანაპირო წყლებია, ოკეანის შუაგულში კი მათი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა.

30.4. გეოგრაფიული გარსის სიმეტრია , დისიმეტრია

სიმეტრიის თეორიის ფუძემდებლად ითვლება ფრანგი კრისტალოგრაფი და ბოტანიკოსი ა. ბრავე (XIX ს.). იგი სიმეტრიულ განვითარებას ცოცხალ ორგანიზმებსა და კრისტალებში ხედავდა. მისმა თანამედროვეებმა აღნიშნული შეხედულება მხოლოდ ნაწილობრივ, კრისტალების აგებულებასთან მიმართებაში გაიზიარეს.

XIX ს-ის ბოლოს ლუი პასტერმა სრულიად საპირისპირო კანონზომიერება აღმოაჩინა ორგანულ ნაერთებში. სწორედ ამან მისცა დასაბამი ბუნებრივ ობიექტებსა და პროცესებში სიმეტრიისა და დისიმეტრიის არსებობის აღიარებას.

ტერმინ "დისიმეტრიის" შესახებ სხვადასხვა აზრი არსებობს: ზოგიერთი მეცნიერი (ვ. მარკოვი, 1978) თვლის, რომ დარღვეული სიმეტრიის მქონე ობიექტები უნდა მოვიხსენიოთ, როგორც ასიმეტრიული. მაგრამ მდინარეს, რომელსაც ბერი-კორიოლისის ძალის ზემოქმედების შედეგად ერთი ნაპირი უფრო ციცაბო აქვს, ვიდრე მეორე, არ შეიძლება ვუწოდოთ "დისიმეტრიული" ან "ასიმეტრიული"; ვინაიდან ასე მხოლოდ ისეთი ობიექტი შეიძლება მოვიხსენიოთ, რომელსაც არც ერთი სტრუქტურული ელემენტი აქვს სიმეტრიული. მაგ.: უსწორმასწორო ფორმის გორაკი, გეოიდი და სხვა.

ა. შებინკოვმა შემოიტანა ახალი ტერმინი - "ანტისიმეტრია". ასევე აღსანიშნავია ი. შაფრანოვსკის (1968) აზრი სიმეტრიისა და დისიმეტრიის შესახებ, რომელიც აღნიშნავს, რომ ჩვენს პლანეტაზე სიმეტრიის უნივერსალურ კანონს განაპირობებს დედამიწის გრავიტაციული ველის სფეროსებურობა. დედამიწის ნებისმიერ წერტილში მიზიდულობის ძალის კონუსისებრი ფონი ვერტიკალურად მზარდ ან კლებად ფორმებში სწორედ კონუსის ფორმით გამოვლინდება, ხოლო ჰორიზონტალურად მზარდში კი - ფოთლისებურად.

პ. კიურემ (1804 წ) ჩამოაყალიბა სიმეტრიულობის სამი ძირითადი პრინციპი :

1. სიმეტრიულობა არა მარტო სხეულებსა და ობიექტებს გააჩნია, არამედ იგი სამყაროს საერთო თვისება და მდგომარეობაა, იგი ყოველგვარ ფიზიკური მოვლენას და პროცესს ახასიათებს, ამიტომ მისი მხოლოდ კრისტალოგრაფიაში განხილვა არასწორია.

მთელ სამყაროზე სიმეტრიის კიურესეული განვრცობა, განაპირობებს ფიზიკურ-გეოგრაფიული კვლევის არეალების გაფართოებას.

2. ნებისმიერი სხელი, პროცესი და მოვლენა შინაგანი იმპულსებით სიმეტრიულად ვითარდება. მაგრამ მისი ფიზიკური ველის თუნდაც მცირეოდენი დარღვევა, მასში რამდენიმე სიმეტრიული ელემენტის გაქრობაც კი იწვევს დისიმეტრიას. ასეთი ცვლილების გამოწვევა მხოლოდ გარეგანი მიზეზითაა განპირობებული, ასე მაგ.: მდინარეს არ გააჩნია შინაგანი, ასე ვთქვათ, "პირადი მიზეზი" მოახდინოს მარჯვენა ან მარცხენა ნაპირის აქტიური ეროზია. ბუნებაში ასეთი უპირატესობით ჩრდილო ნახევარსფეროში მარჯვენა, ხოლო სამხრეთში მარცხენა ნაპირი სარგებლობს, ყოველივეს განაპირობებს ჩვენთვის კარგად ცნობილი გარეგანი მიზეზი – მდინარის ნაკადზე მოქმედი დედამიწის ბრუნვასთან დაკავშირებული კორიოლისის ძალა.

აღსანიშნავია, რომ ობიექტში, ან პროცესში გამოვლენილი დისიმეტრია, არასდროს არის დისიმეტრიულობის გარე მიზეზის ზუსტი რაოდენობრივი ანარეკლი; ამის ნათელი დადასტურებაა თუნდაც ის, რომ დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული ოკეანის დინების ან წყლის ნაკადის გადახრის დონე შეზღუდულია წყლის მასის რაოდენობით ან სანაპიროს ამგები ქანების წინააღმდეგობით; წინააღმდეგობა შედარებით სუსტია ჰაერის მასებში, ამიტომ მათი აღმოსავლეთით გადახრის დონე (ჩრდ. ნახევარსფეროში) გაცილებით მეტია.

კიურეს ზემოაღნიშნული დასკვნა საშუალებას გვაძლევს ვეძებოთ ამოცანის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი და პირუკუ-ე.ი. შედეგის საშუალებით გამოვავლინოთ დისიმეტრიის მიზეზი. რუსმა მეცნიერმა ბერმა სწორედ ასე ამოხსნა კორიოლისის ძალის ზეგავლენა გეოგრაფიულ ობიექტებზე.

3. კიურემ მესამე პრინციპი შემდეგნაირად ჩამოაყალიბა: "მოვლენა, პროცესი იქმნება მხოლოდ იმ გარემოში, რომელსაც გარკვეული სიმეტრიული ელემენტების ნაკლებობა ანუ დისიმეტრია გააჩნია, თუ ეს უკანასკნელი არაა - არ იქნება არც მოვლენა".

სიმეტრიის კლასიკურ მაგალითს მიეკუთვნება ბუნებრივი სარტყლების ცვალებადობა ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ; რელიეფის სხვადასხვა რანგის ფორმებში კი იგი მთიანი მხარეების ერთნაირი ექსპოზიციის ფერდობების, დიუნების, ბარხანების, მდინარის ხეობების მარჯვენა და მარცხენა ნაპირების და სხვათა შედარებით მსგავსებაში გამოვლინდება.

სიმეტრიის ასევე უნივერსალური ფორმაა სფეროიდიც, რომელიც ბუნებაში მეტად ფართოდაა გავრცელებული მიკროორგანიზმებიდან ვიდრე კოსმოსურ სხეულებამდე და რომელიც ღმერთისგან შექმნილ იდეალურ ფორმად ჯერ კიდევ ანტიკური ნატურალფილოსოფოსების მიერ იქნა აღიარებული; ამის მაგალითებია: დედამიწის ფიგურა, გრავიტაციული, მაგნიტური, თერმული, ბარიული და სხვა პლანეტარული ველები, ლითოსფერო, ატმოსფერო, ჰიდროსფერო; ატმოსფეროში: წყლის წვეთი ღრუბლებსა და ნისლში, ასევე წვიმა, სეტყვა; ჰიდროსფეროში: ფორამინიფერები; ლითოსფეროში ეოლითები: კონკრეციები, ქანებისა და სხვადასხვა მინერალების სფეროსებრი განწევრება.

კოსმოსურ სხეულებსა და პლანეტარულ წარმონაქმნებში სფეროსებრი სიმეტრია მიზიდულობის ძალის ზეგავლენითაა გამოწვეული. არსებობს სიმეტრიის რამდენიმე სახე, ასე მაგ.: **კონუსური სიმეტრია** (И.Шафророва), რომლის დროსაც თუ გეოგრაფიული ობიექტის ზრდის ღერძი დახრილია ჰორიზონტალური სიბტყისადმი, სიმეტრია ელიფტიკური კონუსის ფორმას იღებს (მაგ: გამოზიდვის კონუსი).

ფოთლისებრი ანუ **ბილატერალური** უმეტესწილად ახასიათებს წყლის ნაკადებს, მდინარეების, ტბებისა და ზღვების ქვიშიან ცელებს.

წრიული - ვლინდება სეისმურ ტალღებში, მარებში, ატოლებში, ციკლონებსა და ანტიციკლონებში.

ცილინდრული - ვულკანური ყელი და მარღვები, სტალაქტიტები და სტალაგმიტები.

სხივურ-რადიალური ან **გვირილის** და **სოკოსებრი** სიმეტრია განსაკუთრებით ხშირად მცენარეულ სამყაროში გამოვლინდება, ასევე გვხვდება გეიზერებში ვულკანური პროცესის დროს ("პინისებრი სვეტი").

მრავალი მეცნიერის აზრით, რომელსაც ჩვენც ვუერთდებით, ზემოაღნიშნული სიმეტრიის საპირისპირო ტერმინად ანუ ე.წ. ანტონიმად მიღებულია გამოვიყენოთ "დისიმეტრია". აკადემიკოსმა კ. მარკოვმა დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთ ძირითად კანონზომიერებად პოლარული დისიმეტრია მიიჩნია, რაც ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროების განსხვავებულ აგებულება-განზომილებებსა და განვითარების ისტორიაში გამოიხატება. თავისთავად ცხადია, რომ დისიმეტრიულია დედამიწის ფორმაც, ვინაიდან მისი ჩრდილოეთ პოლარული ნახევარდერძი 30-100 მ-ით მეტია ვიდრე სამხრეთული, ამიტომ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს შეკუმშულობა ნაკლებია ვიდრე სამხრეთის. დედამიწის ფორმა "გეოიდი" თავისი დისიმეტრიულობის გამო "კარდიოიდადაც" კი იწოდება. ასევე დისიმეტრიულია მისი ეკვატორული ნახევარდერძებიც - ოკეანური, ანუ წყნარი ოკეანისკენ მიმართული უფრო გრძელია, მის კონტინენტურ - აფრიკისკენ მიმართულ რადიუსზე. ნახევარდერძების ჩამოთვლილი დისიმეტრია განაპირობებს სამხრეთ და ჩრდილოეთ ნახევარსფეროებს შორის არსებულ ბევრ ისეთ უთანხმოებას და განსხვავებას. როგორცაა თუნდაც ჩრდილო ნახევარსფეროში 39%-ით, ხოლო სამხრეთში 19%-ით წარმოდგენილი ხმელეთის წილი; ან ის, რომ ჩრდილო ყინულოვან ოკეანეს სამხრეთით ანტარქტიდის კონტინენტი შეესაბამება.

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში დედამიწის ქერქის ყველაზე მეტად აწეულ მონაკვეთებს ბალტიისა და კანადის ფარები შეესაბამება, საპირისპიროდ, სამხრეთში იმავე განედებზე აფრო-ანტარქტიკული და ავსტრალია-ანტარქტიკული ოკეანური ღრმულებია უწყვეტ ჯაჭვად განლაგებული.

მაშინ როდესაც ჩრდილოეთით ძირითადად უფრო ახალგაზრდა პალეოზოური და მეზო-კაინოზოური ასაკის მთიანი სისტემების განედური (ალპურ-ჰიმალაური) სარტყელია გადაჭიმული, სამხრეთ ნახევარსფეროში ამ უკანასკნელს ანალოგი არ მოეძებნება, ვინაიდან კონტინენტების ფართობების უმეტესი ნაწილი, (თითქმის 72-90%), უძველეს ბაქნებს უჭირავს.

წყლისა და ხმელეთის დისიმეტრია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროებში გეოგრაფიული გარსის სხვა კომპონენტების განაწილების თავისებურებებს განაპირობებს. ოკეანის წყლის სარკის ფართობი არბილებს სამხრეთ ნახევარსფეროს ჰავას და წლიურ ამპლიტუდას 6⁰-მდე ამცირებს, მაშინ როდესაც „კონტინენტურ“ ჩრდილოეთში ამ უკანასკნელის სიდიდე 14⁰-ია.

ჩვენთვის ასევე საინტერესოა სიცივის გარსის (ვ. ვერნადსკის ტერმინი) ანუ კრიოსფეროს მუდმივად უარყოფითი ტემპერატურის არეების მდგომარეობა სხვადასხვა ნახევარსფეროზე.

თანამედროვე გამყინვარება დედამიწაზე ორი სახეობისაა: 1) **ხმელეთის ზედაპირის** (მომრავი მყინვარები და მყინვარული საფარები) და 2) **დედამიწის ქერქის ზედა ჰორიზონტის** გამყინვარება (მარადი, ანუ საუკუნეობრივი მზრალობა), ე.ი. მიწისქვეშა უმოდრაო სხვადასხვა ფორმის ყინულები.

კრიოსფეროს დისიმეტრია გამოსახულია ორი სახით:

1. ცივი ზღვიური ჰავის რაიონებში წარმოიქმნება ხმელეთის ყინულები (მყინვარები), ხოლო ცივი კონტინენტური ჰავის რაიონებში - მიწისქვეშა ყინულები, ანუ მარადი მზრალობა.

2. ყინულები მყინვარებში სხვადასხვა დონეზე ცივია; მაგ.: ანტარქტიდაში = -50⁰, გრენლანდიაში - (-28⁰), ხოლო სკანდინავიაში, ისლანდიაში, ალპებსა და სხვა 0⁰-მდეა. ჰავის გლობალური დათბობა ალბათ გამოიწვევს „ცივი ყინულების“ ფართობის მომატებას (რადგან მათ თავზე ანტიციკლონი შესუსტდება, გაუმჯობესდება ატმოსფერული ნალექებით საზრდოობა), ხოლო "თბილი" ყინულების ფართობი შემცირდება.

სამხრეთ ნახევარსფეროში წარმოდგენილია კონტინენტური გამყინვარება ანტარქტიდის სახით, ჩრდილოეთში მსგავს გამყინვარებას მცირე ფართობი უჭირავს, სამაგიეროდ დიდია მუდმივი მზრალობის მიერ დაკავებული ფართობები.

ოკეანეთა დინებებშიც შეინიშნება დისიმეტრია. ამის დადასტურებაა ის, რომ სამხრეთში თბილი დინებები ს.გ. 35⁰-ს ვერ სცილდება, ხოლო ჩრდილოეთით ყინულოვან ოკეანემდე აღწევს.

დისიმეტრია ჩანს ორივე ნახევარსფეროს ფლორისა და ფაუნის სახეობებში. ჩრდილოეთით ასე ფართოდ წარმოდგენილ ტაიგას სამხრეთით ანალოგი არ მოეძებნება, სადაც ასევე არაა აღნიშნული ტუნდრის, ტყეტუნდრის, ტყესტეპის ზონები, ზომიერი სარტყლის უდაბნოები. მხოლოდ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროშია გავრცელებული ცალკეულ მცენარეთა სახეობები: წიწვოვნები, სეკვოია. განსხვავებულია ფაუნაც. მხოლოდ სამხრეთ ნახევარსფეროში და მათ შორის ანტარქტიდაზე ცხოვრობს პინგვინების 17-ვე სახეობა; ხოლო არქტიკაში კი - თეთრი დათვები. ასევე მხოლოდ სამხრეთშია: ლამა,

იხენისკარტა, იქედნე, კენგურუ, ჩანთოსანი მგელი, ფრინველი კივი, კოალა; ხოლო ჩრდილოეთში კი-ორკუზიანი აქლემი.

პალეოგეოგრაფიული მასალები ყველაზე თვალნათლივ აჩვენებს, რომ გეოგრაფიული გარსის კომპონენტებში თუნდაც ბიოსფეროში შორეულ ეპოქებშიც არსებობდა დისიმეტრია. ასე მაგ.: წარსულში გავრცელებული 22 სახეობის პინგვინის ნაშთები მხოლოდ სამხრეთ ნახევარსფეროშია ნაპოვნი.

დედამიწის ქერქის დისიმეტრია– აღნიშნული სხვა არაფერია თუ არა განსხვავება კონტინენტურ და ოკეანურ ქერქს შორის, ზემოთ აღვნიშნეთ რომ კონტინენტური ქერქი 3 შრიანი და უფრო მძლავრია, ხოლო ოკეანური 2 შრიანი და შედარებით თხელი.

დედამიწის ქერქის დისიმეტრიის არსი შემდეგში მდგომარეობს. ქერქის „გრანიტის“ ფენა წყვეტილია, მისი სიმძლავრე ერთნაირი არ არის, უმთავრესად იმის გამო, რომ გრანიტის ფენა სხვადასხვა სისქისაა, მაგ.: ალპური ქედების ქვეშ იგი 60–85 კმ–ია, უძველესი ბაქნების ქვეშ კი–30–35 კმ.

დედამიწის ქერქის დისიმეტრია ისპობა მხოლოდ გრანიტის ქვეშ არსებულ გარსში, რომელიც უწყვეტი და საერთოა მთელი პლანეტისათვის ,იგი ბაზალტურ ფენად იწოდება. ვ. ვერნადსკის აზრით, დედამიწის ქერქის დისიმეტრიის რაოდენობრივ გამოხატულებად შეიძლება ჩაითვალოს ხმელეთსა და ზღვის ფართობებს შორის არსებული თანაფარდობა, ანუ 1:2,43.

თავი 31. ნოსფერო

ბიოსფეროს მეცნიერული არსისადმი ახლებურად მიდგომის შედეგად ვ.ვერნადსკი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ცოცხალი ორგანიზმების თანდათანობითმა განვითარებამ, ადამიანის საზოგადოების გამოჩენამ გეოგრაფიული გარსი მიიყვანა ხარისხობრივ ცვლილებამდე და ახალი ეტაპის ფორმირებამდე; გეოგრაფიული გარსის განვითარების ამ ეტაპს ”ნოსფერო” ეწოდა. თავად ტერმინი 1937 წელს შემოგვთავაზა ფრანგმა მეცნიერმა ლერუამ,ხოლო მისი მეცნიერული შეფასება კი ვ.ვერნადსკის ეკუთვნის.

ნოსფერო, ანუ აზროვნების სფერო (“ნოს” - აზროვნება).

ფრანგმა მეცნიერმა თეიარ დე შარდენმა თავის წიგნში ”ადამიანის ფენომენი” (1987 წ) შემოგვთავაზა ნოსფეროს შემდეგი განმარტება, ”ესაა ახალი გარსი, მოაზროვნე შრე, რომელიც ჩაისახა მესამეულის ბოლოს, განვითარდა მცენარეული და ცხოველური სამყაროს საფუძველზე - არა ბიოსფეროში, არამედ მასზედ”. კაცობრიობის ევოლუციას იგი შემდეგ ეტაპებად ჰყოფდა **”წინაცხოვრება-ცხოვრება-აზროვნება-ზეცხოვრება”**.

ნოსფეროზე მეცნიერული თეორია კი შეიმუშავა რუსმა მეცნიერმა ვ.ვერნადსკიმ. ის წერდა, რომ ბიოსფერო (თანამედროვე წარმოდგენით - გეოგრაფიული გარსის ნაწილი) განვითარების გარკვეულ სტადიაზე შედის ახალ ეტაპში, როდესაც ურთიერთკავშირს ემატება ახალი კომპონენტი - ადამიანის საზოგადოება. „ნოსფერო - წერდა ვ.ვერნადსკი - ესაა ახალი გეოლოგიური მოვლენა ჩვენს პლანეტაზე, მასში ადამიანი პირველად გვევლინება უმსხვილეს გეოლოგიურ ძალად. მას ძალუმს და ვალდებულია თავისი შრომით და გონებით გარდაქმნას თავისი საცხოვრებელი გარემო, გარდაქმნას ძირფესვიანად“.

ზოგიერთი მეცნიერი მათ შორის: ვ.ბოკოვი, ი.სელივესტროვი, ი.ჩერვანევი გვთავაზობენ ტერმინს - **ანთროპოსფერო**, ვინაიდან მათი აზრით, ის უფრო ფართო გაგებისაა, ვიდრე ნოსფერო. სხვანი გვთავაზობენ გამოვიყენოთ - **ტექნოსფერო**.

მკვლევრები ფიქრობენ, რომ გეოგრაფიული გარსის თანამედროვე ევოლოგიური მდგომარეობა, ეკონომიკური და ენერგეტიკული კრიზისები, რომელიც ხელს უშლის საზოგადოების განვითარებას , არ იძლევა იმის უფლებას, ვისაუბროთ გონებრივი გარსის, მოაზროვნე სფეროს არსებობის შესახებ, მაგრამ ნოსფეროს ქვეშ სულაც არ იგულისხმება და მოიაზრება ადამიანის საქმიანობის რაციონალური შედეგი, ვინაიდან ამ საქმიანობით იგი შეიძლება იყოს, როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითიც.

დედამიწის ზედაპირზე არსებულმა სიცოცხლის თხელმა ფირფიტამ ბევრად უფრო დააჩქარა ევოლუციის ყველა პროცესი. ვინაიდან მას ძალუმს შთანთქას და გარდაქმნას კოსმოსური, პირველ რიგში, მზის ენერგია და მისი საშუალებით მოახდინოს მიწიერი ორგანიზმების ტრანსფორმაცია.

დედამიწა და კოსმოსი წარმოადგენს ერთიან სისტემას, სადაც ურთიერთკავშირშია მიწიერი, თუ კოსმოსური წარმოშობის პროცესები.

გეოგრაფიული გარსის ყველა კომპონენტს ეტყობა ადამიანის ზემოქმედება: ჰაერი და წყალი გახდა ანთროპოგენური, მათში გაჩნდა რადიაქტიური ნივთიერებები, ნავთობპროდუქტები, სხვა გამაჭუჭყიანებლები. ჩვეულებრივი, ბუნებრივი ნაყოფიერი ნიადაგების ადგილს იკავებს ურბანომიწები, რომელთა თვისებები ჯერ კიდევ შესწავლის პროცესშია. ბუნებრივი ცხოველების და მცენარეების ადგილზე ჩნდება კულტურული მცენარეები და შინაური ცხოველები.

ცხადია, გეოგრაფიული გარსის ნოსფერული ეტაპის საზღვრები თანდათან ფართოვდება.

დედამიწის ზედაპირზე მზის ენერჯის გადანაწილება განპირობებულია დედამიწის სფეროსებურობით, მისი წარმოსახვითი ღერძის დახრილობით ეკლიპტიკის სიბრტყის მიმართ, მდებარეობით მზესთან მიმართებაში ე.ი. გეოგრაფიული განედით. მზის ენერჯის რაოდენობა ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით იკლებს ყოველ კვ.სმ-ში. ყოველწლიურად მზიდან დედამიწაზე მიღებული 2 მლნ კ.კალორიდან მხოლოდ 0,002% გამოიყენება, არადა ადამიანის მიერ მოპოვებული ტრადიციული ენერგორესურსები ძლიერ დიდი რაოდენობით წვავს ატმოსფეროში არსებულ ჟანგბადს, ამიტომ ნოსფეროს ეტაპზე ალტერნატიულ ენერჯიად სწორედ მზის ენერჯის გამოყენება მიიჩნევა.

ალსანიშნავია, რომ შინაგანი ენერჯია (43×10^{17} კ.კალორია) ბევრად ნაკლებია მზის ენერჯიაზე (134×10^{19} კ.კალორია), დედამიწის ზედაპირზე ამ ორი ენერჯის ინტენსიურობა სხვადასხვა ადგილზე მუდმივად იცვლება: ხან ერთი სქარბობს, ხან მეორე. საერთო ჯამში ენერჯიათა მორიგეობის სურათთან გვაქვს საქმე; ამასთანავე არც ერთი მათგანი არ ექვემდებარება ადამიანის კონტროლს; ადამიანი უძველესი დროიდან იყენებს და არეგულირებს მხოლოდ საწვავ ენერგორესურსებს ე.წ. **კაუსთობიოლითებს**. შინაგანი და გარეგანი ენერჯიების დროსა და სივრცეში თანაფარდობა რელიეფში იმით ამოვლინდება, რომ იგი ზოგან მთიანია, ზოგან ვაკე ან გორაკ-ბორცვიანი.

გამოანგარიშებულია, რომ დედამიწის ენერგორესურსების, ანუ კაუსთობიოლითების საერთო მარაგი 240000-ჯერ ნაკლებია მზისგან მიღებულ ენერჯიაზე (97×10^{16} კვტ/სთ. Ермаков, 1967), ამ უკანასკნელთან შედარებით ასევე მცირეა ადამიანის მიერ ელექტროსადგურებში გამოიმუშავებული ენერჯია (5×10^{12} კვტ/სთ). მეცნიერებმა გამოიანგარიშეს, რომ იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ენერჯის ხელოვნურად გამოიმუშავების ტემპი წელიწადში 8%-ით მოიმატებს, ტექნოგენური სითბო მხოლოდ 150-200 წლის შემდეგ გაუტოლდება მზისგან მიღებულ წლიურ ენერჯიას (Ряничков, 1972).

ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემა, რომელიც უკანასკნელ ათწლეულში წარმოიქმნა, გახლავთ დედამიწის კლიმატური დათბობა, რაც პირდაპირ კავშირშია სითბურ გაჭუჭყიანებასთან, რომელიც ატმოსფეროს დათბობას იწვევს, ცნობილია, რომ დიდი ქალაქების თავზე გაჭუჭყიანებული ჰაერი ქმნის ერთგვარ "სახურავს", რადგან გამწვანებულია ჰაერის ქვედა ფენების ცირკულაცია, იგი სხა არაფერია, თუ არა ნავთობისა და სხვა საწვავის ნარჩენი გაზები.

ატმოსფეროს დათბობა იწვევს ყინულის "ქუდების" მოდნობას პოლარული წრის მიღმა, რაც ცხადია გამოიწვევს ოკეანის დონის აწევას და ხმელეთის სანაპირო ზოლის დიდი ფართობის (≈ 15 მლნ კმ²-ის, ანუ 10%) დატბორვას. წყლის ქვეშ აღმოჩნდება ჩრდ.ევროპის, ჩინეთის, ინდოეთის ბევრი ეკონომიკური რაიონი, ნავსადგური, მსოფლიო ოკეანის დონე ≈ 60 მ-ით აიწევს.

მოხდება მარადმზრალი გრუნტების დეგრადაცია - დაჭაობება.

მყინვარების გაქრობა გამოიწვევს ისედაც დეფიციტური მტკნარი წყლის შემცირებას.

შემცირდება თოვლის საფარის ფართობი, რაც შეცვლის წყლის და ტემპერატურულ ბალანსს.

ნოსფეროს ეტაპის გეოგრაფიული გარსის ხარისხობრივი განმასხვავებელი ნიშნებია:

გარსი ხასიათდება მრავალფეროვანი ნივთიერი შემადგენლობით, პირველადი ნივთიერებები გარდაიქმნება, წარმოიქმნება ახალი ნიადაგები, ქანები, მინერალები, კულტურული მცენარეულობა და ცხოველები.

იზრდება ლითოსფეროდან მექანიკურად მოპოვებული მასალის რაოდენობა, მან უკვე გადააჭარბა იმ მასალის მოცულობას, რომელიც მდინარეთა მიერ იქნა გადარეცხილი.

მიმდინარეობს წარსული გეოლოგიური ეპოქების დროინდელი ფოტოსინთეზის პროდუქციის მასიური ხარჯვა, ძირითადად ენერგეტიკული მიზნებისათვის. ნოსფეროში იწყება ჟანგბადის

შემცველობის შემცირება და ნახშირორჟანგის რაოდენობის ზრდა. იზრდება პლანეტის საშუალო წლიური ტემპერატურა, რაც განაპირობებს პლანეტის გადახურებას - **გლობალურ დათბობას**.

წარმოიქმნება ენერჯის ახალი წყაროები და სახეები, გამოიყენება ბირთვული და თერმობირთვული ენერჯიები. დედამიწის ზოგიერთ რეგიონში ტექტოგენური ენერჯის სიდიდე უახლოვდება მზის ენერჯიას. აუცილებელია პრინციპულად განვასხვავოთ მზის და ტექტოგენური ენერჯიები.

ტექნოგენური სითბოს და მზის რადიაციის განაწილება დედამიწის ზოგიერთ რაიონში
ცხრ. #31.1

№	რაიონი	ფართობი კვ.კმ-ში	ტექნოგენური ენერჯია ერგი/(სმ ² C)	მზის რადიაცია ერგი/(სმ ² C)
	ფერბენქსი, ალასკა აშშ	37	$18,6 \cdot 10^3$	$18,1 \cdot 10^3$
	რურის ოლქი გერმანია	10296	$10,7 \cdot 10^3$	$50,4 \cdot 10^3$
	მანჰეტენი, ნიუ იორკი	59	$630 \cdot 10^3$	$93,7 \cdot 10^3$

გეოგრაფიულ გარსში სხვადასხვა გენეზისის ენერჯის ნაკადების განაწილების შემდეგი სურათი გვაქვს:

ცხრ. #31.2

№	ენერჯიის წყარო	რაოდენობა ჯოული(მ ² C)
1	მზის ენერჯია	$2,3 \cdot 10^2$
2	მოქცევის ხახუნის ენერჯია	$3,5 \cdot 10^{-2}$
3	გეოთერმული სითბო	0,1
4	ტექტონიკური ენერჯია	10^{-3}
5	რადიოაქტიური იზოტოპების დაშლა	$7 \cdot 10^{-3}$
6	ანთროპოგენური ენერჯია	$3,2 \cdot 10^{-2}$

როგორც ტაბულიდან ჩანს ყველაზე დიდია მზის ენერჯია, მაგრამ ასევე ნათელია, რომ ანთროპოგენური ენერჯია სიდიდით გაუტოლდა მოქცევის ხახუნის ენერჯიას და გაასწრო ტექტონიკურ ენერჯიას.

პირველი დედამიწაზე მოდის თავისუფალი, მუდმივი წყაროდან, ხოლო მეორე წარმოიშვა წარსულის ბიოსფეროში დაგროვილი მზის ენერჯიიდან. ზოგიერთის შეფასებით ადამიანი 10-ჯერ უფრო სწრაფად ხარჯავს ენერჯიას, ვიდრე მისი აკუმულირება - დაგროვება ხდება. ნოსფეროში მიმდინარე პროცესების შედეგად ხდება დედამიწის ენერჯიის გაფანტვა და არა მისი დაგროვება, როგორც ეს ხდებოდა ბიოსფეროში ადამიანის წარმოშობამდე.

ნოსფეროს ფარგლებში შეიმჩნევა ყველა იმ კომპონენტის მჭიდრო ურთიერთხემოქმედება, რომელთაც ახალი სისტემების შექმნამდე მივყავართ და ეს ახალი სისტემებია: ბუნებრივ-ტერიტორიული და ანთროპოგენური.

ნოსფეროში გამოვლინდება მოაზროვნე ადამიანის საქმიანობა, მოღვაწეობა, აზროვნების გამოჩენა ქმნის საზოგადოებას. ცხოვრების საზოგადოებრივი ფორმები ჭიანჭველებსაც კი გააჩნიათ **ტერმიტების გორაკის** სახით, მაგრამ ამ შემთხვევაში საუბარია ინდივიდების ერთიანობაზე, პიროვნებების საზოგადოებაზე, რომელნიც მზად არიან ერთიანი შრომისთვის, გეგმაზომიერი მოქმედებისთვის, კოოპერაციისა და ერთსულოვანი სულიერი ცხოვრება - მოღვაწეობისათვის.

ნოსფერო სცილდება ბიოსფეროს ფარგლებს მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის პროდუქტით - პროგრესულობით. ჩნდება კოსმოსური ნავიგაცია, რაც საშუალებას აძლევს ადამიანს გასცილდეს თავისი მშობლიური პლანეტის საზღვრებს. მიმდინარეობს კოსმოსური სივრცის ათვისება. იქმნება შესაძლებლობა სხვა პლანეტაზე შეიქმნას ხელოვნური ბიოსფერო. ნოსფერო - ესაა მზის

სისტემის სფერო, იგი მომავალში აუცილებლად გახდება აღნიშნული სისტემის განსაკუთრებული რეგიონი, რომელიც კაცობრიობის შემოქმედებითი ნიჭის ნაყოფი იქნება.

ვ.ვერნადსკის აზრით, ადამიანის გამოჩენა უდიდესი წინგადადგმული ნაბიჯი იყო ჩვენი პლანეტის განვითარების გზაზე; აქვე უნდა ითქვას, რომ დღევანდელი გადმოსახედიდან ეს აზრი სავსებით დადასტურდა, ვინაიდან ადამიანის მოღვაწეობამ მეტად დააჩქარა ევოლუციური პროცესები, რომელთა ტემპიც საწარმოო ძალათა განვითარებისა და კაცობრიობის ტექნიკური აღჭურვილობის ზრდის შესაბამისად დღით-დღე მატულობს. სწორედ ამიტომ უქმნის დიდ საშიშროებას ადამიანის შემდგომი უმართავი და უკონტროლო ქმედება მთელ პლანეტას და თვით ადამიანსაც; ვ.ვერნადსკი მოუწოდებდა, რომ დედამიწის და ადამიანთა საზოგადოების შემდგომ ევოლუციას აუცილებლად ესაჭიროება გონიერი მართვა, ანუ ბიოსფეროს გარდაქმნა გონების სფეროდ-ნოსფეროდ. აქვე დავძენთ, რომ ბიოსფეროს გააჩნია უნარი იარსებოს და განვითარდეს ადამიანის გარეშე, ადამიანს კი არ ძალუძს ბიოსფეროს გარეშე არსებობა. გეოგრაფიული გარსის ნოსფეროს ეტაპზე ადამიანს არ შეუძლია იცხოვროს მხოლოდ წარსულით და დღევანდელი დღით. მოაზროვნე ადამიანი ყოველთვის ფიქრობდა და ფიქრობს მომავალზე. მის შემდგომ საქმიანობას ყოველთვის სჭირდება წინასწარ დაგეგმვა, წინასწარჭვრეტა. ადამიანმა კარგად შეისწავლა თავისი წარსული და დღევანდელი და იგი ვალდებულია განჭვრიტოს მომავალი, რათა არაფერი შეეშალოს.

ოცნება - ეს დაგეგმვის პირველი სტადიაა, ოცნების განხორციელებას კი სჭირდება პროგნოზი, რომელიც სხვადასხვა ტიპისაა; ესენია: რაოდენობრივი, ხარისხობრივი, დამოუკიდებელი, მოკლევადიანი, ხანგრძლივი, განუსაზღვრელი ვადის, პერპექტიული, ლოკალური, რეგიონული, გლობალური.

როდესაც საუბარია გარემოს ცვლილების პროგნოზირებაზე, გამოსაყენებელია ყველა ზემოაღნიშნული ტიპი. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მიუხედავად გეოგრაფიული გარსის განვითარების ნოსფეროს ეტაპისა, პროგნოზირება და რეკომენდაციები ჯერ კიდევ ჩამოყალიბების პროცესშია. მის გარკვეულ წინსვლას ხელი შეუწყო კომპიუტერულმა მოდელირებამ. შეუძლებელია მათემატიკის, კიბერნეტიკის, ალბათობის, ზღვრული თეორიების, მოდულირების გარეშე ადამიანმა შესძლოს სრულყოფილი პროგნოზირება. ნოსფეროს ძირითადი ხარისხობრივი მაჩვენებელი კი სწორედ ესაა. ვ.ვერნადსკის ზემოაღნიშნულ მიმართვაში დღეს ეჭვი აღარავის ეპარება, ვინაიდან ეს დრო უკვე დადგა და ცხადი გახდა, რომ თუ კაცობრიობას სურს შემდგომშიც იარსებოს, დედამიწის გეოგრაფიულ გარსს ინტელექტი უნდა მართავდეს; წინააღმდეგ შემთხვევაში, ცივილიზაცია უკვალოდ გაქრება. დღეს ეს ჭეშმარიტება არა მარტო დედამიწის მკვლევრების, არამედ საზოგადოების მთელი შეგნებული ნაწილის მთავარი ლოზუნგია, რომელსაც, ზოგიერთ შემთხვევაში პოლიტიკური ელფერიც დაჰკრავს ხოლმე.

ნაწილი V. გეოგრაფიული გარსი და საზოგადოება

თავი 32. გეოგრაფიული გარსი და მისი როლი საზოგადოების განვითარებაში.

ადამიანისა და გეოგრაფიული გარსის სრული კომპოზიციის ანუ გეოგრაფიული გარემოს ურთიერთშემოქმედებაზე დაკვირვება და კვლევა ისტორიული წარსულიდან იღებს სათავეს; მის შესახებ მასალები ჯერ კიდევ ანტიკური ნატურფილოსოფიის წიაღში შეიძლება მოვიპოვოთ, მაშინ, როდესაც გეოგრაფია აღწერილობით, ანუ ემპირიულ ხასიათს ატარებდა. ამჟამად, გეოგრაფიული გარსის განვითარების ნოსფერულ ფაზაში, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პროგნოზსა და მონიტორინგს. თანამედროვე გეოგრაფიის უმთავრესი ამოცანაა ბუნების მდგრადი განვითარება, გარემოს მდგომარეობის კონტროლი და პროგნოზირება, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური ათვისებისათვის რეკომენდაციების გაცემა; მეტად მნიშვნელოვანია სტიქიური უბედურებების, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების შესწავლა და პროგნოზირება, ვინაიდან ძლიერაა გახშირებული მათი გამოვლინება და მოსახლეობის ზრდის და ტექნიკის განვითარების კვალდაკვალ, მოსალოდნელია, რომ მათი მასშტაბები კიდევ უფრო გაიზრდება. ადამიანის შემოქმედება გეოგრაფიულ გარემოზე დაახლოებით 3 მლნ წლის წინათ დაიწყო. განსაკუთრებით აქტიურად ადამიანი ბუნებას უკანასკნელი 3 ათასი წლის მანძილზე

გარდაქმნის. მრავალ ბუნებრივ ზონასა და ცალკეულ კონტინენტებზე ანთროპოგენური ლანდშაფტები ჭარბობს ბუნებრივს. 2011 წლის შემდეგ, როდესაც მსოფლიოს მოსახლეობამ 7 მლრდ. მიაღწია, ზეწოლა გარემოზე კიდევ უფრო გაიზარდება.

თანამედროვე ბუნება ძლიერ შეცვალა ადამიანის სხვადასხვა სფეროში მოღვაწეობამ, ადამიანის მიერ პირდაპირ, ან ირიბად – წყლის ან ჰაერის დახმარებით, გარდაიქმნა ხელუხლებელი ბუნება და იგი პირველყოფილი სახით, ალბათ აღარსად შემორჩა. კაცობრიობა რომ არ განადგურდეს, უნდა შეეწყოს შეცვლილ გარემოს და გადავიდეს ბუნების უფრო რაციონალურ სარგებლობასა და დაცვაზე.

ადამიანისა და ბუნების ურთერთზემოქმედება ორმხრივი პროცესია - როგორც პირველადი, ისე ადამიანის მიერ გარდაქმნილი ბუნება ზემოქმედებს საზოგადოებაზე და პირიქით, საზოგადოება ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე. ამ ორმხრივი პროცესის შედეგების სხვადასხვაგვარი შეფასება არსებობს ასე მაგ.:

1. გეოგრაფიული გარემო არ ახდენს ზეგავლენას საზოგადოების განვითარებაზე;
2. გეოგრაფიული გარემო - საზოგადოების განვითარების განმსაზღვრელი ფაქტორია;
3. გეოგრაფიული გარემო საზოგადოების განვითარებისთვის მნიშვნელოვანია, მაგრამ არა განმსაზღვრელი.

ჩვენს წ/აღ-მდე 460 წელს, ძველი დროის ცნობილმა ექიმმა ჰიპოკრატემ, მოგვაწოდა იდეა ბუნებრივი პირობების გავლენისა ადამიანის ორგანიზმზე, აგებულებაზე, ხასიათზე. ეს იდეა შემდგომში განვითარდა **გეოგრაფიული დეტერმინიზმის** სახელით – ესაა მეცნიერული მიმართულება, რომელიც აღიარებს საზოგადოების განვითარებაში გეოგრაფიული გარემოს უპირატეს ზეგავლენას, იგივე აზრს იზიარებდნენ ძველი დროის ცნობილი მეცნიერები – **ჰეროდოტე და სტრაბონი.**

გეოგრაფიული დეტერმინიზმი განსაკუთრებით განვითარდა XVIII ს–ში, მისი მიმდევრები იყვნენ **მონტესკიე, ჰენტინგტონი, მარკჰეიმი, XIX ს–ში: ბოკლი, რიტერი, რეკლიუ, ბრიუნი, მეჩნიკოვი.**

იმპერიალიზმის განვითარების ეპოქაში გეოგრაფიულმა დეტერმინიზმმა საფუძველი დაუდო **რეაქციულ გეოპოლიტიკას**, თეორია ამართლებდა ერთის მეორეზე – მდიდრის ღარიბზე ბატონობას. მათ განავითარეს იდეოლოგია, რომლითაც თითოეულ სახელმწიფოს წარმოადგენდნენ ცოცხალ ორგანიზმად, რომელიც ცდილობს მიითვისოს „ახალი სასიცოცხლო სივრცე“, ასეთმა სწრაფვამ ე.წ. „სახელმწიფო-ორგანიზმები“ მიიყვანა დამპყრობელ ომებამდე. რეაქციული გეოპოლიტიკის იდეის მამამთავარი იყო გერმანელი მეცნიერი **ფ. რატცელი** (1844–1904 წწ). მას ეკუთვნის ადამიანების ხელმძღვანელებად და შემსრულებლებად დაყოფის რასისტული თეორია, იმის მიხედვით, თუ როგორი კლიმატის და რელიეფის გარემოცვაში გაიზარდნენ და ცხოვრობდნენ ისინი; ამიტომაც რატცელი ითვლება ფაშისტური დოქტრინის მამად, სწორედ მისმა იდეოლოგიამ დაუდო საფუძველი ჰიტლერის დროს „არიული სისხლის ჰეგემონობას“.

სრულიად საპირისპირო იყო **გეოგრაფიული ნიჰილიზმის** მიმდინარეობა, რომლის მიმდევართა მიერ საერთოდ უარყოფილი იქნა ბუნებრივი პირობების გავლენა საზოგადოებაზე. იდეოლოგიამ განსაკუთრებული განვითარება საბჭოთა კავშირში ჰპოვა, ვინაიდან იქ ბატონობდა დევიზი: „ბუნებისაგან ნუ ველოდებით მზამზარეულად მორთმეულ საჩუქარს!“, სწორედ ამ იდეოლოგიის ბატონობის შედეგია,, ის, რომ მიმდინარეობდა უამრავი ფუჭი და უსარგებლო ცდა, მაგ.: მოეყვანთ საზამთრო მოსკოვის გარეუბანში, ხოლო სიმინდი-მურმანსკში, და ა.შ.

თანამედროვე შეხედულებით გეოგრაფიული გარემო ერთ-ერთი მუდმივი და აუცილებელი ელემენტია კაცობრიობის განვითარებისთვის, მაგრამ იგი საზოგადოების

ბატონებად და ყმებად, მონებად დაყოფის პირობას არავითარ შემთხვევაში არ განაპირობებს, არ შეიძლება მოხდეს გეოგრაფიული გარემოს როლის ხელოვნურად ზრდა, მითუმეტეს, რომ საზოგადოების განვითარება უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე გეოგრაფიული გარემოსი. მაგალითისათვის გავიხსენოთ აღმ. ევროპის ტერიტორიაზე ბოლო 3 ათასი წლის მანძილზე განვითარებული პროცესები; ამ დროის განმავლობაში ერთმანეთს შეენაცვლა პირველყოფილი თემური, მონათმფლობელური, ფეოდალური, კაპიტალისტური, სოციალისტური საზოგადოებრივი წყობები, ამჟამად კი კვლავ შეინიშნება კაპიტალიზმის აღორძინება; აღნიშნული ტერიტორიის ბუნებრივი გარემოს ცვლილებას კი, თუ მეტი არა, მილიონობით წლები მაინც დასჭირდა,

ადამიანის და გარემოს ურთიერთზემოქმედების საკითხებს მიეძღვნა XIX ს–ის შუა და XX ს–ის ბუნებისმეტყველ კლასიკოსთა შრომები: *დოკუჩაევის, გლინკას, კაპრინსკის, მუშკეტოვის, პავლოვის, ობრუჩევის, ფიშერის, შერლოკის, ფერსმანის, ვერნადსკის და სხვ.*

განსაკუთრებით მკაფიოდ და ნათლად ჩამოაყალიბა საზოგადოებისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულება დოკუჩაევმა, მან აღნიშნა: “ადამიანი ავლენს ზონალობის კანონზომიერებას თავისი ცხოვრების ნებისმიერ ასპექტში ადათ–წესებში, რელიგიაში, აღნაგობა–სილამაზეში; ზონალურია მისი შინაური ცხოველები და ფრინველები, კულტურული მცენარეულობა, შენობა–ნაგებობანი“. და მართლაც, მაგალითისათვის გავიხსენოთ, რომ უდაბნოს მაცხოვრებელთა ადაპტაცია მიმართულია ორგანიზმის ენერგეტიკული პროცესების, თბოპროდუქტების შესამცირებლად, მათ დასაწვავად, აქედან გამომდინარე, მათ განუვითარდათ მაღალი, თხელი აღნაგობა, გრძელი კიდურებით, მცირე ცხიმდაგროვებით. ძლიერ ცივი ქვეყნების მაცხოვრებლები კი პირიქით – გამოირჩევიან დაბალი აღნაგობით, მოკლე კიდურებით და ძლიერი ცხიმდაგროვებით – სიმსუქნით. აქვე საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ გეოგრაფიული გარემოს, რელიეფის თავისებურება განაპირობებს ადათ–წესებსაც; ასე მაგალითად: ტუნდრის მაცხოვრებლები თავიანთ მიცვალებულებს მიწას არ აბარებდნენ, არამედ, მაღალ მთაში, მუდმივი სიცივის სამყაროში ასვენებდნენ. აღნიშნული წეს–ჩვეულება განპირობებული იყო იქ გავრცელებული მარად მზრალი გრუნტის თვისებით: ზედა ფენის პერიოდული ლღობის მომენტში ზემოთ ამოყაროს, ამოიტანოს ნებისმიერი სხეული და ნივთი

თავი 33. თანამედროვე გეოგრაფიული გარემო და კაცობრიობა

გეოგრაფიული, ანუ ბუნებრივი გარემო – ეს არის რეალური ფიზიკური მდგომარეობა, სადაც ადამიანი ცხოვრობს, შრომობს და მისი კავშირი ლითოსფეროსთან ვლინდება არა მარტო სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება–დამუშავებაში, არამედ ბევრად უფრო მრავალფეროვნად და ფართოდ. დედამიწის ბუნებრივ მდგომარეობაზე დიდ ზეგავლენას ახდენს სხვადასხვა საინჟინრო–სამშენებლო და სამეურნეო მოღვაწეობა. ადამიანმა მოახდინა დედამიწის გეოგრაფიული გარსის ყველა სფეროს ნაწილობრივი აქტიური ტრანსფორმაცია და დასაბამი მისცა დედამიწის ახალ, ანთროპოგენურ ეტაპს, როდესაც მისი ზემოქმედების მასშტაბები ბუნებრივ უძლიერეს პროცესებს გაუტოლდა. **გეოგრაფიული, ანუ ბუნებრივი გარემო** ესაა საზოგადოების გარემომცველი ბუნების ის ნაწილი, რომელშიც ის მოცემულ მომენტში უშუალო ურთიერთქმედებაში იმყოფება, ანუ რომელიც პირდაპირ კავშირშია მის სასიცოცხლო და სამეურნეო საქმიანობასთან (Калесник; С.В. 1955).

გეოგრაფიული გარემოს გაფართოება კაცობრიობის განვითარების პარალელურად მიმდინარეობს, დღითიდღე გეოგრაფიული გარსის უფრო მეტი ნაწილი გარდაიქმნება გეოგრაფიულ გარემოდ და ცხადია, რომ მომავალში მათი საზღვრები ერთმანეთს დაემთხვევა.

გეოგრაფიული გარემოს ელემენტები, მიუხედავად ადამიანის ზემოქმედებისა და მის მიერ გამოწვეული გარდაქმნებისა, ინარჩუნებს თვითგანვითარების უნარს, მხოლოდ ადამიანის მიერ შექმნილ ხელოვნურ ნაგებობას არ გააჩნია თვითგანვითარების უნარი, იგი ვერ შეერწყება გეოგრაფიულ გარემოს, ამიტომ მუდგმივი კონტროლისა და შეკეთების გარეშე სწრაფად განადგურდება.

ვ. ლიამინი (1978) იზიარებდა ს.კალესნიკის შეხედულებას გეოგრაფიული გარემოსა და საზოგადოების ურთიერთზემოქმედების შესახებ და თვლიდა, რომ ეს პროცესი სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს.

პირველ შემთხვევაში ადამიანი იყენებს ბუნებრივ მასალას და მისგან საჭირო ნივთს ქმნის, მაგ.: მადნისაგან ადნობს ლითონს, ბუნებრივი მასალებისგან აშენებს შენობებს, ამ დროს ბუნებრივი პროდუქცია გარდაიქმნება სოციალურ საგნად.

საზოგადოება ასევე იყენებს ენერჯიას, რომელიც დაგროვილია ნავთობში, ქვანახშირში, ბუნებრივ აირსა და ტორფში. ეს კი ბუნების „ენერგეტიკული“ კავშირია საზოგადოებასთან. მატერიალური წარმოების პროცესი ადამიანისა და ბუნებისაგან ქმნის ერთიან მთლიან სისტემას - ადამიანთა საზოგადოებას.

ასევე არსებობს საზოგადოებასა და ბუნებას შორის სხვა სახის კავშირი, როდესაც გარესამყარო და საზოგადოება ურთიერთზემოქმედებენ ერთმანეთზე. ამ შემთხვევაში გეოგრაფიული გარემო საზოგადოების საცხოვრებელი ბუნებრივი პირობების როლს ასრულებს.

ვ.ლიამინი გვთავაზობს ეკონომ-გეოგრაფიული ვუწოდოთ გეოგრაფიული გარემოს იმ ნაწილს, რომელიც მატერიალური წარმოების საფუძველზე ადამიანის მიერ ხელოვნურად იქნა შექმნილი.; ამ ნაწილს იგი სამ ჯგუფად ყოფს:

1. **პირველ ჯგუფში** შედის ადამიანის მიერ გარდაქმნილი, ანუ ხელოვნურად შექმნილი ობიექტები, რომლებშიც ბუნებრივი თვისებები სჭარბობს, მაგ. ცხოველები და მცენარეები, დამუშავებული ნიადაგები, ხელოვნური წყალსაცავები და წყალსატევები; ადამიანმა მათი თვისებები მხოლოდ საჭირო მიმართულებით შეცვალა.
2. **მეორე ჯგუფში** შედის ის ობიექტები, რომლებიც ხელოვნურადაა შექმნილი ან გარდაქმნილი და მათი, როგორც შრომის საშუალების ფუნქციონირება, ხდება ტექნიკის დამხარებით. ასეთია: მდინარეები რეგულირებული ჩამონადენით, საირიგაციო ნაგებობები, რელიეფის ხელოვნური ფორმები: რკინიგზის ნაყარი, მდინარეთა დამბები .
3. **მესამე ჯგუფში** ერთიანდება ხელოვნურად შექმნილი ან გარდაქმნილი ბუნებრივი ობიექტები, მაგ . ისეთი, როგორიცაა: ქალაქის პარკები, ბაღები, სკვერები, კულტურული მცენარეულობა და ცხოველები.

ეკონომიკურ-გეოგრაფიულ გარემო საზოგადოების უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. იგი გარე სამყაროსგან განსხვავებით, წარმოიქმნება და ვითარდება საზოგადოებასთან ერთად და მის გარეშე არ არსებობს. ფიზიკურ-გეოგრაფიული გარემო თავისი გეოგრაფიული გარსის კომპონენტების ერთიანობით, საზოგადოებისათვის არსებობის მატერიალურ პირობას ქმნის და ეკონომიკურ-გეოგრაფიული გარემოსგან განსხვავებით, ვითარდება თავისთავად, ბუნებრივი კანონზომიერებების საფუძველზე, მაგრამ, ამავე დროს , განიცდის ცვლილებას საზოგადოების განვითარების კვალდაკვალ, რადგან ადამიანის ინტერესთა სფერო მუდმივად ფართოვდება; თუ პირველყოფილი ადამიანი გულგრილი იყო წიაღისეული საბადოებისადმი, ჩვენს თანამედროვეს მის გარეშე არსებობა არ შეუძლია, შუა საუკუნეებში ადამიანი დედამიწის წიაღიდან მოიპოვებდა მხოლოდ 18 ქიმიურ ელემენტს, XVII ს-ში-25, XVIII ს-ში-29, XIX ს-ში-47, ხოლო XX ს-ის დასაწყისში-54, ამჯერად, ფერსმანის ხატოვანი გამოთქმით: „ადამიანის ფეხქვეშ განფენილია მენდელეევის მთელი პერიოდული სისტემა“.კაცობრიობის მთელი არსებობის მანძილზე დედამიწის წიაღიდან მოპოვებულ იქნა 300 მლრდ ტონა სპილენძი, 200

მლრდ ტ ქვანახშირი, 100 მლრდ ტ–ზე მეტი ნავთობი, 50 მლრდ ტ რკინის მადანი, 100 000 ტ–ზე მეტი ოქრო;

საზოგადოების ინტერესების ზრდა ფიზიკურ–გეოგრაფიული გარემოს კომპონენტებისადმი, მათზე გაძლიერებული ზემოქმედება, თანდათან გარდაქმნის მას ეკონომ–გეოგრაფიულ გარემოდ.

გეოგრაფიული, ბუნებრივი გარემო მრავალი ნიშან–თვისების მატარებელია; ვინაიდან კაცობრიობის არსებობისათვის აუცილებელ პირობებს ბუნებრივი გარემო ქმნის, ამიტომ გეოგრაფიული გარსის მრავალმხრივი დანიშნულებიდან ერთ–ერთი ძირითადი თვისება მისი სამრეწველო მნიშვნელობაა, რადგან სწორედ ამ გზით იღებს ადამიანი ენერჯიას და საარსებო პროდუქციას.

გარემოს დიდი მეცნიერული დანიშნულებაც გააჩნია, რადგან ადამიანს სწორედ ბუნება აძლევს სამყაროს შეცნობის უნარ–ჩვევებს; მისგან სწავლობს იგი, როგორ გამოიყენოს ეს უკანასკნელი თავის მიზნებისათვის. ბუნებრივ კომპონენტებზე დაკვირვებით და მიბამვით აშენებს და ამზადებს ტექნიკურ საშუალებებს; ამავე დროს, კაცობრიობა ვალდებულია უცვლელად შემოინახოს ბუნებრივი ეტალონები, რათა ყოველთვის ჰქონდეს საშუალება შეაფასოს ამ უკანასკნელსა და ხელოვნურად შექმნილს შორის არსებული განსხვავება.

ბუნებრივ გარემოს გააჩნია გამაჯანსაღებელი თვისება– სრულყოფილი დასვენებისა და ჯანმრთელობის აღსადგენად აუცილებელია სამკურნალო დანიშნულების ცენტრების მიკროკლიმატის, მინერალური წყაროების, ტყეების დაბინძურებისა და სხვა არასასურველი ცვლილებებისაგან დაცვა .ე.ი. საჭიროა ჯანსაღი ბუნებრივი პირობების სრულყოფილად შენარჩუნება.

ცნობილია, რომ გეოგრაფიული გარემოს და საზოგადოების ურთიერთობების სრულყოფილი შესწავლა მხოლოდ იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, თუ შევისწავლით გეოგრაფიული მეცნიერების რთულ სისტემას, რომელიც, თავის მხრივ სამ ქვესისტემად იყოფა: **ბუნება– მეურნეობა–მოსახლეობა**; აღნიშნული ცოდნა საშუალებას მოგვცემს შევაფასოთ ბუნებრივი კომპონენტების გარდაქმნის ხარისხი.

ბუნებას გააჩნია აღმზრდელობითი და ესთეტიური დანიშნულება; სწორედ ლამაზი, უნიკალური და სახასიათო პეიზაჟები, ბუნებრივი ფენომენები აღძრავს პიროვნებაში მისი დაცვის, სიყვარულის და თაყვანისცემის გრძნობას; ცნობილია, რომ ბუნება ხშირად გამხდარა მრავალი მწერლის, კომპოზიტორის, თუ მხატვრის შემოქმედებისათვის შთაგონების წყარო,

კაცობრიობის წინაშე დგას ამოცანა, რაც შეიძლება დროულად მოაწესრიგოს ურთიერთობა ბუნებრივ გარემოსთან, ვინაიდან რაც უფრო მეტი ნიჰილისტური დამოკიდებულებით გადააქცევს მას ეკონომიკურ –გეოგრაფიულ გარემოდ, მით უფრო მეტად იჩენს თავს პრობლემები, რომლებიც, დღესდღეობით, კაცობრიობის ზრდასთან ერთად იზრდება და ათასწლეულის მიჯნაზე უკვე გლობალურად გადაიქცა. გლობალურობას კი მიზეზთა კომპლექსურობა განაპირობებს: ბუნებრივ რესურსებზე დღით–დღე გაზრდილი მოთხოვნილება პარალელურად იწვევს მათი მოპოვების, წარმოების ტემპების და გამოყენების ზრდას, რასაც საბოლოოდ, გარემოს კომპონენტების და კომპლექსების ხარისხობრივ თუ უარყოფითი ბალანსის მქონე რაოდენობრივ ცვლილებამდე მიყვავართ.

საკაცობრიო პრობლემები სახელწოდებით „გლობალური“, პირველად ე.წ. „რომის კლუბ“–ის წევრებმა მოიხსენიეს. აღნიშნული კლუბი გასული საუკუნის 60–70 წლებში ცნობილი მეცნიერების, საზოგადო და სახელმწიფო მოღვაწეების მიერ დაფუძნდა.

გლობალური ეწოდება პრობლემას, რომელიც ქვემოთ ჩამოთვლილ კრიტერიუმებს აკმაყოფილებს, ასე მაგ.:

–იგი ეხება მთელ კაცობრიობას, მსოფლიოს ყველა ქვეყანას, ხალხებს, ყველა სოციალურ ფენას.

–იწვევს დიდ ეკონომიკურ და სოციალურ დანაკარგებს, ზარალს. მათმა გამწვავებამ შეიძლება მთელი საკაცობრიო ცივილიზაციის განადგურება გამოიწვიოს.

–პრობლემის გადასაწყვეტად საკმარისი არ არის მხოლოდ რამდენიმე ქვეყნის ურთიერთთანამშრომლობა, არამედ აუცილებელია მთელი მსოფლიოს ქვეყნების ძალისხმევა და თანამშრომლობა.

გასული საუკუნის 80–იან წლებში გლობალური პრობლემები სამ დიდ ჯგუფში გაერთიანდა:

პირველი ჯგუფი მოიცავს ისეთ ზოგადსაკაცობრიო პრობლემებს, როგორცაა განიარაღება, ახალი მსოფლიო ომის თავიდან აცილება, ეკონომიკურად განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს შორის არსებული სოციალურ–ეკონომიკური დონეების გათანაბრება, უმუშევრობის ლიკვიდაცია.

მეორე ჯგუფში შემავალი პრობლემები იკვლევს „ადამიანი – საზოგადოებ“–ის ურთიერთობებს, თითოეული ჩვენგანის მიერ მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის მიღწევების ათვისების შესაძლებლობას. ამა თუ იმ ქვეყანაში კულტურული განვითარების, განათლების, ჯანმრთელობის დაცვის და სხვ. სოციალური სისტემების მოწყობის დონეებს.

მესამე ჯგუფში კი გაერთიანებულია პრობლემები, რომლებიც თან სდევს სისტემის „ადამიანი– ბუნებ“–ის ურთიერთზემოქმედებას, ასეთებია: ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენა, ბუნებრივი რესურსებისადმი საზოგადოების გაზრდილი მოთხოვნის უზრუნველყოფა. მსოფლიო ოკეანის რესურსების გამოკვლევა–გამოყენება, კოსმოსის ათვისება.

ამჟამად, პრიორიტეტების შეცვლის გამო, ზოგიერთი მკვლევრის აზრით, საჭიროა მოხდეს ზემოაღნიშნულის გადაჯგუფება; ზოგიერთი მათგანი პირველ ადგილს ეკოლოგიურ პრობლემას ანიჭებს, ზოგი კი– დემოგრაფიულს. მესამენი თვლიან, რომ პრიორიტეტული განვითარებადი ქვეყნების ჩამორჩენილობის დაძლევაა, სხვანი კი ასეთად სასურსათო პრობლემას მიიჩნევენ.

გლობალური პრობლემები მჭიდრო ურთიერთკავშირშია და დაუყოვნებლივ მოითხოვს ასეთივე გლობალურ გადაწყვეტას, ამიტომ იგი საკაცობრიო საზოგადოებრივი, საბუნებისმეტყველო და ტექნიკური მეცნიერული დარგების კვლევის ობიექტად გადაიქცა. ამ დარგებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანი ადგილი გეოგრაფიას უჭირავს, ვინაიდან მიეკუთვნება პირველსა და მეორეს, ხოლო იყენებს მესამის თანამედროვე ტექნოლოგიებს.

მსოფლიო საზოგადოების განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ისეთი ეკოლოგიური პრობლემები, როგორებიცაა: დედამიწის კლიმატის გლობალური დათბობა, „ოზონის ხვრელების“ წარმოშობა, გეოგრაფიული გარსის გეოსფეროების ანთროპოგენური დაჭუჭყიანება, ბუნებრივი სისტემების დეგრადაცია, ეკოლოგიური უბედურების არელების ზრდა.

„გაეროს“ გარემოს დაცვისა და განვითარების საერთაშორისო კომისიამ 1983 წელს მიიღო საზოგადოების მდგრადი განვითარების კონცეფცია, რომელიც ითვალისწინებს კაცობრიობის განვითარების ხელშეწყობას, მისი მზარდი მოთხოვნების დაკმაყოფილებას და მომავალი თაობების ცივილური ცხოვრებისათვის სრულყოფილი გეოგრაფიული გარემოს შენარჩუნებას.

„გაეროს“ კონცეფციაში გათვალისწინებული საკითხების და პრობლემების გადასაწყვეტად, პირველ რიგში, აუცილებელია ორი ძირითადი მოთხოვნის დაკმაყოფილება;

პირველია დედამიწის ტოტალური „წმენდა“– დასუფთავება, „სუფთა ენერჯების“ ჩაყენება კაცობრიობის სამსახურში, უნარჩენო ტექნოლოგიებისა და წარმოების სრული, დახურული ციკლის შემუშავება, გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების კატასტროფული შედეგების აცილება.

მეორე მოთხოვნა ითვალისწინებს მოხმარების შეზღუდული სტრატეგიის შემუშავებას, ვინაიდან კაცობრიობის მიერ მეტისმეტად ბევრი ბუნებრივი რესურსის გამოყენება იწვევს გარემოს გამოფიტვას და დეგრადაციას.

ჩვენი აზრით, გლობალური პრობლემების გადაჭრის ოპტიმალური ვარიანტი მხოლოდ ისაა, რომ ერთი და იგივე ტერიტორიის შესწავლისას სხვადასხვა დარგის სპეციალისტებმა შეიმუშაონ საერთო პროგრამა, ამით მოიხსნება კვლევის ობიექტის და საგნის დადგენის ბარიერები, მკვლევარს კი საშუალება მიეცემა, რაც შეიძლება მოკლე დროში დაადგინოს რა როლი ენიჭება ამა თუ იმ ცალკეულ კომპონენტს, დანარჩენ კომპონენტებთან კავშირურთიერთობაში და საერთოდ გეოგრაფიული მეცნიერების ზემოაღნიშნულ რთულ სისტემაში.

გეოგრაფიული ტერმინების განმარტებანი

აბრაზია ოკეანეების, ზღვების, ტბებისა და წყალსაცავების ნაპირთა მექანიკური ნგრევა ზვირთცემის ზემოქმედებით, აბრაზიული ნაპირის ერთ-ერთი მთავარი პირობაა სანაპირო ზოლის დახრილობა (0,01-ზე მეტი). აბრაზიის შედეგად ნაპირზე წარმოიქმნება ფლატე, აბრაზიული ტერასა და სხვადასხვა ფორმები.

აზევება დედამიწის ქერქის ცალკეული ნაწილის აღმავალი ტექტონიკური მოძრაობა.

აკუმულაცია მდინარის მოქმედების მესამე ძირითად სახეს ნაშალი მასალის აკუმულაცია წარმოადგენს, რომელსაც უმეტესად დინების შუა და ქვემო ნაწილებში აქვს ადგილი.

აკუმულაციური რელიეფი დედამიწის ზედაპირის ფორმები, შექმნილია ზღვიური, ტბიური, მდინარეული, მყინვარული, ეოლური და სხვა ნაფენების დაგროვებით, ვულკანური პროდუქტების აკუმულაციით, ადამიანის სამეურნეო მოქმედებით.

აკვატორია პორტის საზღვრებში მოქცეული წყლის სივრცე.

ალუვიონი წყლის ნაკადით შექმნილი ნაფენები, რომლითაც აგებულია კალაპოტი და მდინარეული ტერასები. განასხვავებენ მთისა და ბარის მდინარეთა ალუვიონს დალექვის პირობების მიხედვით – კალაპოტურ, რიყის, ნამდინარევ და სხვ.

ამინდი ატმოსფეროს ქვედა ფენების მდგომარეობა მოცემულ ადგილზე დროის შედარებით ხანმოკლე შუალედში.

ანდეზიტი ვულკანური წარმოშობის საშუალო მჟავიანობის ქანი, მკვრივი, ზოგჯერ ფოროვანი, პორფირული აგებულების. ძირითადი მასა ვულკანური მინის, პლაგიოკლაზისა და პიროქსენის მიკროლითების ნარევისაგან შედგება.

ანეროიდი ატმოსფერული წნევის საზომი ხელსაწყო, მასზე აითვლება ატმოსფერული წნევა და ადგილის სიმაღლე. იყენებენ ორ პუნქტს შორის სიმაღლეთა სხვაობის გასაზომად და აბსოლუტური სიმაღლის განსაზღვრისათვის.

ანთროპოგენეზი ადამიანის, როგორც ბიოლოგიური არსების ცხოველქმედებით რელიეფის შეცვლა.

ანთროპოგენი გეოლოგიური დრო, რომლის განმავლობაში ჩამოყალიბდა ადამიანი, განვითარდა კულტურა და წარმოიქმნა ანთროპოგენური სისტემის ნაღვეები. მისი ხანგრძლივობა საბოლოოდ დაზუსტებული არ არის. ანგარიშობენ 1,8-3,5 მლნ. წ. იყოფა: ეოპლეისტოცენად (2,0 მლნ. წ.), პლეისტოცენად (800 ათასი წ.) და ჰოლოცენად (12 ათასი წ.)

ანთროპოგენური რელიეფი რელიეფის ფორმათა ერთობლიობა, შექმნილი ან მნიშვნელოვნად შეცვლილი ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით. განასხვავებენ რელიეფზე ადამიანის საქმიანობის პირდაპირ (კარიერი, ტერასა, თხრილი, მიწაყრილი და სხვ.) და ირიბ

ზემოქმედებას, რომელიც ბუნებრივი პროცესების (გამოფიტვა, ეროზია, ფერდობულ-გრავიტაციული მოვლენები) მიერ ახალი ფორმების ტრანსფორმაცია-დეგრადაციაში მუდავდება.

ანთროპოგენური ფაქტორები ფაქტორთა ერთობლიობა, განპირობებული ადამიანის ზემოქმედებით მცენარეულობაზე, ცხოველებზე და სხვა ბუნებრივ კომპონენტებზე (სამეურნეო საქმიანობა). ანთროპოგენური ფაქტორი შეიძლება იყოს პირდაპირი (ამოწყვეტა, შემოყვანა, დაცვა და ა.შ.) და ირიბი (ლანდშაფტის შეცვლა, ტყის გაკაფვა, ნიადაგის მოხვნა და ა.შ.) შედეგები.

ანთროპოგენური რელიეფის ფორმები მიზანდასახული ფორმები: გამომუშავებული (კარიერი, შახტი, ორმო, არხი, აფეთქების ძაბრები და სხვ.) ან დაყრილი (ტერიკონი, ყორღანი, მიწაყრილი და სხვ.) და მათი თანმხლები წარმონაქმნები _ ხრამები, მეწყრები, ჩანაქცევები და სხვ.

ანტიკლინი დადებითი ნიშნის მორფოსტრუქტურა, ანტიკლინური ნაოჭი, რომლის გულიც (ბირთვიც) აგებულია სტრატეგრაფიულად უფრო ძველი ნალექებით.

არაორგანული ბუნების ძეგლები, რომელთაც გარკვეული მცენარეული და ესთეტიური ღირებულება გააჩნია და დაცვას საჭიროებს. აჯგუფებენ გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიურ (მღვიმეები, გადააგილებული და მოქანავე ლოდები, კლდის სვეტები და კოშკები, ტალახის ვულკანები, კანიონები, ხეობები, ვულკანური ფორმები, ბუნებრივი ხიდები, პერიგლაციური ფორმები, ტრავერტინები, ფსევდოკარსტი, კარული ველები და სხვ.) და ჰიდროგრაფიულ (ტბები, ვოკლუზები, ჩანჩქერები) ძეგლებად.

არიდული რელიეფი რელიეფის ფორმათა ერთობლიობა, რომელიც იქმნება უდაბნოებში, ნახევარუდაბნოებში, მშრალ სტეპებში გამოფიტვით, ეოლური პროცესებით, სიბრტყითი გადარეცხვით, დროებით ნაკადებში ეროზიული მოქმედებით და სხვ. მაღლობების, პლატოების, ბორცვებისა და მთებისათვის დამახასიათებელია არიდული დენუდაციის, ეროზიის და აკუმულაციის ფორმები (მთისწინა პროლუვიური ვაკეები, პედიმენტები, ბედლენდები და სხვ.) ვაკეებისათვის, ქვიშიანი უდაბნოებსათვის დამახასიათებელი ბარქანები, ქვიშის ზვინულები და მათ შორის მოქცეული მლაშობიანი ქვაბულები, თაკირული ვაკეები.

არკოზული ქვიშაქვა მონომინერალური და ოლიგომიქტური ქვიშაქვა, კვარციანი ქვიშაქვა; 90% (ზოგჯერ მეტი) სუფთა, კარგად დამუშავებული კვარცის მარცვლებით. სედიმენტაციის რამდენიმე ციკლის გავლის გამო კარგადაა დახარისხებული, თიხოვან ცემენტს თითქმის არ შეიცავს.

ასაკი (გეოლოგიაში) 1. საუკუნე, გეოლოგიური დროის ერთეული, რომლის განმავლობაში ჩამოყალიბდა შესატყვისი სტრატეგრაფიული სართულის ქანები; 2. დრო, რომლის განმავლობაში ჩამოყალიბდა ამა თუ იმ სტრატეგრაფიული დანაყოფის ქანები; 3. დრო, რომლის განმავლობაში მოხდა გარკვეული გეოლოგიური მოვლენა.

ატივნარებული ნატანი მდინარის მიერ წყალში ატივნარებული მყარი მასალა.

აუზი სივრცე, რომლიდანაც წყლები მოედინება ერთი განსაზღვრული მდინარის, ზღვის ან ტბისაკენ.

ბაზალტი შავი ფერის ეფუზიური მაგმური ქანი, უმთავრესად შედგება პლაგიოკლაზის, ავგიტისა და ხშირად ოლივინისაგან. ზოგჯერ ახასიათებს სვეტისებრი განწყვერება. ფართოდაა გავრცელებული როგორც ხმელეთზე, ისე ოკეანეთა ფსკერზე.

ბათოლითი არასწორი მოხაზულობის, მაგმური ქანებით აგებული უზარმაზარი მასივი, რომელიც წარმოიქმნება მიწის ქერქის სიღრმეში. ზედაპირზე შიშვლდება მხოლოდ ეროზიული პროცესების მეშვეობით.

ბარი ქართული ტერმინი მთათაშუა დადაბლებების აღსანიშნავად. მოიცავს ვაკე-დაბლობს, გორაკ-ბორცვებს, მთისწინეთს.

ბარიერი ზღუდე, რაიმე მოქმედების შემაფერხებელი დაბრკოლება.

ბაქანი დედამიწის ქერქის ტექტონიკურად კონსოლიდებული არე, უმნიშვნელო მოძრაობებითა და ახალგაზრდა ნაფენების მცირე სისქით. ორსართულიანი აგებულების – უძველეს დანაოჭებულ კრისტალურ ქანებზე ჰორიზონტულად დალექილი ნაფენებით. ბაქნის სტრუქტურული ერთეულებია: 1. ფარი – ნაოჭა და მეტამორფიზებული ფუნდამენტის გამიშვლებული შვერილები; 2. ფილაქანი – საკუთრივ ბაქანი, რომლის ფუნდამენტი დიდ ტერიტორიაზე გადახურულია ნალექი ქანებით; 3. პერიკრატონული (პერიფერიული) დაძირვის ზონები დანალექი ქანების უფრო მძლავრი საფარით.

ბედლენდი „ცუდი მიწები“, შემალღებელი, ძლიერ დანაწევრებული, ძნელად გასავლელი რელიეფით. განსაკუთრებით დამახასიათებელია თიხებითა და თიხნარებით აგებული მთისწინეთის და დაბალი მთებისათვის. ხასიათდება ხრამებში ძლიერი დატოტვით, მსხვილი და ვიწრო წყალგამყოფებით. წარმოიქმნება არიდული ჰავის პირობებში დროებითი ნაკადებით. ეროზიული ჩაჭრის სიღრმე ათეულ მეტრს აღწევს.

ბელტი 1. რღვევებით შემოფარგლული დედამიწის ქერქის უბნები, რომლებმაც განიცადა ვეტიკალური გადაადგილებები. ხასიათდება სწორკუთხოვანი საზღვრებით და რამდენადმე არათანაბარი სიმაღლეებით. აწეულ ბელტს ჰორსტს უწოდებენ, დაწეულს – გრაბენს. 2. მყინვარის მიერ მოწყვეტილი და გადაადგილებული რამდენიმე ათეული მეტრის სიდიდის კლდოვანი ბელტი, რომელიც გადაიტანება ათეული და ასეული კმ-ის მანძილზე; 3. ერთი მეტრის დიამეტრის ლოდები; 4. ბალახიანი, კორდიანი მიწის მონაჭერი.

ბეჟი ბრტყელზედაპირიანი, დამრეცკალთიანი მცირე ზომის ბორცვი, გორაკი.

ბლოკი დედამიწის ქერქის მონაკვეთი, შემოსაზღვრული წყვეტებით, სტაბილური ან მთლიანი მასით მოძრავი.

ბორცვი გორაკის მსგავსად გუმბათური ფორმის იზოლირებული წარმონაქმნია, ოღონდ – დამრეცი ფერდობების და სუსტად გამოხატული ძირის მქონე. უკანასკნელის სიმაღლე შეიძლება 200 მეტრამდე აღწევდეს.

ბრექჩია ქანი, რომელიც შედგება სხვადასხვა წარმოშობისა და ზომის, ერთმანეთთან შეცემენტებული დაკუთხული ნატეხებისაგან.

გადალექვა გადაგილების და მეორადი დალექვის პროცესი იმ ფენებისა, რომლებიც ადრე მონაწილეობდნენ დანალექ წყებათა აგებულებაში. გადაადგილებისას მასალის ხასიათი იცვლება და ძნელი ხდება მისი გეოქრონოლოგიური და პალეოგეოგრაფიული ინტერპრეტაცია.

გადარეცხვა ეროზიულ-დენუდაციური პროცესი, განპირობებული მოძრავი წყლის, ყინულის ან ჰაერის ზემოქმედებით.

გამოზიდვის კონუსი რელიეფის ფორმა, შექმნილი ფხვიერი მასალის დაგროვებით მუდმივი ან დროებითი ნაკადების კალაპოტების ქვედა ნაწილში ნაკადის ცოცხალი ძალის მკვეთრი შემცირების გამო. აქვს სამკუთხედის ფორმა. დიდი ზომის გამოზიდვის კონუსები იქმნება მთის მდინარეთა ვაკეზე გამოსვლის ადგილზე.

გამორეცხვა ქარაფის, ფლატის, საფეხურის წინა მხარის შეღრმავება გვერდითი ეროზიით.

გამოფიტვა ქანების დაშლა-დანგრევის, დაქუცმაცების პროცესი, რომელიც ჰაერის, წყლის და ორგანიზმების ზემოქმედებით მიმდინარეობს. გამოფიტვა უნივერსალური, ყველგან მოქმედი პროცესია.

გამოქარვა ქარის მოქმედებით შექმნილი რელიეფის ფორმები: ლამბაქები, ღარები, ნაკაწრები, ბორცვებზე შექმნილი ჩაღრმავებები.

გამოქვაბული ქართულ სამეცნიერო ლიტერატურაში კლდეში ხელოვნურად გამოკვეთილ სათავსებს გამოქვაბულებს უწოდებენ. მაგ. ვარძიის გამოქვაბულთა კომპლექსი, უფლისციხე, დავითგარეჯი და სხვ. გამოქვაბულები გავრცელებულია ევრაზიის, აფრიკის, ჩრდილოეთ

ამერიკაში, სამხრეთ ამერიკაში და სხვ. გამოყოფენ გამოქვაბულ ნაგებობათა ფუნქციონალურ ტიპებს: საცხოვრებს (კლდის სახლები, სოფლები, ქალაქები), სამხედრო თავდასაცავ ნაგებობებს (ქვაბ-სახიზრები, ციხეები, განძისაგაფრები), საკულტო (ქრისტიანული, ბუდისტური, ინდისტური ტაძრები, მონასტრები, სალოცავები და სხვ.) ქართულ ენაზე „გამოქვაბულს“ რამდენადმე შეესატყვისება ინგლისური „Cave“ (ქეივ), ფრანგული „Caverne“ (კავერნ), ესპანური „Cueva“ „ჩუევა“ (ქუევა) და სხვ. ყველა ამ სიტყვის ფონეტიკური ნათესაობა უნდა იყოს ადამიანის და მღვიმეების მჭიდრო ურთიერთობის სიძველის ანარეკლი.

გამყინვარება 1. დედამიწის ზედაპირზე არსებული ბუნებრივი ყინულისა და თოვლის საფარი – მყინვარები, მარადიული თოვლის საბურველი, წყლის ყინულსაფარი, მოდრეიფე და მიწისქვეშა ყინულები და სხვ. 2. ჰავის შეცვლითი გამოწვეული მყინვართა მნიშვნელოვანი ზრდის პროცესი. გამყინვარებას უწოდებენ აგრეთვე მყინვარულ ეპოქებსა და სტადიებს.

გამჭოლი მღვიმე სუბჰორიზონტული მღვიმეების ქვეტიპი, ორივე მხრიდან გახსნილი მღვიმე. **გასწვრივი პროფილი** 1. ნაკადის ან ხეობის პროფილი მთელ სიგრძეზე სათავიდან შესართავამდე; 2. ანალოგიურია პროფილი რელიეფის რომელიმე ფორმის.

გაქვავება 1. ფხვიერი მინერალური ნაფენების მტკიცე ქანებად გადაქცევის პროცესი. შეიძლება მოხდეს ნაფენთა სახეცვლის სხვადასხვა სტადიაში. 2. განამარხებულ ცხოველთა და მცენარეთა ნაშთებში მინერალურ ნივთიერებათა ჩანაცვლება, რის შედეგად ნამარხები გაქვავებას იწყებს.

გამიშვლება გეოლოგიური ფორმაციის ან სტრუქტურის ის ნაწილი, რომელიც დედამიწის ზედაპირზეა ამოსული; აგრეთვე ძირეული ქანები, რომლებიც გადაფარული არის ალუვიონით. გამიშვლება შეიძლება იყოს ბუნებრივი ან ხელოვნური.

გეიზერი ცხელი წყალი, რომელიც პერიოდულად ამოდის შადრევნის სახით. ამოსასვლელის ირგვლივ გროვდება სხვადასხვა ფორმის ნალექები.

გენეზისი წარმოშობა, წარმოქმნა. მაგ., რელიეფის, ერთგვაროვანი ზედაპირების, ქანების, მინერალების, მიწისქვეშა წყლების წარმოშობის ისტორია.

გეოდინამიკა დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერების დარგი. შეისწავლის დედამიწის სიღრმეში მიმდინარე პროცესებს, რომლებიც მოანაწილებს მიწის ქერქის სტრუქტურულ განვითარებაში.

გეოლოგიური ჭრილი გეოლოგიური პროფილი, დედამიწის ქერქის ვერტიკალური კვეთი ზედაპირიდან სიღრმისაკენ. ადგენენ გეოლოგიური რუკების, სამთო გამონამუშევართა, გეოფიზიკურ გამონამუშევართა, გეოფიზიკური გამოკვლევების მიხედვით. ძირითადად შეესატყვისება რუკის მასშტაბს, მაგრამ საჭიროებისდა მიხედვით რამდენჯერმე ზრდიან ხოლმე ვერტიკალურ მასშტაბს.

გეომორფოლოგია ბერძნული სიტყვაა და დედამიწის სახის შესწავლას ნიშნავს. უფრო ზუსტად თუ ვიტყვით, გეომორფოლოგია დედამიწის რელიეფის აგებულების, გენეზისის, ფორმირების გზებისა და თანამედროვე დინამიკის შემსწავლელი მეცნიერებაა.

გეოსინკლინი ზღვის ფსკერზე ჩასახული დედამიწის ქერქის უმნიშვნელოვანესი სტრუქტურულ-გეოლოგიური ერთეული. წარმოადგენს მობილურ უბანს, რომელიც დედამიწის ქერქის სტაბილურ უბანს, ბაქანს უპირისპირდება.

გეოსფერო დედამიწის კონცენტრული გარსები. პერიფერიიდან დედამიწის ცენტრისკენ განლაგებულია: ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ლითოსფერო, მანტია და ბირთვი. არეს, სადაც გავრცელებულია ცოცხალი ორგანიზმები, ბიოსფეროს უწოდებენ.

გეოქრონოლოგია გეოლოგიური წელთაღრიცხვა, დედამიწის ქერქის ამგები ქანების ასაკის დადგენა. განარჩევენ შეფარდებით და აბსოლუტურ გეოლოგიურ წელთაღრიცხვას. შეფარდებითი გეოლოგიური წელთაღრიცხვა ადგენს ქანთა შეფარდებით ასაკს, ე.ი. არკვევს მათი წარმოშობის თანამიმდევრობას დროში. აბსოლუტური გეოლოგიური წელთაღრიცხვა ქანთა ასაკს განსაზღვრავს დროის ერთეულებში, ჩვეულებრივ, მილიონ წლებში. ეს ე.წ. აბსოლუტური

(იზოტოპური, რადიოლოგიური) ასაკია. დედამიწის ასაკი მოიცავს არქეულ, პროტეროზოულ, პალეოზოულ მეზოზოულ და კაიონოზოულ ერებს. დედამიწის ზედაპირზე ნაპოვნი უძველესი ქანების სავარაუდო ასაკი 3500 მლნ. წელს შეადგენს.

გვერდითი ეროზია მდინარის მიერ ფერდობთა ძირის გამორეცხვა, რომელიც იწვევს გაფართოებას, მეანდრების წარმოქმნას, კალაპოტის მიგრაციას. განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს მდინარეთა ბოლო მონაკვეთებში, სადაც ნაკადის ვარდნა სუსტია, ხოლო წინააღმდეგობათა გადალახვა გაძნელებული, რის შედეგად მდინარე იკლავება.

გლაციოლოგია 1. მეცნიერება დედამიწის ზედაპირზე არსებულ ყინულის ფორმათა და მიწისქვეშა ყინულის შესახებ. 2. მეცნიერება მყინვარების შესახებ. ე.ი. დედამიწის ზედაპირზე ყინულის იმ ბუნებრივ დანაგროვთა შესახებ, რომლებიც მყარი ატმოსფერული ნალექების აკუმულაციისა და გარდაქმნის შედეგად წარმოიქმნა. გლაციოლოგია შეისწავლის მყინვართა წარმოშობის, არსებობისა და განვითარების პირობებს, მათ შედგენილობას, აგებულებას და ფიზიკურ თვისებებს, გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ მოქმედებას, გეოგრაფიულ გავრცელებას და გეოგრაფიული გარსის სხვა კომპონენტებთან დამოკიდებულებას.

გნეისი ქანი, რომელიც კვარცის, მინდვრის შპატისა და ქარსისგან შედგება. მსგავსია გრანიტის, მისგან განსხვავდება შრეებრიობით. გნეისები ზედაპირზე ამოდის კემბრიუმამდე ფარებზე. წამოადგენს დანალექი ან ამონთხეული ქანების მეტამორფიზმის შედეგს.

გორაკი ეწოდება გუმბათური და მკვეთრად გამოხატული ძირის მქონე იზოლირებულად მდებარე დადებით ფორმას, რომლის სიმაღლე ერთი-ორიდან რამდენიმე ათეულ მეტრამდეა.

გრავიტაცია მიზიდულობა, სხეულთა მასიდან გამომდინარე ურთიერთმიზიდვის ენერგია. დედამიწის გრავიტაციული მიზიდულობა განაპირობებს მთვარისა და ხელოვნური თანამგზავრების ბრუნვას დედამიწის ირგვლივ, თვით დედამიწის ფორმას, რელიეფს, მყინვართა მოძრაობას, მდინარეთა დინებას და ა.შ.

გრანიტი სრულკრისტალური მაგმური, ში02 –ით მდიდარი ქანი. ფართოდაა აგვრცელებული დედამიწის ქერქში, ქმნის ბათოლითებს, შტოკებს, ძარღვებს და სხვა სხეულებს. საქართველოში გავრცელებულია კავკასიონის ქედის ღერძულ ნაწილში, ძირულის, ხრამ-ლოქის მასივზე.

გროტი (ეხი). 1. მღვიმის ფართოდ გახსნილი შესასვლელი დაბალი ჭერით; 2. მღვიმის გაფართოება ვიწრო შესასვლელის შემდეგ; 3. მყინვარული გროტი- ნიში, საიდანაც წყალი გამოდის.

გრუნტი ნებისმიერი ქანი, რომელიც ძირითადად განლაგებულია გამოფიტვის ზონაში (ნიადაგის ჩათვლით) და წარმოადგენს ადამიანის საინჟინრო-სამშენებლო საქმიანობის ობიექტს. ფიზიკური და მექანიკური თვისებების მიხედვით განარჩევენ: კლდოვან, ნახევრად კლდოვან, ფხვიერ შეუკავშირებელ, რბილ შეკავშირებულ და განსაკუთრებული მდგრადობის მქონე გრუნტებს.

დაბლობი ხმელეთის ვრცელი, უდაბლესი ნაწილი, რომლის აბსოლუტური სიმაღლე ზღვის დონიდან არ აღემატება 200 მ. ზოგი დაბლობი ზღვის დონეზე დაბლა მდებარეობს.

დაიკა (ინგლ. ქვის კედელი) ლავური სხეული, შემოჭრილი ნაპრალების მეშვეობით სხვადასხვა სახის ნალექებში. ხასიათდება მცირე სიმძლავრით და დიდი გავრცელებით, ეროზიისადმი მდგრადობის გამო რელიეფში დადებით ფორმებს ქმნის.

დაკარსტვა წყალში ხსნად ქანებზე (კარბონატები, თაბაშირი, ანჰიდრიტი, ქვამარილი და სხვ.) მიწისქვეშა და მიწისზედა წყლების ქიმიური და ნაწილობრივ მექანიკური ზემოქმედების პროცესი.

დალექვა სედიმენტაცია ბუნებრივ პირობებში ყოველგვარი სახის ნალექთა მოძრავი, ატივანარებული ან გახსნილი მდგრადობიდან უძრავ მგომარეობაში გადასვლის პროცესი. დალექვა ხდება მდინარეთა, ტბების, ზღვების და ოკეანეთა ფსკერზე, ასევე ხმელეთზე.

დანაოჭება ქანთა გაღუნვა გვერდითი წნევის ზეგავლენით. დედამიწის ზედაპირზე გამოიხატება მთაგრეხილების, ქვაბულებისა და სხვ. სახით. ნაოჭები შეიძლება იყოს მონოკლინური, იზოკლინური, დაწოლილი, მარაოსებური, გადაყირავებული და ა.შ.

დანალექი ქანები წყლის აუზებში ნივთიერებათა დალექვით წარმოქმნილი ქანები. იშვიათად წარმოიქმნება ჰაერიდანაც, ახასიათებს შრეობრიობა. განარჩევენ ნატეხოვან, ქიმიურ და ბიოგენურ ქანებს. დედამიწის ზედაპირის 75% დანალექი ქანებითაა აგებული.

დანაწევრება მთლიანი, შედარებით სწორი ზედაპირის დაყოფა-განცალკავება მდინარეთა და ხრამების მეშვეობით. შეიძლება აგრეთვე განპირობებულ იქნეს ტექტონიკური მოძრაობებით, რომელიც ქმნის პირველად ტექტონიკურ უსწორმასწორობას.

დატბორვა ხმელეთის ზედაპირის ნაწილი, რომელიც განიცდის წყლით დატბორვას.

დატერასება ფერდობის პროფილის დაკიბვა ნიადაგის ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლის ან სხვა ღონისძიებისათვის. ძლიერ ამცირებს ნიადაგის ზედაპირის გადარეცხვას, აუმჯობესებს წყლისა და ჰაერის რეჟიმს, აიოლებს აგროტენიკურ ღონისძიებათა გატარებას, მექანიზაციის გამოყენებას.

დაქანება დანალექი ქანების პირვანდელი მდგომარეობიდან გამოყვანა სხვადასხვა სახის ტექტონიკური დეფორმაციებით, რის შედეგადაც შრეები განიცდის გარკვეული კუთხით დახრას ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ.

დაშრობა ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაზე წყლის საზიანო ზემოქმედების თავიდან აცილება ან ლიკვიდაცია. შედგება ჰიდროტექნიკურ, აგროტექნიკურ და სამეურნეო ღონისძიებათა კომპლექსისგან. აშრობენ ჭაობებს, ჭარბტენიან ნიადაგებს.

დამირვა ხმელეთის ამა თუ იმ მონაკვეთის დაწვევა. პროცესი გამოწვეულია ტექტონიკური მოძრაობით. ზღვის სანაპირო ზოლში ხმელეთის დაწვევა ოკეანის დონეზე დაბლა, იწვევს ზღვის შემოჭრას.

დაჭაობება ჭაობის წარმოშობის პროცესი წყლით გაჯერებულ მიწის ნაკვეთზე, სადაც ზედაპირული წყლების ცირკულაცია შეფერხებულია ან მიწისქვეშა წყლების შემცველი ჰორიზონტები იმყოფება მიწის ზედაპირის სიახლოვეს.

დეგრადაცია ზედაპირზე ამოშვერილ ქანთა, კლიფებისა და ა.შ. ნგრევა და გადარეცხვა ატმოსფერული და წყლის აგენტებით.

დედამიწა მზიდან დაშორების მიხედვით მზის სისტემის მესამე პლანეტა, რომელიც მოძრაობს მის ირგლივ, ელიფსური ორბიტის გასწვრივ 29,765 კმ/წმ საშ. სიჩქარით და საშუალოდ მზიდან 149,6 მლნ კმ დაშორებით. დედამიწას გააჩნია გრავიტაციული, მაგნიტური და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული ელექტრული ველები.

დელტა ზღვაში ან ტბაში შეჭრილი მდინარის შესართავი, რომელიც აგებულია რიყით და გადაკვეთილია მეტ-ნაკლებად დატოტვილი მდინარის ნაკადებად და ფშანებად. გააჩნია ვაკე ზედაპირი, ხშირად დაჭაობებულია. დელტის წარმოქმნის აუცილებელი პირობაა მდინარის მყარი ხარჯის ისეთი რაოდენობა, რომელიც საგრძნობლად აღემატება სანაპიროზე ნგრევით და გადატანით პროცესებს.

დელუვიონი ნალექების გენეტური ტიპი, რომელიც წარმოიქმნება გამოფიტვის ფხვიერი პროდუქტების გადაადგილებით წვიმისა და თოვლის წყლის ნაკადების მიერ, ან სიმძიმის ძალით. ფერდობზე მისი მექანიკური შედგენილობა იცვლება ზემოდან ქვემოთ – ღორღნარიდან თიხამდე.

დენუდაცია ქანების ნგრევის პროდუქტების გადარეცხვისა და გადატანის პროცესების ერთობლიობა, მის ტემპსა და სიძლიერეზე გავლენას ახდენს ტექტონიკური მოძრაობების რეჟიმი. დენუდაციაში ვიწრო გაგებით ესმით გამოფიტვის პროდუქტების გადატანის პროცესი მხოლოდ ზედაპირული გადარეცხვის ხარჯზე.

დეპრესია დედამიწის ქერქის ტექტონიკური დაძირვის უბანი, მთლიანად ან ნაწილობრივ ამოვსებული ნალექებით.

დერეფანი შექმნილი ციცაბო, კლდოვანფერდობებიანი მთის მდინარის ხეობაში, რომელსაც არ გააჩნია ალუვიური ნაფენები.

დეფლაცია ქანებისა და ნიადაგების დაშლა ქარის მოქმედებით, რომელსაც თან ახლავს მყარი ნაწილაკების გადატანა.

დეფორმაცია სხვადასხვა ძალებით გამოწვეული დანაოჭება, დანაწევრება, დანაპრალიანება, გაჭიმვა, შეკუმშვა.

დისლოკაცია გეოლოგიური სხეულის წოლის ფორმის დარღვევა; გამოწვეული ტექტონიკური მოძრაობებით ან მასივის წიაღში მიმდინარე პროცესებით.

დოლინა კარსტული მხარეების ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული ზედაპირული ფორმებია, რომლებიც უმეტესად ძაბრისებრ ან ლამბაქისებრ ჩადაბლებათა სახით არიან წარმოდგენილი. მათ ყველა სახის კარსტულ მხარეში ვხვდებით და ხშირად სხვა ზედაპირული ფორმების განვითარების საწყის სტადიას წარმოადგენს.

დოლომიტი კარბონატების კლასის მინერალი თეთრი, მომწვანო, მოწითალო ან უფრო გამჭირვალე.

დრენაჟი ტერიტორიის დაწრეტას, დაშრობის ხერხი გრუნტის წყლების სარკის ზედაპირის ხელოვნური დაწვეის გზით.

ეგზოგენური პროცესები მამოდრავებელ ძალას მზის სითბური ენერგიიდან ღებულობს და ცდილობს ლითოსფეროს უსწორმასწორო ზედაპირის ნიველირებას, არსებული ვერტიკალური კონტრასტების შემცირებას. მას მიეკუთვნება გამოფიტვა, მდინარეების, მყინვარების, ქარის, მიწისქვეშა წყლის, ზღვის და სხვათა დენუდაციური და აკუმულაციური მოქმედება.

ელუვიონი ქანების გამოფიტვის შედეგად ადგილზე დარჩენილი ნაშალი მასალა. ყალიბდება სუბჰორიზონტულ ან დამრეც ზედაპირზე, სადაც დენუდაციური პროცესები სუსტად ვლინდება. შრეებრივობა არ ახასიათებს.

ენდოგენური პროცესები რომელთა მამოდრავებელი მიწის შინაგანი სითბოა და რომლებსაც სხვადასხვა სახის ტექტონიკური მოძრაობები და ვულკანიზმი მიეკუთვნება, ისინი ლითოსფეროს ზედაპირის სხვადასხვა რიგის უსწორმასწორობას განაპირობებს. ოკეანეთა კალაპოტები და კონტინენტები, მთაგრეხილები და ვრცელი დაბლობები სწორედ მათი მოქმედების გეომორფოლოგიური შედეგია.

ეოლური რელიეფი ქარის მოქმედებასთან დაკავშირებული რელიეფის ფორმები.

ეპეიროგენეზი დედამიწის ქერქის ნელი, ფრიად ხანგრძლივი აღმავალი ან დაღმავალი მოძრაობა. შედარებით თანაბრად მოიცავს დიდ სივრცეს.

ეპიცენტრი ჰიპოცენტრიდან უახლოეს რადიუსში არსებულ ადგილს დედამიწის ზედაპირზე. აქ ვლინდება ყველაზე მძლავრი ბიძგები და საგნები. როგორც წესი ვერტიკალურად მოძრაობს, ე. ი. წყდება საყრდენებს და ზემოთ აიტყორცნება. ამიტომ, რომ მიწისძვრის ყველაზე საზიანო გამოვლინებას ეპიცენტრში აქვს ადგილი.

ეროზია მდინარის მიერ დინების გზაზე წარმოებული ხაზობრივი ნგრევითი მოქმედება, რასაც შედეგად მოსდევს კალაპოტის ჩაჭრა და ხეობის თანდათანობით გაღმავება-გაფართოება ე.ი. რელიეფის ესოდენ გავრცელებული „უარყოფითი“ ფორმის წარმოქმნა.

ექსპედიცია სამეცნიერო კვლევის ერთ-ერთი ორგანიზებული ფორმა. განარჩევენ კომპლექსურსა და დარგობრივს. ახდენს საველე და კამერალური მასალის დამუშავებას. ექსპედიციები შეიძლება წლების მანძილზე გრძელდებოდეს.

ექსპოზიცია ქედის, მთის და სხვ კალთების ორიენტაცია ქვეყნის მხარეებისა და ჰორიზონტის სიბრტყის მიმართ. იგი განაპირობებს მოცემულ ადგილსა და სეზონში კალთებზე მზის

დასხვიების სხვადასხვაგვარობას, ამა თუ იმ მიმართულების ქარის ზემოქმედებასა და ა.შ. განაპირობებს მიკროკლიმატს და განსხვავებულ ლანდშაფტებს.

ვაკე - ეწოდება ლითოსფეროს ზედაპირის ისეთ ვრცელ მონაკვეთს, რომლის მეზობელ ადგილთა შორის სიმაღლითი სხვაობა შეუმჩნეველია, ანდა მეტად მცირე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ვაკის ძირითად ნიშანს ჰორიზონტის დიდი სიფართოვე წარმოადგენს.

ვიწრობი მისი სიგანითი განვითარება მეტად უმნიშვნელოა და ორივე მეტრით თუ განისაზღვრება. ამასთან ხეობის ძირისა და მისი მაღალი ნაწილების სიგანე თითქმის თანაბარია. რა თქმა უნდა, ამგვარი ხეობის ძირი, რომელიც წყლითაა ხოლმე მთლიანად დაფარული, ყოველგვარ მიკრო ფორმასაც კი მოკლებულია.

ვოკლუზი კარსტულ მხარეებში გვხვდება მუდმივი წყაროებიც. ისინი უმეტესად სრული გაჯერების ზონასთან არიან დაკავშირებული და ზოგჯერ მოზრდილი ნაკადის სახით გამოედინება.

ვულკანი დედამიწის შიგნეთიდან მის პერიფერიულ წყებებში ან უშუალოდ ზედაპირზე, მაღალი ტემპერატურის მქონე სხვადასხვა სახის მაგმური პროდუქტების შემოჭრა და ამოდენა. იმ შემთხვევაში, თუ აღნიშნული პროცესი მხოლოდ მაგმის შემოჭრით დამთავრდა და ზედაპირამდე ვერ მიაღწია, საქმე გვექნება სიღრმულ ანუ ინტრუზიულ ვულკანიზმთან. სხვა შემთხვევაში კი – ეფუზიურ ვულკანიზმთან,

ზეგანი ზღვის დონიდან მნიშვნელოვან სიმაღლეზე აწეული დედამიწის ზედაპირის ვრცელი მონაკვეთი ქედებისა და მასივების შეთანაწყობით, ხშირად ბრტყელფსკერიან ქვაბულთა მორიგეობით.

ზედაპირული ჩამონადენი წყალშემკრები აუზის ჩამონადენის ის ნაწილი, რომელიც მდინარის კალაპოტში გაედინება.

ზვავი თოვლის დიდი მასის გადაადგილება ციცაბო ფერდობზე სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით. მოძრაობის თავისებურებიდან გამომდინარე გამოყოფენ სამი ტიპის ზვავს: თოვლის ზვავს, რომელიც კალაპოტის გარეშე ცურდება მთელ ფერდობზე; ღარულს, რომელიც მოძრაობს ხეობის, ხევის ან ღარის მეშვეობით; მოხტუნავს ე.ი. თავისუფლად ვარდნილს.

ზღვა კონტინენტში ღრმული მარილიანი წყლით; ოკეანეს გამოეყოფა ხმელეთით ან წყალქვეშა რელიეფის შემადგენლობით. ახასიათებს საკუთარი ჰიდროლოგიური რეჟიმი.

ზღვიური ნალექები (ნაფენები) წყალსატევებში ფსკერული ნაფენები. წარმოშობის მიხედვით იყოფა: ტერიგენულ, ბიოგენურ, ვულკანოგენურ, ქემოგენურ და პოლიგენურ ნაფენებად. სიღრმულ წარმონაქმნთა მიხედვით – ლატორალურ, ნერიტულ, ბათიალურ, აბისალურ ნაფენებად. ზღვიური ნაფენები დიაგენეზური პროცესების შედეგად გადაიქცევა ქანებად. მათ მიეკუთვნებათ კირქვის დოლომიტები, მერგელები, მნიშვნელოვანი ნაწილი თიხებისა და არგილიტების, ალევროლიტების, ქვიშაქვების, კონგლომერატების, ფოსფორიტების, რკინისა და მანგანუმის საბადოების.

თეტისი უძველეს ზღვათა სისტემა, რომელიც არსებობდა მეზოზოურსა და კაინოზოურის დასაწყისში ხმელთაშუაზღვის გეოსინკლინური აუზის ფარგლებში. ნეოგენში თეტისის ადგილზე წარმოიშვა მათა სისტემა. თეტისის შთენილებად ითვლება ხმელთაშუა, შავი და კასპიის ზღვები, ოსმალეთის უბე და მაღაის არქიპელაგის ზოლი.

თერმოკარსტი ფიზიკური (თერმული) პროცესი, რომელსაც თან ახლავს მიწისქვეშა ცინულის ან მზრალი გრუნტის მოდნობით წარმოქმნილი რელიეფის ფორმები: ქვაბულები, ღრმულები, ლამბაქები, აგრეთვე სიღრუვეები, გავრცელებულია მარვალწლიანი მზრალი ქანების ზონაში.

თიხა ძირითადად თიხის მინერალებისგან შემდგარი დანალექი და ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანი. ცემენტის როლს ასრულებს წმინდა დისპერსიული თიხის მინერალები. მეტამორფიზმის შედეგად გარადიქმნება არგილიტად, თიხაფიქლებად, ფილიტად.

თოვლზვავი ზვავი, რომელიც შედგება შედარებით სუფთა თოვლისაგან, თუმცა მის მიერ შეიძლება გადატანილ იქნეს მიწის ან ქვების მნიშვნელოვანი მასაც.

თხემი ფერდობთა უმაღლესი წერტილების შემაერთებელი ხაზი. იგი შეიძლება იყოს მრგვალი. ან მსხვილი დაკბილული მწვერვალებისა და ურელტეხილების მორიგეობით.

იზოკლინი ნაოჭი ღერძული სიბრტყისა და ერთმანეთისადმი პარალელური ფრთებით. დამახასიათებელია ერთგვაროვანი ქანებისათვის, წარმოადგენს ძლიერი დეფორმაციის მაჩვენებელს. ფართოდაა გავრცელებული ნაოჭა ოლქებში, სადაც ერთმანეთის პარალელურ და ერთ მხარეზე მიმართულ ნაოჭა სისტემებს ქმნის.

იზოჰიპსი ჰორიზონტალი, რუკაზე ან გეგმაზე ზღვის დონიდან თანაბარ სიმაღლეზე მყოფ წერტილთა შემაერთებელი ხაზი, რომელთა ერთბლიობა გადმოგვცემს რელიეფის ფორმას.

ინდიკატორი მცენარე, ცხოველი, არაორგანული ბუნების რაიმე ნიშანი, რომლის მიხედვითაც შეიძლება განისაზღვროს გარემოს თავისებურებანი.

ინვერსია რელიეფსა და სტრუქტურებს შორის შებრუნებული დამოკიდებულება.

ინფილტრაცია ნიადაგებში, ნიადაგგრუნტში, ქანებში, ატმოსფერული და ზედაპირული წყლების ჩაჟონვა ფორების, ნაპრალების, კარსტული და სხვა სიცარიელებების მეშვეობით.

კალაპოტი ხეობის ძირის ის ნაწილია, რომელიც მდინარის მიერ არის დაკავებული და მის სადინარს წარმოადგენს. იმის მიხედვით თუ როგორია მდინარის დინება – კლავნილი თუ სწორი, კალაპოტის განივი პროფილი შეიძლება იყოს სიმეტრიული ან ასიმეტრიული. ასეთი რამ განსაკუთრებით კარგად ჩაჭრილი ტიპის მეანდრების გავრცელების ადგილებში შეიმჩნევა: იგი ციცაბო და ღრმაა ეროზიულ ნაპირთან, დამრეცი და თხელი – აკუმულაციურთან. მათ შორის კი ფონია წარმოდგენილი, რომელიც სიმეტრიულობით ხასიათდება.

კანიონი ესპანური სიტყვაა და ქართულად მილს ნიშნავს, აქაც საკმაოდ ვიწრო, დიდ სიღრმეზე ჩაჭრილ ციცაბოფერდობებიან ხეობასთან გვაქვს საქმე. ვიწრობისაგან განსხვავებით ამ უკანასკნელის მასშტაბი, ჯერ ერთი, ბევრად უფრო დიდია და ასეულობით მეტრი სიღრმით და ათეულობით მეტრი სიგანით განისაზღვრება. გარდა ამისა, კანიონის ვერტიკალურად აღმართულ ფერდობებზე, არც თუ იშვიათად, შეიძლება გვქონდეს მცირე სიდიდის სტრუქტურული ტერასები, ძირი კი-მეტწილად მხოლოდ კალაპოტით წარმოდგენილი.

კარსტი იმ კირქვიანი პლატოს სახელწოდებაა, რომელიც ალპების სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარეობს, ადრიატიკის ზღვის მახლობლად. აქ შეინიშნა პირველად მეტად თავისებური, ორიგინალური ნიშნების მქონე რელიეფი სხვადასხვა ფორმის და სიდიდის ზედაპირული და მიწისქვეშა სიღრუვეებისა, რომლებიც ადგილის ამგებელ კარბონატულ ქანებზე მდინარი წყლების ქიმიური მოქმედების შედეგადაა მიღებული. შემდეგ იგი განზოგადდა და ამჟამად კარსტის სახელწოდებით აღინიშნება ზემოხსენებული გზით მიღებული გენეტურად მსგავსი ფორმები და წარმონაქმნები, განურჩევლად მათი ადგილმდებარეობისა.

კაშხალი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, რომელიც გადაკეტავს მდინარეს ან სხვა წყალსადინარს დინების ზემო წელში წყლის დონის ასაწევად და წყალსაცავის შესაქმნელად.

კირქვა დანალექი ქანი, შედგება უმთავრესად კალციტისაგან, იშვიათად – არაგონიტისაგან. წარმოშობის მიხედვით განარჩევენ ბიოგენურ, ქემოგენურ და შერეული წარმოშობის კირქვებს. ქიმიურ და მექანიკურ მინარევთა მიხედვით განარჩევენ უხეშ კირქვებს, ლითოგრაფიულ ფიქლებს, ცარცს, მერგელს, დოლომიტს, მარმარილოს. ახასიათებს დაკარსტვა.

კირტუფი (ტრავერტინი) თეთრი, ღია მოყვითალო ფერის სუბუქი წვრილფოროვანი ქანი, რომელიც წარმოიქმნება კალციუმის კარბონატის დალექვით, ნახშირორჟანგით გაჯერებული თერმული ან ცივი წყლების გამოსავლებთან. ხშირად მათში ვხვდებით განამარხებული

ფოთლების, ხე-მცენარეთა ტოტების, ნაყოფის, მწერების და სხვათა ანაბეჭდებს. ტრავერტინები ხშირად გვხვდება კირქვულ მღვიმეებში.

კლასტოკარსტი რელიეფის ზედაპირული და მიწისქვეშა ფორმების ერთობლიობა, რომელიც გარეგნულად წააგავს კარსტს. წარმოიქმნება ნატეხი ქანების შემადგენლებელი. ხსნადი კომპონენტების ეროზიისა და გახსნის შედეგად.

კლდე ციცაბოდ აღმართული მკვრივი და მედეგი ქანების შვერილი მთაში, მდინარის ან ზღვისპირზე. ჩაუვალი ფლატე, შალი, პიტალო ადგილი, წვრილი, ქარაფოვანი კუნძულები ზღვაში.

კლდეზვავი მთიანი მხარეების მდინარეთა ხეობების ფერდობთა ფორმირებაში მეწყრებთან ერთად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კლდეზვავები. მათი დამახასიათებელი ნიშანია პროცესის უეცარი, მეტად სწრაფი გამოვლინება და მოწყვეტილი მასის ძირეული სტრუქტურული სხვაობა მოწყვეტამდელ მდგომარეობასთან შედარებით.

კლდეკარი ბუნებრივი ან ხელოვნური ვიწრო გასასვლელი კლდეში. კლდეკარებს ქმნის აგრეთვე მდინარეთა მიერ გაკვეთილი კირქვული ზოლი, ლავური და გრანიტული ქანები; ვიწრობი, ღრმა და ციცაბო ფერდობიანი ხეობა მთებში.

კონგლომერატი ქვიშით ან კარბონატული თიხებით შეცემენტებული რიყნარი. ქვარგვალეები შედგენილობით და ზომებით შეიძლება იყოს ერთგვაროვანი ან განსხვავებული. მეოთხეულამდელი განამარხებული რიყნარის უმეტესობა კონგლომერატია. გენეტურად შეიძლება იყოს ზღვიური, ტბიური და მდინარეული.

კონსოლიდაცია ფხვიერ ნალექთა გამკვირვება. გარკვეულ პირობებში შეიძლება გადაიქცნენ ფიქლებად, ქვიშაქვად და კონგლომერატად. კონსოლიდაციას განიცდის აგრეთვე ქიმიური და ორგანოგენური ნალექები.

კონტინენტი ხმელეთი, დედამიწის ქერქის მსხვილი მასა, რომლის უმეტესი ნაწილი ამოშვერილია მსოფლიო ოკეანის დონეზე მაღლა, ხოლო პერიფერიული ნაწილი მოქცეულია ოკეანის დონეზე დაბლა. საშუალო სისქე 35-45 კმ. თანამედროვე გეოლოგიურ ეპოქაში არსებობს 6 კონტინენტი: ევრაზია (53,4 მლნ, კმ²), აფრიკა (30,3 მლნ, კმ²), ჩრდილოეთ ამერიკა (24,2 მლნ, კმ²), სამხრეთ ამერიკა (18,2 მლნ, კმ²), ანტარქტიდა (14,0 მლნ, კმ²), ავსტრალია (7,4 მლნ, კმ²),

კონცხი ხმელეთის შვერილი ზღვაში, ტბაში ან მდინარეში.

კორაზია წყლით, ქარით, ყინულით და სხვა აგენტებით გადატანილი წვრილფრაქციული მასალის მიერ ქანების მოშანდაკების, ამოჭმის, დაბურღვა-დამუშავების პროცესი.

კრისტალური ქანები ნებისმიერი წარმოშობის, კრისტალური მარცვლებით აგებული ქანი, რომელიც შეიცავს დიდი რაოდენობით კრისტალურ ნივთიერებას. კრისტალურ ნივთიერებათა გარეგანი ფორმა გამომდინარეობს მისი შინაგანი აღნაგობიდან – კრისტალში ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკები გარკვეული წესის მიხედვითაა განლაგებული.

კუესტა ასიმეტრიული სერი, შექმნილი მონოკლინურად დახრილ სხვადასხვა სიმკვრივის შრეთა ზედაპირების გადარეცხვის შედეგად. კუესტის დამრეცი კალთა ემთხვევა ეროზიისადმი მდგრადი შრის დაქანებას. ციცაბო კალთაზე ამოშვერილია მდგრადი ფენების გამოსავლები. ხშირად წარმოდგენილია რამდენიმე პარალელური მწკრივი და იქმნება რელიეფის კუესტური ტიპი.

კუნძული ხმელეთის ნაწილი, ოკეანის, ზღვის, ტბის ან მდინარის წყლებით გარშემორტყმული. კონტინენტებისაგან განირჩევიან მცირე ზომებით. გვხვდება ცალ-ცალკე ან ჯგუფურად. ოკეანეებში და ზღვებში განასხვავებენ კონტინენტურ, კონტინენტიდან ოკეანისაკენ გარდამავალი ზონის და ოკეანურ კუნძულებს; მდინარეებსა და ტბებში – ნატან და ეროზიულ კუნძულებს.

ლავა გავარვარებული, გამდნარი სილიკატური მასა, რომელიც ამოინთხევა დედამიწის ზედაპირზე ვულკანური ამოფრქვევის დროს. ესაა დედამიწის ზედაპირზე ამოსული, აირებისგან განთავისუფლებული მაგმა, გაციებისას წარმოიქმნება სხვადასხვა ეფუზიური ქანები. შედგენილობის მიხედვით განარჩევენ ფუძე და მჟავე ლავებს.

ლამი 1. წვრილდისპერსიული, წყლით გაჯერებული შეუკავშირებელი ნალექი წყალსატევთა ფსკერზე. საწყისი სტადია მრავალი დანალექი ქანის ჩამოყალიბებისა.

ლიოსი ერთგვაროვანი, არაშრეებრივი, ფოროვანი, ფხვიერი, სუსტად შეცემენტებული, წვრილმარცვლოვანი, კარბონატული ქანი.

მაგმა დედამიწის სიღრმეში არსებული მაღალი ტემპერატურის მქონე გაზების შემცველი ცომისებრი მასა. იგი ზედაპირზე ამოდენის შემთხვევაში, დაბალი წნევის პირობების გამო, კარგავს აირებს, ხდება რამდენადმე ფოროვანი და წარმოშობს ლავას.

მაგმური ქანები მაგმას გაციების შედეგად შექმნილი ქანები.

მარმარილო სხვადასხვა შეფერილობის (თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი, ვარდისფერი და სხვ.) მეტამორფული კარბონატული ქანი, გადაკრისტალებული კირქვა ან დოლომიტი, სადაც პირველადი აგებულების კვალი წაშლილია. ძირითადად კალციტის მსხილი მარცვლებისაგან შედგება.

მალლობი 200-დან 500 მ-მდე სიმაღლის მქონე ჰიფსომეტრიული საფეხური, რომლებიც შეიძლება წარმოდგენილი იყვნენ ბორცვებით, სერებით, მალლობი ვაკეებით და ზეგნებით.

მდინარე წყლის ნაკადი, რომელიც ბუნებრივ კალაპოტში მიედინება და თავისი აუზის ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენით საზრდოობს.

მეანდრა ძლიერ დაკლაკნილი მდინარე, თანამედროვე მდ. მენდერესის ძველი სახელწოდება (მცირე აზია); ვაკის მდინარის მოსაზრუნი, რომლის სიმრუდის რადიუსი დამოკიდებულია მდინარის წყალუხვობასა და სიჩქარეზე.

მეტამორფიზმი დედამიწის ქერქში და მანტიაში ქანთა ტექსტურის, სტრუქტურის, მინერალური და ქიმიური შედგენილობის მნიშვნელოვანი ცვლის პროცესი სიღრმული ხსნარების, მაღალი ტემპერატურის, წნევისა და ქიმიური რეაქციების ზეგავლენით. მეტამორფიზმს არ განეკუთვნება ქანთა შეცვლის პროცესი, შეპირობებული მათი დნობის, აგრეთვე გამოფიტვის შედეგად.

მეტამორფული ქანები მეტამორფიზმის შედეგად შექმნილი ქანები. რეგიონული მეტამორფიზმის დროს იქნება სხვადასხვანაირი გნეისები, მეტამორფული ფიქლები, კვარციტები და სხვ.

მეწყერი ადგილის ამგებელი ნაშალის ან ძირითადი ქანების მოწყვეტილი და გადაადგილებული მასა, რომელსაც მთლიანად, ან ცალკეულ ბლოკს რამდენადმე შენარჩუნებული აქვს გადაადგილებამდელი სტრუქტურული თავისებურება. ცნობილია ისეთი შემთხვევა, როცა დამეწყვრას ორი მეზობელი სასამართლოში მიუყვანია იმის გასარკვევად, თუ ვის უნდა ეკუთვნოდეს ის ვენახი, რომელიც ფერდობზე იყო გაშენებული და დამეწყვრით გადაადგილების გამო მეზობლის დაბლა მდებარე სახნავი მიწის ნაკვეთი დაუფარავს.

მთა 200 მ-ზე მეტი შეფარდებითი სიმაღლისა და მცირე ჰორიზონტული გავრცელების, მეტწილად იზოლირებული რელიეფის ფორმა, რომელსაც მკვეთრად გამოხატული ძირი აქვს.

მთაგრეხილი ორი ან რამდენიმე ქედის კრებადობა, დანაწევრებულს გასწვრივი და განივი განლაგების მდინარეებით .

მთათაშორისი ვაკე დაბლობი, მოქცეული მთათაშორის დეპრესიაში, ჩვეულებრივ აკუმულაციური.

მთიანეთი ზეგნების, ქედებისა და მთის მასივების ერთობლიობა დედამიწის ზედაპირის ვრცელ მონაკვეთებზე, რომლებსაც აქვთ მაღლა აზიდული დაუნაწევრებელი საერთო კვარცხლბეკი.

მთისწინეთი მთიანი ქვეყნების განაპირა დადაბლებული ნაწილი, ბორცვიანი ან დაბალმთიანი რელიეფით. გარდამავალი ზოლი მთიანი ქვეყნიდან მიმდებარე ვაკისაგან. აგებულია უფრო ახალგაზრდა ქანებით, ვიდრე მთები.

მიწისძვრა დედამიწის ქერქის უეცარი შერყევა, რომლის გამომწვევი მიზეზი ბუნებრივი ძალებია, უმეტესად კი შინაგანი. თუ რაოდენ ხშირია ბუნების ეს მოვლენა სჩანს იქიდან, რომ ყოველწლიურად დედამიწაზე ერთ მილიონამდე მიწისქვეშა ბიძგი აღირიცხება, რაც წუთში ორს შეადგენს. საბედნიეროდ მათი უმეტესი ნაწილი მხოლოდ ინსტრუმენტული დაკვირვებით შეინიშნება და საზიანო არაა. მაგრამ ასამდე დამანგრეველიც გამოერევა ხოლმე, ერთი კი - კატასტროფული.

მონოკლინი ქანების განლაგების ფორმა შრეების ერთი მიმართულებით დახრა. წარმოადგენს რომელიმე ვრცელი აზეგების ან დაძირვის კიდურ ნაწილს.

მორფოსტრუქტურა დედამიწის ზედაპირის მსხვილი ფორმები, რომელთა წარმოქმნაში მთავარი როლი ენდოგენურ პროცესებს ეკუთვნის და რომელთა მორფოლოგიაში მკვეთრადაა არეკლილი გეოლოგიური სტრუქტურა.

მორფოსკულპტურა რელიეფის ფორმები, რომელთა ფორმირება დაკავშირებულია როგორც ეგზოგენურ, ასევე ენდოგენურ ფაქტორებთან.

მოსწორებული ზედაპირი წარმოიქმნება პირველადი დანაწევრებული რელიეფის მოსწორებით სხვადასხვა დენუდაციური და აკუმულაციური პროცესების ზეგავლენით.

მღვიმე ბუნებრივი პროცესებით შრეებში, უმეტესწილად, ნაპრალების გასწვრივ გამომუშავებული სიღრუეები ან მათი მიწისქვეშა კომპლექსები, რითაც ისინი ძირეულად განსხვავდებიან ადამიანის მოქმედებით მიღებული სიღრუეებისაგან, რომელთაც გამოქვაბულები ეწოდება.

მყარი ჩამონადენი მდინარის კვეთში დროის ერთეულში გატარებული მყარი მასალა, იზომება ტონებში. წარმოადგენს მდინარის წყალშემკრები აუზის ეროზიული ჩამორეცხვის შედეგს.

მყინვარი წარმოქმნის უპირველეს პირობას თოვლის სახით მოსული ნალექის არსებობა წარმოადგენს. მაგრამ მარტო ეს არაა საკმარისი. ამასთან ერთად საჭიროა, ჰაერის ტემპერატურული პირობები იყოს ისეთი, რომ მოსულ თოვლს, თუნდაც მცირე რაოდენობით, შეეძლოს წლიდან წლამდე არსებობა. ასეთი პირობები კი განსაკუთრებით კარგად მაღალ განედებში და ზღვის დონიდან დიდ სიმაღლეზე აღმართულ მთებშია გამოხატული.

მწვერვალი მთის, მასივის ან ქედის უმაღლესი წერტილი. ამგები ქანების, ტექტონიკური პირობების, დენუდაციური პროცესების შესაბამისად აქვს სხვადასხვა ფორმა.

ნალექები ძველი დანალექი ქანები და თანამედროვე ნაფენები, რომლებიც ჯერ არ გარდაქმნილა ქანებად, რადგან არ განუცდია არსებითი სახეცვლა. სინ. ნაფენები.

ნაოჭი ქანთა გაღუნვა, მათაა წარმოშობის პროცესის დროს, შრეებზე გვერდითი ძალების ზემოქმედებით, შრეები გადაადგილდებიან ზევით ან ქვევით მთლიანობის დაურღვევლად. გაწყვეტის შემთხვევაში წარმოიშობა განაწვევი ან ჩანარღვევი. არსებობს ორი სახის ნაოჭი-ანტიკლინი და სინკლინი, რომელთაც ახასიათებს შემდეგი ძირითადი ელემენტები: თალი, ძირი, შარნირი (ღერძი), ღერძული სიბრტყე, თხემის ზედაპირი, ნაოჭის კუთხე და სხვა.

ნაპირი ხმელეთის კიდე წყალთან. რომლის ჰორიზონტული და ვერტიკალური გავრცელების მაჩვენებლები საკმაოდ ფართო დიაპაზონის მქონეა.

ნაპრალი ქანთა ან ყინულის მთლიანობის დარღვევა ნაწილთა დაშორების გარეშე.

ნარიონალი ნამდინარევი, მდინარიდან მოწყვეტილი მუანდრა, მდინარის მიერ მიტოვებულ კალაპოტში შექმნილი ნამგლისებრი ტბა

ნასხლეტი რღვევა, დაწეული ზედა ბაგით. ნასხლეტების მიერ გაწყვეტილი ბაგეები ერთიმეორის საწინააღმდეგო მიმართულებით გადაადგილდება.

ნგრეული ქანები კლასტური ქანები, დანალექი ქანები, წარმოქმნილნი სხვადასხვა მინერალებისა და ქანების ნამტვრევებისაგან.

ნეოგენი კაინოზოური ჯგუფის რიგით მეორე სისტემა. აბსოლუტური გეოქრონოლოგიით ნეოგენური პერიოდი დაიწყო 25 მლნ. წლის წინ და გრძელდებოდა 23,5 მლნ. წ. იყოფა ორ ნაწილად – მიოცენად და პლიოცენად. წარმოიშვა ალპები, კარპატები, ბალკანები, დინარიდები, აპენინები, კავკასიონი, ჰიმალაი და სხვ. ცხოველთა სამყარო და მცენარეული საფარი თანამედროვესთან ახლოს დგას. გამოჩნდნენ უძველესი დამიანები (ჰომო ერექტუს).

ნეოტექტონიკა უახლესი ტექტონიკა, რომელიც იკვლევს ახალგაზრდა ტექტონიკურ მოძრაობებსა და სტრუქტურებს. ასეთი მოძრაობა ორგვარია: თანამედროვე (ჰოლოცენი) და ნეოტექტონიკური (მიოცენის ბოლოდან მეოთხეულის ჩათვლით).

ნიადაგი დედამიწის ქერქის სულ ზედა ფენა, რომელიც მცენარეულობის მატარებელია და ახასიათებს ნაყოფიერება. ნიადაგი შედგება რამდენიმე ჰორიზონტისაგან, რომელიც წარმოიქმნება საგები ქანების, ჰავის, მცენარეული და ცხოველური, მიწისქვესა წყლებისა და რელიეფის ურთიერთმოქმედებით. დასახლებულ ადგილებში ნიადაგის ფორმირება მიმდინარეობს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ფონზე.

ნისლი ეს იგივე ღრუბლებია, რომლებიც დაბლა, დედამიწასთან ახლოს ეშვება.

ოკეანე პლანეტის მეგარელიეფის უმსხვილესი უარყოფითი ელემენტი, უდიდესი ღრმული. შევსებული ოკეანის წყლებით (ფართობი 361,1 მლნ კმ² – დედამიწის ზედაპირის 70,8 %).

ორგანოგენური რელიეფი რელიეფის ფორმები, შექმნილი დედამიწის ზედაპირზე ცხოველთა და მცენარეთა მოქმედებით – მარჯნის ნაგებობანი, ტერმიტების ქოხები, ჭიანჭველების ბორცვაკები, ჭაობის კოლბოხები და სხვ.

ოროგენეზი მათათა წარმომშობი პროცესები: ენდოგენური პროცესების ერთობლიობა, რომელიც გამოხატულებას პოულობს დიზიუნქტიურ და პლიკატურ დისლოკაციებში, მეტამოფიზმში, ვულკანიზმში.

პალეოგეოგრაფია მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის დედამიწის წარსული გეოლოგიური ეპოქების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებს, განიხილავს ყველა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პროცესსა და მოვლენას, რომელიც გამოხატულია ლანდშაფტში, რისთვისაც ხდება ძველი რელიეფის. ჰავის, ორგანიზმთა და ორგანულ ნივთიერებათა განლაგების რეკონსტრუქცია.

პონორი სასულე, საგრიალა, ბუნებრივი ხვრელი კარსტული მასივის ზედაპირზე, რომელიც შთანთქმავს ზედაპირულ წყლებს და ატარებს სიღრმეში. აქვს ნაპრალის, მრგვალი ჭის, არხის და სხვ. პონორი, რომელიც მდინარის ფსკერზე იხსნება, ზოგჯერ მთლიანდ შთანთქმავს წყლის მასას.

პროფილი რომელიმე ზედაპირის (ხეობის, მთის, ზღვის ფსკერის და ა.შ.) შვეული ჭრილი ან განივკვეთი მისი ტიპური ნიშნების გამოსახვით.

პულსაცია ხანგრძლივი რიტმი, რომელსაც ახასიათებს განმეორებადობა მოძრაობაში.

რეგრესია ზღვის უკუმოდრობა, თანდათანობით უკან დახევა სანაპირო ხაზიდან; მიზეზი: ხმელეთის აზევება, ოკეანის ფსკერის დაწევა ან ოკეანურ აუზში წყლის მოცულობის შემცირება; ზოგჯერ ემთხვევა მთათწარმოშობის ეპოქებს.

რელიეფი ხმელეთის და ოკეანეთა ფსკერის უსწორმასწორობათა ერთობლიობა ანუ ლითოსფეროს ზედაპირის შემადგენელი მაღლობებისა და დაბლობების, მთებისა და ხეობების, ვაკეებისა და სხვათა თავისთავადობა ან მათი კრებადობა.

რელიქტი ბუნებრივი წარმონაქმნები (რელიეფის ფორმები, წყალსატევები, ნიადაგები, მცენარეები, ცხოველები), რომელთაც გადატანილი აქვთ წარსულში გარემოს მნიშვნელოვანი ცვლილებები და დღემდე შემოინახნენ. განარჩევენ ტროპიკულ, მყინვარულ, გამყინვარებათაშორისულ, არიდულ, ჰუმიდურ და სხვ. რელიქტებს.

რღვევა დედამიწის ამგები ქანების დისლოკაციის ერთერთი ძირითადი ტიპი. რღვევის დროს ადგილი აქვს ქანთა წყების მთლიანობის დარღვევას, ბლოკების გადაადგილებას სხვადასხვა ამპლიტუდით, რღვევებში განარჩევენ ნასხლეტებს, შესხლეტვებს, შეცოცებებს, ნაწევებს და სხვ.

სეისმოლოგია მიწისძვრა ენდოგენური პროცესების ერთ-ერთი სახეა და თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობის ყველაზე აშკარა გამოვლინება. მას სწავლობს მეცნიერების დარგი, რომელსაც სეისმოლოგია ეწოდება.

სერი ეწოდება ნაზი კონტურების მქონე წაგრძელებულ დადებით ფორმას, რომლის სიმაღლე არ აღემატება ორ ასეულ მეტრს.

სეტყვა ატმოსფერული ნალექი, რომელიც შედგება ყინულის სხვადასხვა ზომის (5-55 მმ; იშვიათად 130 მმ-მდე) სფერული ნაწილაკების, ან ნატეხებისაგან.

სიბრტყითი ჩამორეცხვა ზედაპირული წყლების მიერ მთის თხემიდან, კალთებიდან ფხვიერი, შეუცემენტებელი ნაფენების ჩამორეცხვა გაშლილი ფრონტით. ამ დროს წყლის ნაკადებს კალაპოტი არ გააჩნიათ. ჩამორეცხვის ინტენსივობა ბევრადაა დამოკიდებული ნალექების შეცემენტების ხარისხზე, მცენარეულ საფარზე, ფერდობთა ექსპოზიციასა და დახრილობის კუთხეზე, ასევე სხვა პირობებზე.

სიმაღლე ზღვის დონიდან მანძილი ოკეანის დონიდან დედამიწის ზედაპირის ამა თუ იმ წერტილამდე ან ობიექტამდე.

სინკლინი ნაოჭი, რომლის ფრთები ერთმანეთის შემხვედრი მიმართულებითაა დაქანებული. სინკლინის გულში უფრო ახალგაზრდა ქანებია, ვიდრე ფრთებში.

სკულპტურული რელიეფი დედამიწის რელიეფი, შექმნილი დენუდაციური აგენტების ზემოქმედებით გეოლოგიურ სტრუქტურებთან პირდაპირი კავშირის გარეშე.

სპელეოლოგია მღვიმეთმცოდნეობა, მეცნიერების დარგი, რომელიც კომპლექსურად შეისწავლის მღვიმეებსა და ხელოვნურ გამოქვაბულებს, მღვიმურ ნალექებს, იმ გეოლოგიურ ფორმაციებსა და ქანებს, რომლებშიც მღვიმეებია გამომუშავებული.

სტალაქტიტი მღვიმის ჭერიდან ჩამონაზარდი ყინულის ლოლუების მსგავსი ფორმებია, რომელთა სიგრძე ზოგ შემთხვევაში რამდენიმე მეტრსაც აღწევს, დიამეტრი კი – ათეულობით სანტიმეტრს. მათი ფორმირება შემდეგნაირად მიმდინარეობს: კარბონატული ხსნარით გაჯერებული წყლის წვეთები გამოჟონვის შედეგად მოხვდება განსხვავებული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში, ორთქლდება და ნახშირორჟანგის საგრძნობ ნაწილს კარგავს. ამას კი შედეგად მოსდევს გამოჟონვის ადგილზე მოჭარბებული კირის გამოლექვა და მისი თავდაპირველი ცომისებრი მასის თანდათანობით გამაგრება-დაკრისტალება.

სტალაგმიტი თუ წვეთის გამოდენა იმდენად ინტენსიურია, რომ იგი გამოჟონვის ადგილზე ვერ ასწრებს აორთქლებას და მღვიმის ძირზე ვარდება, მაშინ ხსნარის ნაწილი აქაც ილექება.

სტალაგნატი სტალაქტიტისა და სტალაგმიტის შეერთებით მიიღება.

სუბსტრატი ნიადაგქვეშ მდებარე ყოველგვარი ქანი. იგულისხმება როგორც ძირითადი ქანები, ისე სხვა შრეები, რომლებიც იმყოფება ნიადაგის ჰორიზონტს ქვემოთ.

სუფოზია მიწისქვეშა ეროზია. მიწისქვეშა წყლების მიერ დაშლილი ქანებიდან წვრილი ფრაქციების გატანა; წარმოიქმნება მიკრორელიეფის ფსევდოკარსტული ფორმები, განვითარებული ლიოსურ და ლიოსისებრ გრუნტში.

ტბა საშუალო ზომის ბუნებრივი წყალსატევი, რომელიც ყველა მხრიდან გარშემორტყმულია ხმელეთით და არავითარი კავშირი არ გააჩნია ოკეანესთან.

ტერასა ჰორიზონტული ან ოდნავ დახრილი ზედაპირი, რომელიც ხეობის ფერდობზე, ზღვის ან ტბის სანაპიროზე საფეხურებს ქმნის. განარჩევენ მდინარეულ, ტბიურ, ზღვიურ და შერეული ტიპის ტერასებს. აგრეთვე გვხვდება დენუდაციური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ფსევდოტერასები.

ტექტონიკა გეოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის ლითოსფეროს ყველა სახის სტრუქტურებს და დეფორმაციებს. განარჩევენ ზოგად ანუ მორფოლოგიურ, რეგიონულ, ისტორიულ, თეორიულ, ექსპერიმენტულ ტექტონიკას. მიმართულებებია ნეოტექტონიკა და სეისმოტექტონიკა.

ტრანსგრესია ზღვის მიერ ხმელეთის თანდათანობით დაფარვის პროცესი, ამ დროს ადგილი აქვს ზღვის აბრაზიის გაძლიერებას, ნალექთა უთანახმო განლაგების პროცესს, კერძოდ ახალგაზრდა ზღვიური ნაფენებით შედარებით ძველების გადაფარვა. ზღვის ტრანსგრესიის მიზეზი ბევრია. ტრანსგრესიების და რეგრესიების მონაცვლეობას ადგილი ჰქონდა ანთროპოგენში, უკანასკნელი 1,8 მლნ. წლის განმავლობაში.

ტუფობრექჩია ვულკანოგენურ-დანალექი ქანი, შექმნილი ლავისა და წიდის დაკუთხული ნატეხების ვულკანურ ქვიშასა და ფერფლთან შეკავშირებით, შეცემენტებით.

ტუფი მკვრივი ვულკანური ქანი, რომელიც წარმოიქმნება ვულკანის ამოფრქვევის დროს ამოსროლილი მასალის შეკავშირების შედეგად. აქვს სხვადასხვა ფერი. შემადგენელი ნაწილებისა და ზომის მიხედვით, წარმოშობის მიხედვით განასხვავებენ ვულკანურ, კაჟიან, კირიან და სხვ. ტუფებს.

უბე ოკეანის, ზღვის, ტბის, წყალსაცავი სანაპიროზე ხმელეთში ღრმად შეჭრილი ნაწილი.

უფსკრული განსაკუთრებით დიდი სიღრმის ვერტიკალურად განლაგებული სიღრუეები, რომლებიც ალაგ-ალაგ მღვიმეებსაც ქმნიან, კარსტვად ქანებში ჩასახული ჭებისა და შახტების რთული სისტემა, სადაც ვერტიკალურ მონაკვეთებთან მორიგეობს სუბჰორიზონტული და დახრილფსკერიანი დერეფნები. უფსკრულები იწყება ბუნებრივი ჭით ან შახტით, ბევრ მათგანს რამდენიმე ჩასასვლელი გააჩნია; ქვედა ნაწილებში გაედინება წყალუხვი მდინარეები.

უღელტეხილი ქედის ან სერის ადვილად გადასალახავი ადგილი, უნაგირა. განარჩევენ ეროზიულ, ტექტონიკურ, ტრანსფლუნენტურ უღელტეხილებს.

ფერდობი დედამიწის ზედაპირის დახრილი მონაკვეთი. წარმოშობის მიხედვით შეიძლება იყოს პირველადი, ან ტექტონიკური პროცესებით დეფორმირებული, სტრუქტურული ელემენტის დენუდაციით მოშანდაკებული სიბრტყე, რელიეფის აკუმულაციური ან ეროზიული ფორმების ზედაპირი. რიგ ფერდობს აქვს რთული წარმოშობა.

ფილაქანი სწორი, ვაკე ზედაპირი ან ტერასა, დენუდაციური ზედაპირი, კლიფის თავზე არსებული სწორი ზედაპირი ზღვის სანაპიროზე. ასეთ ზედაპირებს ზოგჯერ პლატფორმებსაც უწოდებენ.

ფსევდოკარსტი დედამიწის ზედაპირზე ნანახი და აღწერილია რელიეფის ისეთი ფორმები, რომლებიც თავიანთი გარეგნული ნიშნებით კარსტის ზემოგანხილულ ფორმებს გვაგონებს, ოღონდ მათგან განსხვავდება ამგები ქანების ლითოლოგიური თავისებურებით და გენეზისით.

ფუჭი ქანი სასარგებლო წილისეულის მოპოვების დროს საბადოდან ამოღებული და მადნისგან გამოცალკევებული ქანები. შახტიდან, კარიერებიდან, დრაგირებისა და ქანების გადახსნის შედეგად მიღებული მასა, მისგან შედგება ტერიკონები.

ფსკერი 1. წყალსატევის, ზღვის, ტბის, მდინარის საფუძველი, რომელსაც წყლის მასა ეყრდნობა; 2. ხეობის ძირის შედარებით ბრტყელი მონაკვეთი; აერთიანებს მდინარის კალაპოტს და მიმდებარე რიყეებს.

ქანი დედამიწის ქერქის ამგებ მინერალთა მუდმივად არსებული აგრეგატი, რომელიც დამოუკიდებელ გეოლოგიურ სხეულს ქმნის. ქანები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მინერალური შედგენილობით, სტრუქტურით, ტექსტურითა და ფიზიკური თვისებებით. წარმოშობის მიხედვით განარჩევენ მაგმურ, დანალექ და მეტამორფულ ქანებს. მაგმური და მეტამორფული ქანებითაა აგებული დედამიწის ქერქის დაახლ. 90%, დანალექი ქანებით – მხოლოდ 10%, თუმცა მათ დედამიწის ზედაპირზე ფართობის 75 % უკავია.

ქვაბული ეწოდება რელიეფის უარყოფით ფორმას, რომელიც ყოველი მხრივ ან თითქმის ყოველი მხრიდან მთების ან სერების ფერდობებით არის განსაზღვრული. მათი ფორმა, სიდიდე და ჰიფსომეტრიული მდებარეობა მეტად ნაირგვარია. ისინი ჩვეულებრივ მთიან მხარეებში გვხვდება და რელიეფის რთულ ფორმებს წარმოადგენს.

ქვათაცვენა მთის ციცაბო კალთებიდან ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად ქვების ცვენა. განაპირობებს მცივანა კონუსების შექმნას.

ქვიშაქვა დანალექი ქანი, რომელიც შედგება თიხოვანი, კარბონატული, კაჟმიწიანი ან სხვა შედგენილობის მასალით შეკავშირებული ქვიშის მარცვლებისაგან.

ღარტაფი ეროზიის პირველადი ფორმა. გააჩნია დამრეცი ფერდობი, რომელიც შეუმჩნევლად გადადის, როგორც ვაკის ზედაპირზე, ისე სუსტად ჩაზნექილ ფსკერზე. ფლატეებით გამოხატული არაა. ბუნებრივ პირობებში შემოსილია მცენარეულობით. წარმოშობის მიხედვით შეიძლება იყოს ეროზიული, ეოლური, კარსტული და სხვ.

ღვარცოფი მთიან მხარეებში არსებული ისეთი ნაკადები, რომლებშიც მყარი მასალის რაოდენობა მეტწილად ჭარბობს მის შემადგენლობაში მყოფ წყალს და ქვატალახიან ღვარებს წარმოადგენს.

შესართავი მდინარის შესართავი ზღვასთან, ტბასთან ან ორი მდინარის შეერთების ადგილი.

შემოფარგლული სხეული, რომელიც მასალის დალექვის გზით ჩნდება. ხასიათდება ერთგვაროვანი აგებულებით როგორც ნივთიერი შედგენილობით, ისე ტექსტურულ-სტრუქტურული ნიშნების მიხედვით.

ჩამონაზვავი ციცაბო ფერდობებზე, მდინარეთა ან ზღვის ნაპირთა ფლატეებზე ქანთა ჩამონგრევა. წარმოიქმნება გამოფიტვის, მიწისძვრის, მიწისქვეშა ან მიწისზედა წყლების ზემოქმედებით ძირითად ქანებში შეჭიდულობის შემცირებისას. ხშირად იწვევს მდინარის ხეობის გადაკეტვას და ტბების გაჩენას(მაგ., 1911წ. უსოისის ხეობის ჩამონაზვავმა შექმნა სარეზის ტბა პამირში, 1891 წ. მიწისძვრით გამოწვეულმა ნაზვავმა (170მ სიმაღლის) დააგუზა ამტყელის ტბა. კლდეზვავებმა (100 მ სიმაღლის) დააგუზა მდ.იუფშარას ხეობა და წარმოიშვა რიწის ტბა და ა.შ. ამგვარივე წარმოშობისაა ქვედის ტბა რაჭაში).

ძარღვი უთანხმო ინტრუზიული სხეულის ტიპური ფორმა. ქანებს სხვადასხვა კუთხით კვეთს.

წარეცხვა სიბრტყითი დენუდაცია, ზედაპირული ეროზია, გადარეცხვა წვიმის წყლებით.

წონასწორობის პროფილი 1. ზღვის ან ტბის სანაპირო ზონის პროფილი. ყალიბდება ტალღებისა და დინების მეშვეობით; 2. მდინარის კალაპოტის გასწვრივი ჭრილი, გამომუშავებული სტაბილური ეროზიული ბაზისის პირობებში. მდინარე მთელ სიგრძეზე არსად არ ახდენს ეროზიას ან აკუმულაციას. წონასწორობის ასეთი პირობები ყოველთვის ირღვევა ამა თუ იმ მონაკვეთში, მაგრამ მდინარე მას დაუყოვნებლივ აღადგენს. აქვს თეორიული მნიშვნელობა; 3. ფერდობის პროფილის ზღვრული ფორმა, ყალიბდება დენუდაციის ბაზისის შეფარდებითი სტაბილურობის პირობებში.

წყალგამყოფი ხმელეთის ზედაპირზე ორი მეზობელი წყლის ნაკადის, ან მდინარეთა სისტემის გამყოფი ხაზი. წყალგამყოფი მთაში მკაფიოდაა გამოხატული და თანხვდება ქედის თხემს. განასხვავებენ მთავარ ანუ კონტინენტურ (ოკეანებს ან ვრცელ გაუდინარ არეებს შორის), პირველი რიგის (მეზობელ მდინარეთა სისტემებს შორის) და მეორე რიგის, ანუ გვერდითი(მთავარი მდინარის შენაკადებს შორის) წყალგამყოფებს.

წყალვარდნილი მდინარის ან მისი ხეობის გასწვრივი პროფილის მკვეთრი გარდატეხის ადგილი, სადაც მდინარის წონასწორობის ახალი პროფილი (ეროზიის ბაზისის დაწევით განპირობებული) ძველი რელიეფის განახლების, მყინვარული ეროზიისადმი მედეგი ქანების გამოშვლების ადგილს კვეთს.

წყალსატევი 1. ბუნებრივი წყალსატევი მდგარი წყლით, რომელსაც მცირე ქვაბული უკავია. მეტია, ვიდრე გუბე, ნაკლები - ვიდრე ტბა; 2 ზოგადად წყლის ყოველგვარი სათავსი.

წყალსაცავი 1. ხელოვნური გზით წყლის დაგროვება წყალსატევი ან მიწისქვეშა რეზერვუარში: 2. წყლის დაგროვება ხელოვნური ჯებირის შექმნით მდინარეთა ხეობებში ან ქვაბულებში. მათი წყალი გამოიყენება მოსარწყავად, წყალმომარაგებისთვის, წყალდიდობის რეგულირებისთვის, ჰიდროელექტროსადგურებისთვის, თევზის მოსაშენებლად და სხვა მიზნით.

წყება ადგილობრივი სტრატეგრაფიული ქვედანაყოფის ძირითადი ერთეული. წარმოადგენს მოცემულ რეგიონში გარკვეულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში წარმოქმნილ ნალექთა ერთობლიობას, რომელსაც გარკვეული სტრატეგრაფიული დონე უკავია. შეიძლება შედგებოდეს დანალექი, ვულკანური ან მეტამორფული ქანებისაგან. წყებას ჰყოფენ ქვეწყებებად და დასტებად ან შრეებად. რამდენიმე წყების ერთობლიობა ქმნის სერიას.

ჭალა მცენარეულით მოსილი და ფორმირების სტადიაში მყოფი კალაპოტისპირა ტერასებია, რომლებიც სეზონური წყალდიდობის ანდა წყალმოვარდნის დროს იფარება და კალაპოტისა და ალუვიური კუნძულების მსგავსად, ნაშალი მასალის დაგროვების ასპარეზს წარმოადგენს. ოღონდ აქ არსებული ნაშალის დამახასიათებელი ნიშანი მისი ამგებელი ნაწილაკების მცირე სიდიდე და საერთოდ, წვრილფრაქციული შედგენილობაა

ჭაობი დედამიწის ზედაპირის განსაკუთრებული ტიპი (უტორფო ან ტორფიანი), რომლისთვისაც დამახასიათებელია მუდმივად ტენიანი გრუნტი და სპეციფიური მცენარეულობა. გამოირჩევა გრუნტის წყლის მაღალი დონით, საკვები ელემენტების სიღარიბით, ცუდი აერაციით, ტორფდაგროვებით. განასხვავებენ ევტროფულ, მეზოტროფულ და ოლიგოტროფულ ჭაობებს. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ევრაზიის ტყეებში, აგრეთვე ბრაზილიაში, ინდოეთში და სხვ., საქართველოში - კოლხეთის დაბლობზე.

ჭექა-ქუხილი ატმოსფერული მოვლენაა, რომლის დროსაც სქელ გროვა-წვიმის ღრუბლებში, ზოგჯერ მათსა და დედამიწის ზედაპირს შორის, წარმოიქმნება ძლიერი ელექტრული განმუხტვა, რაც იწვევს ელვას და ქუხილს. ამ დროს, ჩვეულებრივ, მოდის თავსხმა წვიმა (ზოგჯერ სეტყვაც) და ძლიერდება ქარი.

ხევი V- სებრი პროფილის, ოღონდ აშკარად ამოხნეპილი კალთების მქონე ხეობა,

ხეობა ერთი მიმართულებით დახრილი ძირის მქონე კლაკნილი და წაგრძელებული ვრცელი (რთული) უარყოფითი ფორმაა, რომელსაც კარგად გამოხატული ნაირგვარი ფერდობები აქვს.

ხმელეთი დედამიწის ზედაპირის ის ნაწილი, რომელიც წყლის დონეზე მაღლა იმყოფება.

ხრამი შედარებით მცირე ჰორიზონტული გავრცელების და ერთი მიმართულებით დახრილი ვიწრო - წაგრძელებული ჩადაბლებაა, ჩამოკვეთილი ფერდობებით.

ჰელიქტიტი კარსტულ მღვიმეში არსებული ფორმა, რომელსაც ჭერის მიმართ ვერტიკალური, დიაგონალური ან ჰორიზონტალური განლაგება და სპირალისებრი, ტეხილი ან სხვა რაიმე სახის ფორმა აქვს.

ჰიდროთერმოკარსტი ქანთა გახსნა (უპირატესად კირქვების) ცხელი (თერმული) მიწისქვეშა წყლებით, რომლებიც იწვევს მიწისქვეშა ჰოლოცენის გამყინვარების შემდგომი გეოლოგიური ეპოქა, რომელიც დედამიწის გეოლოგიური ისტორიის მეოთხეული (ანთროპოგენის) პერიოდის დაუმთავრებელ ეპოქას წარმოადგენს. დაიწყო 10 ათასი წლის წინ. ჰოლოცენის განმავლობაში ხმელეთისა და ზღვის მოხაზულობამ თანამედროვე სახე მიიღო, ჩამოყალიბდა თანამედროვე გეოგრაფიული ზონები, მდინარეთა ჭალა და ჭალისზედა ტერასები. ჰოლოცენის 2/3 ისტორიულ დროზე მოდის.

ჰორიზონტალები თანაბარი სიმაღლეების შემაერთებელი ხაზები ტოპოგრაფიულ რუკაზე. ზღვის სანაპირო ხაზი იწოდება ნულოვან ჰორიზონტალად და მიღებულია როგორც საწყისი,

საიდანაც ხდება ჰორიზონტალების ათვლა. ჰორიზონტალების მიახლოება და დაშორება შესაბამისად რელიეფის ციკაზოგნობასა და დამრეც ხასიათზე მიუთითებს. სინ.: იზოჰიფსები.

ჰორსტი (გერმ.) დედამიწის ქერქის აზევებული, ჩვეულებრივ წაგრძელებული უბანი, რომელიც შემოსაზღვრულია ციკაზო რღვევებით- ნასხლეტებით ან შესხლეტვებით. იგი ხშირად ართულებს ნაოჭა სტრუქტურებს და ქმნის ჰორსტ-ანტიკლინს, რომლის გული რღვევების გასწვრივ აზევებულია. დამახასიათებელია ახალგაზრდა ბაქნებისთვის.

ჰორიზონტი დედამიწის ზედაპირის ის ნაწილი, რომელიც დამკვირვებლის თვალისთვის მისაწვდომია ღია გარემოში. განარჩევენ ხილულ და ჭეშმარიტ (მათემატიკურ) ჰორიზონტებს.

ჰუმიდური ჰავა ნოტიო ჰავა. ჰავა ჭარბი სინოტივით. ტერიტორიები ჰუმიდური ჰავით ქმნის ტროპიკულ (ეკვატორულ) სარტყელს და ორ ზომიერ სარტყელს ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროში.

ეს საინტერესოა

1. მარიანის ღრმული პირველად 1951 წელს გემი „ჩელენჯერის“ ეკიპაჟის წევრებმა გაზომეს (10 863 მ), ხოლო გემი „ვიტიაზის“ წევრების მიერ სიღრმედ დადგენილ იქნა 11 034 მ.
2. ყველაზე გრძელი ფიორდი– ნორდვესტ ფიორდი გრენლანდიის აღმოსავლეთ ნაწილში, სკორსბის ყურეში მდებარეობს, მისი განფენილობა 313 კმ–ია.
3. ხმელეთიდან ყველაზე შორეული წერტილი (უახლოესი ხმელეთიდან 2670 კმ–ზე), წყნარი ოკეანის სამხრეთ ნაწილში ს.გ48 ° 30' და დ.გრ.–ის 125°30' შორის მდებარეობს. ოკეანის უკიდურესი სამხრეთ წერტილი კი – სამხრეთ პოლუსიდან 490 კმ–ზე – ს.გ–ის 85° 34' და დ.გ–ის /154° შორისაა.
4. ოკეანის წყლის ყველაზე მაღალი ტემპერატურა +404°C–ით დაფიქსირებულ იქნა ცხელ წყაროებთან, ამერიკის დასავლეთ სანაპიროდან 490 კმ–ის დაშორებით.

5. ყველაზე მაღალი – 34 მეტრის ტალღა, 126კმ/სთ სიჩქარის ქარიშხლის დროს.დაფიქსირდა გემ „რამანო“–დან აშშ–ში 1933 წელს.
- 6.ყველაზე მაღალი ცუნამის ტალღა – 85 მ. დაფიქსირდა 1771 წ კ.იმიგაკისთან (იაპონია).
7. ყველაზე დიდი აისბერგია 335 კმ სიგრძისა და 97 კმ სიგანის ყინულის ბრტყელი ლოდი, რომელიც მაშინდელ წყნარ ოკეანეში კ.სკოტიდან დასავლეთით 240 კმ–ზე შენიშნეს.
8. ჩრდილო ნახევარსფეროსთვის ყველაზე სამხრეთული აისბერგი 1935 წლის აპრილში ჩ.გ–ის $28^{\circ}44'$ და დ.გ $48^{\circ}42'$ შორის დაფიქსირდა, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროსთვის ყველაზე ჩრდილოეთური კი– 1894 წელს ს.გ.–ის $26^{\circ}30'$ და დ.გ. $25^{\circ}40'$ შორის შენიშნეს.
9. 1958 წელს მდ.ნილოსის კალაპოტში აღმოაჩინეს მიწისქვეშა „მდინარე“, რომლის ჩამონადენის მოცულობა ნილოსზე 6–ჯერ მეტია.
10. ყველაზე მაღალი მდინარეული მოქცევის ტალღა–ბორა, რომლის სიმაღლე 7,5 მ ,ხოლო სიჩქარე – 24 კმ/სთ აღწევდა, მდ.ჩიენტანგ–კიანზე დაფიქსირდა (ჩინეთი).
11. მსოფლიოში ზღვის დონიდან ყველაზე მაღლა (3 811 მ–ზე) პერუში მდებარეობს ტბა ტიტიკაკა (ტყვიის მთა), მისი სიღრმე 370 მ, ხოლო ფართობი 8 285 კვ.კმ–ია.
12. ყველაზე წყალუხვი მდინარეა ამაზონი - 7 000 კუბ. კმ/წ–ში.
13. ყველაზე ძლიერი (12 თვის დაკვირვების მასალით 1971 წ. 19 თებერვლიდან 1972 წ.18 თებერვლის ჩათვლით –31 102 მმ.) თოვა დაფიქსირდა ვაშინგტონში (აშშ).
14. ყველაზე მსხვილი წვიმის წვეთი – 9,4 მმ. 1972 წ. 7 აგვისტოს დაფიქსირდა ილინოისის აეროპორტში (აშშ).
15. ყველაზე ძლიერი ქარი – 371 კმ/სთ სიჩქარით 1934 წ. დაფიქსირდა ნიუ–ჰემპშირში (აშშ).
16. ყველაზე მეტი წვიმიანი დღეები (350 დღე) აღირიცხა ჰავაის კუნძულებზე.
17. ყველაზე წვიმიანი ადგილია – თუგუნენდო, კოლუმბია– 11 770 მმ ნალექი.
18. ყველაზე მეტი წლიური ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა (1860 წ. 1 აგვისტო– 1961 წ. 31 ივნისი –26 461 მმ), დაფიქსირდა ჩერაპუნჯაში, ინდოეთი.
19. ყველაზე ინტენსიური წვიმა – 38,1 მმ/წთ, 19760 წ–ის 26 ნოემბერს დაფიქსირდა გვადელუპაში.
20. ყველაზე მძლავრი ყინულის საფარი – 4 776 მ. ანტარქტიდაში ს.გ–ის $69^{\circ}9'38''$ და ა.გ–ის $135^{\circ}20'25''$ შორის არის წარმოდგენილი.
21. ყველაზე შტორმიანი ადგილია – სოდრუჟესტვოს უბე, ანტარქტიდაში. სადაც ქარის სიჩქარე 320 კმ/სთ. აღწევს.
22. ყველაზე დაბალი წნევა – 870 გრპასკალი 1977 წლის 12 ოქტომბერს დაფიქსირდა წყნარ ოკეანეში კ. გუამიდან 482 კმ–ის დაშორებით.
23. ყველაზე მაღალი წნევა – 1083,8 გრპასკალი; 1968 წლის 31 დეკემბერს დაფიქსირდა ციმბირში (რუსეთი) .
24. უძველესი (4,3 მლრდ წლის) ცირკონის კრისტალები აღმოჩენილია ავსტრალიაში, პერტადან ჩრდილო–აღმოსავლეთით 700 კმ–ზე.
25. ზღვიდან ყველაზე შორეული წერტილი (ღია ზღვამდე 2648 კმ) ჩინეთში, ჩ.გ.–ის $46^{\circ}16,8'$ და ა.გ.–ის $86^{\circ}40,2'$ შორის მდებარეობს.
26. ყველაზე დიდი ნახევარკუნძულია არაბეთის, მისი ფართობია– 3 250 000 კვ.კმ.
27. ყველაზე დიდი კუნძულია გრენლანდია, მისი ფართობია – 2 175 000 კვ.კმ.
28. ჯომოლუნგმას შემდეგ სიმაღლით მეორე ადგილზეა მთა ჩოგორი, – (8905 მ. პოზიციონური თანამგზავრული სისტემის გაზომვის შედეგია, რომლის მიხედვითაც იგი პირველ ადგილზეა, ზოგიერთი იზიარებს აღნიშნულს, ე.ი ჩოგორის პირველობას, მაგრამ ჩვენი აზრით კვლავ დასადასტურებელია

29. ყველაზე დიდი ატოლია ქვაიალეინი, 283 კმ-ის სიგრძის რიფები 2850 კვ.კმ. ფართობის ლაგუნას ქმნის. ატოლი მარშალის კუნძულების შემადგენლობაში შედის.
30. ხმელეთის ყველაზე დაბალი ადგილია მკვდარი ზღვა, რომლის ქვაბულიც ზღვის დონიდან -400 მ-ით, ხოლო ფსკერი - 728 მ-ით დაბლა მდებარეობს.
31. მსოფლიოს უდიდესი კარსტული მღვიმის ფლინტ-მამონტის სიგრძე 556 კმ-ია.
32. ყველაზე გრძელი სტალაქტიტი (59 მ.) ესპანეთში, მღვიმე კუევა დე ნერიაშია.
33. ყველაზე მაღალი სტალაგმიტი (29 მ.) საფრანგეთში მღვიმე აველშია.
34. დედამიწის ცენტრიდან ყველაზე მეტად დაცილებულია მთა ჩიმბორასო, მისი მწვერვალი ჯომოლუნგმასთან ანუ ევერესტთან შედარებით მთელი 2 150 მ შორსაა აღნიშნული ცენტრიდან.
35. მსოფლიოს უმაღლეს მთას ძირიდან მწვერვალამდე ჰავაის კუნძულებზე მდებარე მაუნა-კეა წარმოადგენს, მისი სიმაღლე ზღვის ფსკერიდან ვიდრე მწვერვალამდე 9 681 მ-ია (აქედან 5 500 მ. წყალქვეშაა).
36. მსოფლიოში ყველაზე გრანდიოზულია ჰიმალაი-ყარაყორუმის მთათა სისტემა, რომლის შემადგენლობაშიც შედის 96 იმ 109 მწვერვალიდან, რომელთა სიმაღლეც 7 315 მეტრზე მეტია.
37. ყველაზე მაღალია ჩანჩქერი ანხელი ანუ სალტო-ენჯელი, ვენესუელა - 979 მ. (1054 მ)
38. მსოფლიოში უდიდესი დელტა აქვს მდ.მდ. განგას და ბრაჰმაპუტრას - 75 000 კვ.კმ.
39. მსოფლიოში უდიდესი ბარქანი (სიმაღლე-430 მ.) საჰარაში ს.გ.26 °42' და ა.გ.-ის 6 °43' შორის მდებარეობს.
40. მსოფლიოში ყველაზე ღრმა კანიონი ელ-კანიონ დე კოლკა, რომლის სიღრმეც 3 223 მ-ია, მდებარეობს პერუში.
41. მსოფლიოს უგრძესი მყინვარი ლამბერტა, რომლის სიგრძეც 514 კმ-ია მდებარეობს ანტარქტიდაზე .
42. ყველაზე მძლავრი ზვავი , რომლის მოცულობაც 3 500 000 მ³ შეადგენდა, 1885 წ. ჩამოწვა ალპებში.
43. კაცობრიობის ისტორიაში ყველაზე მძლავრი იყო 1883 წ. ვულკან კრაკატაუს ამოფრქვევა, ტალღამ წალეკა 163 დასახლებული პუნქტი, დაიღუპა 36 380 ადამიანი, ვულკანური ფერფლი აფეთქების კერიდან 5330 კმ-ის მოშორებით იქნა განფენილი.
44. დედამიწაზე არსებულთაგან უდიდესი ცხოველია ლურჯი ვეშაპი, ძუძუმწოვარი, რომელიც 33,5 მ-მდე იზრდება, წონა 209 ტ-მდეა, რაც 30 სპილოს წონის ტოლია. ლურჯი ვეშაპი ზომით აღემატება ყველა ცხოველს, რომელსაც ოდესმე დედამიწაზე უცხოვრია, მათ შორის,სავარაუდოდ, დინოზავრებსაც.
45. უდიდესი თევზია ვეშაპისნაირი ზვიგენი, რომლის სიგრძეც 12 მ. აღწევს, წონით კი 13,5 ტ-მდეა.
46. უხერხემლოებიდან ყველაზე დიდი ზომისაა არქტიკული მედუზა ციანეა, რომლის სხეულის სიგანეც 2,1 მეტრამდეა, საცეცების სიგრძეც 36 მ-ია, ანუ თითქმის 5 სპილოს ტოლი.
47. დედამიწაზე ყველაზე შხამიანი ცხოველია მედუზა „ზღვის კრაზანა“, რომლის ერთი ინდივიდის შხამი 60 მოზრდილ ადამიანს კლავს; იგი სამხრეთ აღმოსავლეთ აზიისა და ჩრდილოეთ ავსტრალიის სანაპირო ზოლში ბინადრობს.
48. ანტარქტიკის კალმარი მსოფლიოში უდიდესია; ზოგიერთი ინდივიდის სიგრძეც 20 მ-ია.
49. ფრინველთა შორის ფრთაგამლილობით ყველას აღემატება მოხეტიალე ალბატროსი, მისი გაშლილი ფრთების სიგრძეც 3,3 მ-ია.
50. მტაცებელ ფრინველთა შორის ყველაზე დიდია ანდების კონდორი, რომლის სიგრძეც 110 სმ-ია, ხოლო წონა- 12კგ. მისი გაშლილი ფრთების სიგრძეც 3 მ-ზე მეტია.
51. მსოფლიოში ყველაზე მაღალი ხეა კალიფორნიული მამონტის ანუ წითელი ხე, მისი სიმაღლეც 112 მ-მდეა. მსგავსი გიგანტები გვხვდება ავსტრალიურ ევკალიპტებშიც.

52. კალიფორნიის სანაპირო ზოლში გავრცელებული წყალმცენარე ლამინარია მსოფლიოს უმაღლეს მცენარეებს მიეკუთვნება, მისი ტოტი 100 მეტრამდე იზრდება.
53. დღემდე ცნობილი მცენარეებიდან ყველაზე დიდხანს ცოცხლობს კრეოზოტული ბუჩქი, რომელიც კალიფორნიაში მოხავეს უდაბნოში იზრდება. ვარაუდობენ, რომ ზოგიერთი ეგზემპლარი 11 700 წლისაა. ასევე „დიდასაკოვან“ (4 600 წ.) მცენარეებს მიეკუთვნება აშშ–ს სამხრეთ–დასავლეთით კალიფორნიაში, თეთრ მთებში გავრცელებული ფიჭვი.
54. ყველაზე დიდი ყვავილი აქვს სამხრეთ– აღმოსავლეთ აზიურ უფოთლო პარაზიტ მცენარეს რაფლეზიას; ერთეული ეგზემპლარის სიგრძე–სიგანე 1 მეტრს აღწევს.
55. ყველაზე დიდი თესლი (50 სმ.) აქვს სეიშელის კუნძულების ზღვის ქოქოსს.
56. მიწაში ყველაზე ღრმად – 120 მეტრამდე, აღწევს სამხრეთ აფრიკული ლედვის ფესვები .

ძირითადი ლიტერატურა

1. ალფენიძე მ., ელიზბარაშვილი ე., ხარაძე კ. ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია. გამ. 2002.
2. ბლიაძე მ., კერესელიძე დ., ელიზბარაშვილი ნ., „გეოგრაფია“ (ცნობარი). ბაკურ სულაკაურის გამ., თბ., 2001.
3. გეოგრაფიული რუკები: ნახევარსფეროების, კლიმატური, ბუნებრივი ზონების და სხვ.
4. გეომორფოლოგიური ლექსიკონი გამ. „ნეკერი“, თბ., 1996.
5. კალესნიკი ს., დედამიწის ზოგადი გეოგრაფიული კანონზომიერებანი. თბ., 1977.
6. კალესნიკი ს. ზოგადი დედამიწისმცოდნეობის მოკლე კურსი. თბ., 1965.
7. კერესელიძე დ. ტრაპაიძე ვ, ბრეგვაძე გ. „ზოგადი ჰიდროლოგია“, თსუ გამომცემლობა, 2011
8. კერესელიძე დ, ბილაშვილი კ, ტრაპაიძე ვ. ბრეგვაძე გ. „ზოგადი ოკეანოლოგია“, 2012
9. მსოფლიოს ატლასი. ბაკურ სულაკაურის გამ., თბ., 2002

10. “საქართველოს გეოგრაფია” ავტორთა კოლექტივი ნ. ელიზბარაშვილის ხელმძღვანელობით. გამ. სს “კარტოგრაფია”, თბ.2000.
11. საქართველოს სასწავლო-გეოგრაფიული ატლასი. საქართველოს რესპუბლიკის გეოლოგიის, გეოდეზიის და კარტოგრაფიის დეპარტამენტის თბილისის კარტოგრაფიის ფაბრიკა, გამ. „განათლება” თბ., 1992.
12. ცხოვრებაშვილი შ. ზოგადი გეომორფოლოგია. თსუ, გამ., 1996.
13. ცხოვრებაშვილი შ., ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფიის პრაქტიკუმი.თსუ გამ. თბ., 1995.
14. უკლება ნ. ზოგადი ჰიდროლოგია“ თსუ.1967
15. Earth science- The challenge of discovery. Heath. Snyder, Mann, Ludwig, Brecht, Stasik.
16. Fundamentals of physical geography. Arthur H. Doerr. Wm.C. Brown Publishers.
17. Geography 3. Oxford. Rosemarie Gallagher, Richard Gallagher.
18. Human Geography. Jerome Fellmann, Arthur Getis, Judith Getis. Wm.C. Brown Publishers.
19. Physical Geology. Plummer C., McGear D. Sixth edition. Pab.Hause Wm. C. Brown Publishers. United States, 1993
20. Вернандски В.И. Химическое строение Земли и ее окружения. Изд.“Наука“.М.,1987.
21. Гвоздецкий Н.А. Карст. М., 1981.
22. Географический атлас. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, М.,1980.
23. Горшков С. П - Концептуальные основы геоэкологии. Изд ИПК “Желдориздат”. М. 2001.
24. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. Изд. „Мысль“. М., 1966,
25. .Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Соч. Т.6 „Географиз“, М., 1954. .
26. Заповендными тропами зарубежных стран Изд „Мысль“ . М. 1976.
27. Звонкова Т. В. – 3. Прикладная геоморфология. Изд.,”Высшая школа” М., 1970
28. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. Изд. «Недра». М., 1976.
29. Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. Изд. „Научный мир”. М., 2001.
30. Кукал З.Скорость геологических процессов. Изд. „Недра”. М., 1987.
31. Леонтьев О.К. Дно океана. Изд.“ Мысль“ . М., 1968.
32. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. Изд. „Высшая школа”. М., 1979.
33. Лиамин. В.С. География и общество. Изд.“ Мысль“ . М. 1978.
34. Лукашов А.А. Рельеф планетных тел. Изд.МГУ., 1996.
35. Львович М.И. Вода и жизнь. Изд.“ Мысль“ . М., 1986.
36. Малый атлас Мира. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, . М.,1977.
37. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. М., 1990.
38. Моисеев Н.Н. Быть или не быть человечеству? Изд. „Молодая гвардия“, М.,1999.
39. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. Изд. „Молодая гвардия“, М.,1990.
40. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. В 2т. Изд. „Мир“. М.,1993.
41. Оллиер К. Выветривание. Изд. „Недра”. М., 1987
42. Оллиер К. Тектоника и рельеф. Изд.“ Недра“ . М., 1984.
43. Райс Р.Д. Основы геоморфологии. Изд. „Прогресс“ . М., 1980.
44. Рельеф Земли (морфолструктура и морфоскульптура) Под ред. И.П.Герасимова и Ю.А. Мещерякова. Изд.“ Наука“ . М., 1961.
45. Рельеф- среды жизни человека. (Экологическая геоморфология) т. Отв.редакторы Э. А. Лихачева ,Д. А Тимофеев.Изд.” М.Пресс”. М. 2002
46. Савцова Т.М. Общее землеведение. 2-ое изд. Изд.“АСАДЕМА „М. 2005.
47. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. Изд.“ Наука“ .М.1976.
48. Шубаев Л. Т. Общее землеведение. М. 1977.
49. Щербакова Е.М. Общее землеведение. Методические указания. Изд.МГУ 1975.

დამხმარე ლიტერატურა

1. მაკმილანი ბ., მიუსიკი ჯ.ა. ოკეანეები. სერიიდან „ეს სამყარო“. გამ. „პალიტრაL“, 2010.
2. მოგილი მ.პ., ლევანი ბ.ჯ. სტიქიური მოვლენები. სერიიდან „ეს სამყარო“. გამ. „პალიტრაL“, 2010
3. რუბინი კ. ვულკანები და მიწისძვრები. სერიიდან „ეს სამყარო“. გამ. „პალიტრაL“, 2010.
4. ჯავახიშვილი ა., დოლაქიძე დ. გეოლოგია – ფაქტები და ვარაუდები. გამ. „ნაკადული“, თბ., 1988.
5. ა. კოტარია - მეტეოროლოგიის სფუძვლები
თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1992. 445 გვ.
7. ლ.ტ. მატვევი - ზოგადი მეტეოროლოგიის კურსი
თსუ, თბილისი, 1987წ. 703 გვ.
8. შ. ჯავახიშვილი, - კლიმატური ტერმინების სამეცნიერო ლექსიკონი
თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1997. 434 გვ.
9. შ. ჯავახიშვილი, - მეტეოროლოგია-კლიმატოლოგია
თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 2000წ. 302 გვ.
10. შ. ჯავახიშვილი, კლიმატოლოგია, ნაწ. I-II
თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1992. 305 გვ.
11. ჯავახიშვილი შ., საქართველოს სსრ კლიმატოგრაფია
თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
12. Дроздов О.А., Васильев В.А. Кобышева Н.Б., – Климатология
Гидрометиздат, 1989. стр. 568.
13. Рамад Б., - Основы Прикладной Экологии
Ленинград, Гидрометиздат, 1981, стр. 543.
14. <http://WWW.kabacademy.com>
15. <http://WWW.globalwarming.org>
16. <http://WWW.environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/>